Rechteverwaltung in betrieblichen Anwendungssystemen

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. rer. pol.

vorgelegt an der

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
der
Technischen Universität Dresden

von

Alexander Lawall, M. Eng.
geb. 15.03.1981

Vorgelegt am:
10. Dezember 2015
Verteidigt am:
21. November 2016

Gutachter:
Prof. Dr. Thorsten Claus
Prof. Dr. Thomas Schaller
Prof. Dr. Werner Esswein

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand in Form einer kooperativen Promotion an der Technischen Universität Dresden. Zeitgleich bestand während dieser Zeit eine Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Informationsmanagement des Instituts für Informationssysteme der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof. Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich auf dem Weg zur Promotion beruflich und privat unterstützt haben.

Ich danke den Herren Prof. Dr. Thorsten Claus und Prof. Dr. Thomas Schaller für die stets konstruktiven Diskussionen und anregenden Denkanstöße. Sie gewährten mir große Freiräume bei der Auswahl und Gestaltung des Inhalts der vorliegenden Arbeit. Ebenso möchte ich Herrn Prof. Dr. Werner Esswein für die Übernahme der Rolle des Drittgutachters und die hilfreichen Ratschläge danken.

Mein ehemaliger Kollege Dominik Reichelt, der ebenfalls als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Informationsmanagement tätig war, nahm sich die Zeit für umfangreiche wissenschaftliche Diskurse. Er hinterfragte meine Ideen und stand mir als kritischer Gegenpol zur Verfügung.

Meine Forschungsaktivitäten wurden von den wissenschaftlichen Hilfskräften Christian Strobel und Christoph Cwelich unterstützt. Sie trugen – wie auch Dominik Reichelt – bei der prototypischen Umsetzung des Forschungsansatzes bei.

Einen besonderen Dank möchte ich meiner Lebensgefährtin Elisa Krause aussprechen. Sie gab mir jeden erdenklichen Rückhalt im privaten Umfeld. Ihre Unterstützung spielte eine wesentliche Rolle beim Gelingen der vorliegenden Arbeit.

Allen, die in einer beliebigen Form zu meiner Forschungsarbeit beigetragen haben, spreche ich meinen herzlichen Dank aus. Zwei Menschen in meinem Leben gilt mein gesonderter Dank, meinen Eltern Rudi und Regina. Ohne ihre uneingeschränkte Unterstützung wäre im Rückblick nichts des Erreichten möglich gewesen.

Dresden, im November 2016 ALEXANDER LAWALL

KURZFASSUNG

Für eine konsistente Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen ist die Einbeziehung umfassender intra- und interorganisationeller Strukturen unabdingbar. Die Kernproblematik aktueller Ansätze beruht auf der inkonsistenten Zuweisung von Aufgabenträgern bei der Rechtevergabe. Die Problematik fällt speziell bei aufbauorganisatorischen Änderungen, wie der Einstellung, der Versetzung und dem Ausscheiden von Aufgabenträgern in Unternehmen, ins Gewicht. Das Resultat der inkonsistenten Rechtevergabe ist die Verletzung von (Sicherheits-)Richtlinien in den Unternehmen. Der Neuheitswert der Arbeit basiert vorrangig auf der Entwicklung eines aufbauorganisatorischen Metamodells und einer korrespondierenden deklarativen Anfragesprache. Diese Komposition ermöglicht die konsistente Rechtevergabe und damit einhergehend die Einhaltung der (Sicherheits-)Richtlinien in den betrieblichen Anwendungssystemen. Des Weiteren wird der Wartungsaufwand in den betrieblichen Anwendungssystemen bei den erwähnten aufbauorganisatorischen Änderungen reduziert.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

Teil I

Zusammenfassung der einzelnen Forschungsarbeiten

1 EINLEITUNG

„Die Wissenschaft ist nichts als das Abbild der Wahrheit. – Novum organum scientiarum."
(Francis Bacon, 1620)

„Eine neue wissenschaftliche Wahrheit pflegt sich nicht in der Weise durchzusetzen, dass ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, dass ihre Gegner allmählich aussterben und dass die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut geworden ist."
(Max Planck, 1948)

„Das ganze Problem zwischen Theorie und Wirklichkeit schrumpft auf die Frage nach Übersetzung bzw. Abbildung einer Sprache in eine andere Sprache zusammen."
(Dieter G. Schneider, 1981)

1.1 GEGENSTAND, PROBLEMSTELLUNG UND MOTIVATION

1.1.1 Gegenstand und Ausgangslage

In Unternehmen existiert eine Vielfalt an betrieblichen Anwendungssystemen (vgl. [LLS10, S. 31 ff.]). Ein Anwendungssystem beinhaltet in Anlehnung an [LLS10, S. 16 f.] alle Programme, die ihren Einsatz in einem spezifischen betrieblichen Aufgabengebiet haben und für dieses entwickelt wurden. Weitere Bestandteile sind die Daten, die vom Anwendungssystem verwendet werden, und die infrastrukturelle Technik, auf der die Anwendungssoftware läuft. Solche Anwendungssysteme lassen sich nach den organisatorischen Bereichen der strategischen Ebene, der Managementebene und der operativen Ebene klassifizieren (vgl. [LLS10, S. 432 ff.] und [HMN15, S. 47 f.]).[1]

Im Fokus unternehmensweiter Anwendungssysteme steht die Automatisierung von Prozessen, die verschiedene organisatorische Ebenen und Geschäftsfunktionen umfassen können (vgl. [LLS10, S. 478]). Für die Kategorisierung von Anwendungssystemen lassen sich folgende konstituierende Merkmale festhalten: Art des Anwendungssystems (strategische Ebene, Managementebene und operative Ebene), Zielgruppe und Funktionsbereiche[2] (vgl. [LLS10, S. 433 ff.]). Die Zielgruppe umfasst das obere Management, das mittlere Management und die Führungskräfte für operative Aufgaben (vgl. [LLS10, Abb. 8.1]). Zu den betrieblichen Anwendungssystemen zählen unter anderem Enterprise Resource Planning, Workflow Management, Datenbank Management, Content Management und Customer Relationship Management Systeme.

Beim Einsatz von betrieblichen Anwendungssystemen ist die Sicherheit im Sinne von (Zugriffs-) Rechten und Pflichten ein relevanter Faktor. Die Sicherheitsrichtlinien (sog. Policies) werden über

[1] Für eine Beschreibung der Begriffe strategische Ebene, Managementebene und operative Ebene siehe [LLS10, S. 433 ff.].

[2] Nach [LLS10, S. 432 f.] sind Funktionsbereiche unter anderem Beschaffung, Produktion, Finanz- und Rechnungswesen und Vertrieb und Marketing.

interne Regeln, Richtlinien und Anforderungen interner Beteiligter spezifiziert (vgl. [Dec11, S. 117]). Neben den Internen stellen auch Geschäfts- und Kooperationspartner, der Gesetzgeber und Kunden Anforderungen, die als externe Sicherheitsrichtlinien gelten (vgl. [Hil97] und [Dec11, S. 114]). Speziell für Staats- und Kommunalverwaltungen ist eine strenge Regelgebundenheit unabdingbar (vgl. [Hil97]). Im Zusammenhang mit der Einhaltung von Sicherheitsrichtlinien und Berechtigungskonzepten wird in vielen Bereichen von IT-Compliance[3] gesprochen (vgl. [HMN15, S. 41]). Eine Vielzahl an Sicherheitsmodellen[4] steht für die Umsetzung der Sicherheitsrichtlinien zur Verfügung. Diese Arbeit berücksichtigt im Speziellen die Sicherheitsmodelle für die Zugriffskontrolle[5].

Durch die Zunahme der interorganisatorischen Zusammenschlüsse von Organisationen und die damit einhergehende Globalisierung muss die Zugriffskontrolle – Rechte und Pflichten – auf diese Veränderungen ausgelegt werden (vgl. [Vah07], [Hel12] und [Okh15]). Daher sollte die Möglichkeit gegeben sein, zum einen die internen und externen Sicherheitsrichtlinien in den Zugriffskontrollmodellen[6] abzubilden, und zum anderen interorganisatorische Strukturen einfließen zu lassen. Die sicherheitsrelevanten Anforderungen innerhalb eines Unternehmens müssen ebenso Berücksichtigung finden. Es wird ein Sicherheitsmechanismus[7] benötigt, der ein Abbild von unternehmensinternen (intraorganisatorischen) und interorganisatorischen Zusammenhängen ermöglicht.

Forschungsgegenstand. *Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der „Schnittstelle" zwischen den aufbauorganisatorischen Strukturen aus der Organisationstheorie und der Rechtevergabe (Autorisierung) mittels der Zuweisung von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen.*

Für die Verwaltung von (Zugriffs-)Rechten und Pflichten in betrieblichen Anwendungssystemen wird ein Ansatz vorgestellt, der basal auf der Modellierung der Aufbauorganisation und der Zuweisung von Aufgabenträgern beruht. Konsistente Abbildungen von aufbauorganisatorischen Strukturen (intra- und interorganisationell) folgen dem entwickelten Metamodell der Forschungsarbeit. Das Metamodell schafft somit die Voraussetzung, beliebige aufbauorganisatorische Strukturen zu modellieren. Konventionelle Stereotypen lassen sich anhand der Weisungsbefugnis zwischen Einlinien- und Mehrliniensystemen differenzieren (vgl. [Kos13, S. 110 ff.]). Die Organisationsformen Matrix- bzw. Tensororganisation und flexiblere Konzepte wie prozessorientierte, Projekt- oder Virtuelle Organisationen sind heutzutage in Unternehmen etabliert (vgl. [Ful01], [Vah07], [MS12, S. 277] und [Str13]). Aktuelle Entwicklungen favorisieren die Arbeit in Projektteams, globalen Teams, Netzwerken und globalen Teams in Netzwerken (vgl. [Krc10]). Der Trend geht zur interorganisationellen Verbindung von Unternehmen, ohne die Zusammenhänge innerhalb des Unternehmens gänzlich zu vernachlässigen (vgl. [LLS10, S. 31 ff.]). Die verschiedenen Strukturen der Aufbauorganisation werden über das Metamodell präskriptiv abgebildet (vgl. [Sch98, S. 78 f.]).

[3] Für weiterführende Literatur zum Thema IT-Compliance siehe [MT08], [Fro08], [AK09], [GSW12], [GYK13] und [BN14].

[4] Sicherheitsmodelle sind formale Modelle, die dem Schutz der Einheiten von Informationssystemen dienen (vgl. [Pog07, S. 38 ff.]).

[5] Die Zugriffskontrolle ist für die Überprüfung jedes Zugriffs von Aufgabenträgern (Subjekten) auf Objekte (z.B. Dateien, Aufgaben, etc.) zuständig (vgl. [And08, S. 93 ff.]). Dabei wird überprüft, ob der Zugriff gewährt oder zurückgewiesen wird.

[6] Für einen Überblick über verschiedene Zugriffskontrollmodelle vergleiche [QhY11] und [SKAL12].

[7] Sicherheitsmechanismen stellen die Implementierungen von Sicherheitsmodellen dar (vgl. [HMN15, S. 405]).

Die Zuweisung von personellen und maschinellen Aufgabenträgern ist ebenfalls Hauptbestandteil der Forschungsarbeit. Die Menge der Aufgabenträger bildet den Kern der Rechtedefinition in den Anwendungssystemen. Somit charakterisiert diese Menge die Aufgabenträger[8], die auf Objekten[9] (teils Ressourcen genannt, vgl. [TS10, S. 159]) Operationen[10] ausführen können. Die Zuweisung der organisatorischen Aufgabenträger findet Verwendung in der Definition von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen und Empfängern.[11] Die Abbildung 1.1 illustriert den Zusammenhang der aufbauorganisatorischen Struktur mit den betrieblichen Anwendungssystemen.

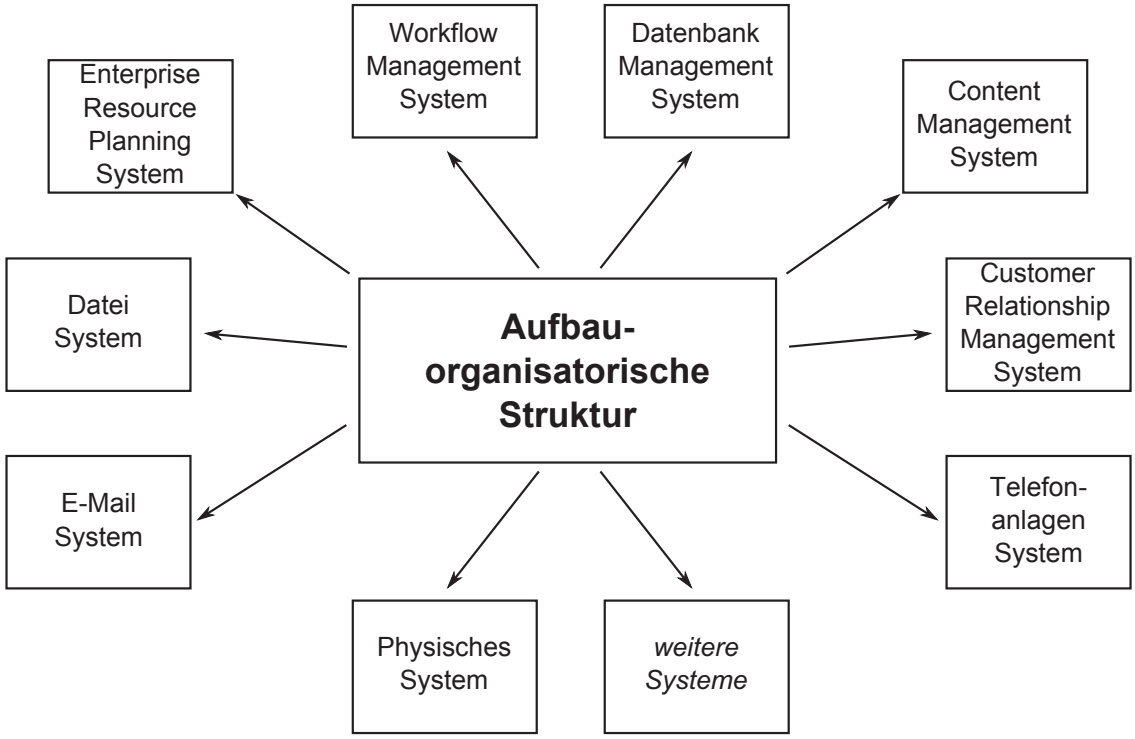

Abbildung 1.1: Definition von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten

Die aufbauorganisatorische Struktur bildet den Ausgangspunkt für die Autorisierung (vgl. [FKC03], [Hil10], [GF12] und [HMN15, S. 379]) und umfasst die Definition von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisung und Empfängern (vgl. [Ben06] und [CO11]). Die Autorisierung basiert auf den Eigenschaften der Aufgabenträger. Zu diesen Eigenschaften gehören intra- und interorganisatorische Strukturen wie strukturelle Zusammenhänge, verschiedenartige Relationen und beliebige Attribute[12] (vgl. [FKC03, S. 9 ff.]). Die Zugehörigkeit zu Abteilungen, die Positionen im Unternehmen (Stellen und Rollen) sind beispielsweise den strukturellen Zusammenhängen zuzuordnen (vgl. [LRS11]). Die unterschiedlichen Relationen im Unternehmen sind unter anderem Vorgesetztenverhältnisse, Berichtsbeziehungen und Stellvertretungen (vgl. [Sch12]). Die Attribute sind mannigfaltig in ihren Ausprägungen. Beispiele sind das Einstellungsjahr und erworbene Qualifizierungen (bspw. der Doktortitel).

[8] Aufgabenträger werden im Themengebiet der Zugriffskontrolle meist Subjekte genannt (vgl. [FSG+01], [FKC03], [ZJXsLX09] und [SW13]). Beispiele für Subjekte sind unter anderem Benutzer, Prozesse und Maschinen.

[9] Objekte sind beispielsweise Geräte, Dateien, Prozesse und einzelne Aufgaben (Tasks).

[10] Lesen, Schreiben, Anlegen oder Aktualisieren sind Beispiele für Operationen.

[11] Die Definition von Inhalten in betrieblichen Anwendungssystemen ist berücksichtigt, nimmt jedoch eine geringfügigere Gewichtung in der Arbeit ein.

[12] Attribute sind in der vorliegenden Arbeit dedizierte Modellelemente (z.B. *id*, *Bezeichnung*, *Einstellungsjahr*), die anderen Modellelementen (Entitäten und Relationen) zugewiesen werden können (vgl. [LSR14a], [LRS14] und [LRS15]).

Der wissenschaftliche Ansatz – aufbauorganisatorisches Metamodell und deklarative Zuweisung von Aufgabenträgern – findet im Zusammenspiel mit den abgebildeten Systemen[13] (siehe Abbildung 1.1) Verwendung. Die physischen Systeme erweitern die betrieblichen Anwendungssysteme. Sie konkretisieren sich in Zugangskontrollsystemen für Institutionen im Sinne von softwarebasierten Zugangsmechanismen (z.B. Türschlössern). Entscheidend bei Systemen für E-Mail und Telefonanlagen ist die Definition von Empfängern. Die aufbauorganisatorische Struktur bildet weiterhin die Basis für die Zuweisung von Aufgabenträgern in den verschiedenen Systemen.

1.1.2 Problemstellung und Motivation

In vielen Applikationen betrieblicher Anwendungssysteme werden *redundant* Informationen über die aufbauorganisatorische Struktur verwaltet (vgl. [Sch98] und [AGSG08]). Dazu gehören insbesondere Beteiligte und ihre Berechtigungen[14]. Das dezentrale Informationsabbild erfordert einen hohen Administrationsaufwand bei aufbauorganisatorischen Änderungen im Unternehmen (vgl. Abbildung 1.1). Daraus resultiert eine erhöhte Fehleranfälligkeit bei der Durchsetzung der Sicherheitsrichtlinien (vgl. [AHLM10] und [KMRM12]). Inkonsistenzen, Anomalien, fehlende Regeltreue (Compliance) und Verletzungen von Sicherheitsrichtlinien (Policies) sind Folgen dieser Fehleranfälligkeit.

Durch die fortlaufende Fluktuation von Aufgabenträgern und die Restrukturierung der Aufbauorganisation ist ein permanenter Wartungsaufwand im Bezug auf die Zugriffsrechte obligatorisch. Eine Herausforderung für Unternehmen ist neben der Abbildung von Rechten die Provisionierung in den verschiedenen betrieblichen Anwendungssystemen (vgl. [WSYS09, S. 23]). Bei der Einstellung, dem Ausscheiden, der Versetzung oder Änderungen der Attribute und Relationen von Aufgabenträgern muss der neue Zustand in den Sicherheitsmodellen aller betroffenen sicherheitsrelevanten betrieblichen Anwendungssystemen abgebildet werden. Andernfalls würden die betrieblichen Anwendungssysteme Sicherheitslücken/Inkonsistenzen durch die fehlende Realitätstreue aufweisen. Das ist im besonderen Maße bei interorganisationellen Organisationen von Bedeutung. Durch die Vielzahl an betrieblichen Anwendungssystemen und Anwendungen sind der Wartungsaufwand und die damit einhergehenden Kosten nicht zu unterschätzen (vgl. [FKC03, S. 19]).

> **Kernproblematik** (Zuweisung von Aufgabenträgern). *Die inkonsistente Zuweisung von Aufgabenträgern für die Rechte und Pflichten und der damit verbundene Wartungsaufwand in betrieblichen Anwendungssystemen.*

Durch die fortlaufenden Veränderungen innerhalb eines Unternehmens bzw. unternehmensübergreifend ist die Zuweisung von Aufgabenträgern im Hinblick auf die Definition von Zugriffsrechten problematisch.

[13] Die Systeme umfassen betriebliche Anwendungssysteme und physische Systeme.
[14] Berechtigungen werden als Operationen auf Objekten verstanden (vgl. [San96]).

Die Kernproblematik der Zuweisung von Aufgabenträgern kontingentiert sich in die spezifischeren Teilprobleme der *Zuweisung über vollständige Enumeration*, der *Variantenvielfalt* und der *Inadäquatheit*. Kontemporäre Zugriffskontrollmodelle basieren auf der vollständigen Enumeration von Aufgabenträgern für die Rechtevergabe (vgl. [LSR15] und [Law15]). Eine aufbauorganisatorische Modifikation bewirkt in allen betroffenen Anwendungen jedes betrieblichen Anwendungssystems Änderungsbedarf und daher Wartungsaufwand. Der Zuweisung von Aufgabenträgern wohnt somit eine erhöhte Änderungsanfälligkeit inne.

> **Teilproblem 1** (Zuweisung über vollständige Enumeration). *Die Aufgabenträger sind in den betrieblichen Anwendungssystemen über vollständige Enumeration definiert (Änderungsanfälligkeit, Diskrepanz zur Realität).*

Die Variantenvielfalt ist ein weiteres Teilproblem bestehender fachlicher Ansätze. Eine detaillierte Definition von berechtigten Aufgabenträgern für konkrete Zugriffsrechte beruht auf heterogenen aufbauorganisatorischen Zusammenhängen. Diese differieren zwischen aufbauorganisatorischen Entitäten, Relationen, Attributen von Aufgabenträgern und Parametern aus betrieblichen Anwendungssystemen.

Aufbauorganisatorische Entitäten sind beispielsweise Organisationseinheiten, Funktionseinheiten und Aufgabenträger (vgl. [Sch98], [LRS11] und [LSR14b]). Sie stellen die Abteilungen, Stellen bzw. Rollen und personelle sowie maschinelle Aufgabenträger dar.
Darüber hinaus existieren Kategorien für die strukturellen, organisationsspezifischen und benutzerdefinierten Relationen.[15] Strukturelle Relationen teilen die Entitäten in zusammengehörige Bereiche ein. Ein Beispiel dafür wäre eine Abteilung, die Unterabteilungen hat, der wiederum Stellen und Aufgabenträger angehören, die diese Stellen einnehmen. Organisationsspezifische Relationen werden bei der Modellierung von Vorgesetzten-, Berichts- und Stellvertreterbeziehungen verwendet. Weitere Relationen sind der Kategorie der benutzerdefinierten Relationen zugeschrieben.
Die Attribute einer Organisation sind beliebiger Natur (vgl. [LSR14a], [LRS14] und [Law15]). Der Name, der Titel einer Person, das Fabrikat einer Maschine, die Entgeltgruppierung und Qualifikationen sind Beispiele hierfür.
Als Parameter aus betrieblichen Anwendungssystemen gelten Kontexte (vgl. [LSR14a]) aus Applikationen, in denen ein Aufgabenträger agiert, Repräsentationen von beliebigen Daten (z.B. Schadenshöhe beläuft sich auf 2000 Geldeinheiten) (vgl. [LRS11]) und die Funktionseinheiten, in denen Aufgabenträger aktiv sind (vgl. [LSR14a] und [LSR14d]).

> **Teilproblem 2** (Variantenvielfalt). *Für eine möglichst genaue Konfiguration der Zugriffsrechte sind unterschiedliche aufbauorganisatorische und anwendungsspezifische Einflussfaktoren zu berücksichtigen.*

Das Teilproblem der Inadäquatheit korreliert mit der Variantenvielfalt. Bestehende Ansätze bewirken einen hohen Wartungsaufwand durch die vollständige Enumeration von Aufgabenträgern.

[15] Eine genauere Beschreibung der Begriffe ist unter anderem in [LRS14] und [LSR14c] enthalten.

Zusätzlich verstärkt die Diskrepanz zwischen den kontemporären Ansätzen und der Realwelt die Problemstellung (vgl. [LSR15]). Die Metamodelle der Ansätze liefern eine teils unzureichende Abbildung der Variantenvielfalt für die Rechtevergabe (vgl. Abschnitt 1.2). Die Aktualität der Zugriffsrechte im Bezug auf die aufbauorganisatorische Struktur ist eine weitere Problemstellung. Durch die vielen Anwendungen respektive Anwendungssysteme, die erwähnte Variantenvielfalt und die dezentrale Verwaltung der Rechte ist die Aktualität der Zugriffsrechte problematisch zu sehen (vgl. [Law15]).

> **Teilproblem 3** (Inadäquatheit). *Diskrepanz zwischen den realen Gegebenheiten und dem Abbild der Rechte in den betrieblichen Anwendungssystemen (Mächtigkeit des Metamodells und Aktualität des Modells).*

Das Kernproblem und die damit verbundenen Teilprobleme bilden die Diskussionsgrundlage für die aktuellen Ansätze des folgenden Abschnitts.

1.2 STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Die fachlichen Ansätze für die Definition von Rechten und Pflichten basieren grundlegend meist auf vollständiger Enumeration. Das bedeutet, dass die Mehrzahl der Ansätze für die Autorisierung entweder direkt auf den konkreten Aufgabenträgern beruht (vgl. [San92] und [FHLZ09]) oder sich auf die Abstraktionsschichten Gruppe bzw. Rolle (vgl. [FK95], [SCFY96] und [SFK00]) stützt. Die Rechte und Pflichten können dabei auf zwei unterschiedliche Arten festgelegt werden. Die Rechte auf Objekten werden entweder explizit verwehrt oder gewährt. Die zweite Variante bringt den sicherheitsrelevanten Vorteil mit sich, dass Rechte erteilt werden müssen, bevor ein Aufgabenträger Zugriff auf ein Objekt erhält[16].

Die vergebenen Rechte können als Zugriffsmatrix beschrieben werden (vgl. [Lam71]). In der Zugriffsmatrix sind Aufgabenträger als Zeilen und Objekte als Spalten realisiert (vergleiche Tabelle 1.3). Die erlaubten Operationen der Aufgabenträger auf Objekten bilden die Einträge der Matrix. Die Abbildung der Zugriffsmatrix in den betrieblichen Anwendungssystemen klassifiziert sich weiter in die aufgabenträger-, objekt- und operatororientierte Speicherung. Die aufgabenträgerorientierte Speicherung[17] stellt die zeilenweise Realisierung der Zugriffsmatrix dar (vgl. [ABL83] und [RS88]). Bei dieser Variante wird für jeden Aufgabenträger eine Liste seiner erlaubten Operationen auf den Objekten gespeichert. Bei der spaltenweisen Realisierung der Zugriffsmatrix hingegen, sprich der objektorientierten Speicherung[18], wird zu jedem Objekt eine Liste der zugriffsberechtigten Aufgabenträger und der verbundenen Operationen gespeichert (vgl. [SG93], [DeT02] und [PXK09]). Die operatororientierte Variation funktioniert analog zu den beschriebenen Ansätzen, nur dass als Ausgangspunkt die Operationen Verwendung finden.

[16] Die Rechtevergabe für den explizit erlaubten Zugriff auf Objekten wird in dieser Arbeit priorisiert.
[17] Synonyme sind subjektorientiert, ausweisorientiert, ticket-oriented, capability-oriented und Capability-Liste (CL).
[18] Vergleiche Zugriffskontrollliste (Access Control List – ACL).

Referenzmonitor: Ein Referenzmonitor dient als Instrument für die Zugriffskontrolle mit den Sicherheitsrichtlinien (Policies) und dem verwendeten Sicherheitsmodell. Dieser fungiert bei der Autorisierung als Prüfer der Zugriffsberechtigung. Dabei wird ausgehend vom Aufgabenträger in Verbindung mit der Operation, die dieser ausführen will, jedes Mal eine Anfrage an den Referenzmonitor gestellt. Dieser überprüft als Mediator auf der Basis des Sicherheitsmodells, ob der Zugriff auf das geschützte Objekt gewährt wird (vgl. [KS09, S. 195 f.] und [Tan09, S. 817])[19]. Saltzer beschreibt das Vorgehen wie folgt: „Every access to every object must be checked for authority" ([SS75]). Entscheidend für die Auswertung der Zugriffsberechtigungen ist das eingesetzte Zugriffskontrollmodell (vgl. [SW06, S. 130]).

Direkte Zuweisung von Aufgabenträgern: Zu den Zugriffskontrollmodellen, die einer direkten Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen folgen, gehören unter anderem die Discretionary Access Control (DAC) und die Mandatory Access Control[20] (MAC). Der benutzerbestimmte Ansatz (DAC) gehört zu der Klasse der dezentralen Zugriffskontrollmodelle. Der Eigentümer eines Objekts verwaltet die Zugriffsrechte für dieses Objekt (Eigentümerprinzip). Diese benutzerspezifische Rechtevergabe kann zu Inkonsistenzen bezüglich der unternehmensweiten Sicherheitsrichtlinien führen (vgl. [San92]). Die Vergabe bzw. der Entzug von Berechtigungen erfolgt dezentral. Die Dezentralisierung bringt hinsichtlich des Wartungsaufwands eine Lastverteilung hin zu den Aufgabenträgern mit sich (vgl. [Seu02, S. 32 f.]).

Der Ansatz der systembestimmten Zugriffskontrolle (MAC) regelt die Berechtigungen auf Objekten anhand systemweiter Regeln (vgl. [Kug07, S. 19 ff.] und [FHLZ09])[21]. Im Gegensatz zu dem benutzerbestimmten Ansatz ist die Rechtevergabe nicht von einem individuellen Benutzer veränderbar. Der Eigentümer und andere Benutzer haben keine Handhabe über die Vergabe der Zugriffsrechte auf Objekten. Typischerweise werden die Rechte beim systembestimmten Ansatz von einer zentralen Stelle verwaltet, dem mit der Rechtevergabe betrauten Administrator (vgl. [Kug07, S. 20]). Die Rechtevergabe erfolgt grundsätzlich über eine Menge an Eigenschaften von Aufgabenträgern und Objekten[22]. Der Zugriff auf ein Objekt ist unter der Prämisse gewährt, dass das auf den Eigenschaften basierende Freigabelevel des Subjekts mindestens dem des Objekts entspricht[23].

Die benutzer- und systembestimmten Ansätze basieren auf der direkten Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen. Ferner erfolgt diese Zuweisung über vollständige Enumeration (siehe Teilproblem 1). Die Problematiken der Variantenvielfalt (siehe Teilproblem 2) und der Inadäquatheit (siehe Teilproblem 3) bleiben aufgrund der fehlenden Mächtigkeit der Ansätze bestehen.

Rollenbasierte Zuweisung von Aufgabenträgern: Die Rechtevergabe mit rollenbasierten Ansätzen[24] ermöglicht eine indirekte Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen. Die Definition von Rechten erfolgt bei den benutzer- und systembestimmten Ansätzen über die direkte Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen. Bei den rollenbasierten Ansätzen wird eine Rolle als Abstraktionsschicht für die Aufgabenträger ergänzt (vgl. [FK95],

[19] Schönherr beschreibt den Referenzmonitor als grundlegenden Sicherheitsmechanismus (vgl. [Sch09, S. 151 f.]).

[20] Vergleiche Lattice-based Access Control [Den76], [San93], [OSM00] und [ZC08].

[21] Für weitere systembestimmte Ansätze siehe unter anderem Bell-LaPadula (vgl. [BLP76] und [FHLZ09]), Biba (vgl. [Bib77]), Chinese Wall (vgl. [BN89]) und Clark-Wilson (vgl. [CW87]).

[22] In der Zugriffskontrolle meist als Labels bezeichnet.

[23] Siehe auch Multi-level Security und Military Security Policy (vgl. [HFG10]).

[24] Die Gruppe der rollenbasierten Ansätze lässt sich unter der rollenbasierten Zugriffskontrolle (Role-based Access Control, kurz RBAC) subsumieren.

[SCFY96], [FBK99], [SFK00], [End04] und [Che11]). Die Rollen aggregieren kongruierende Aufgabenträger zu geschäftlichen Rollen (vgl. [WSYS09, S. 89]). Intention des Ansatzes ist die Vergabe von Rechten über aufbauorganisatorische Positionen der Aufgabenträger im Unternehmen, sogenannte geschäftliche Rollen (vgl. [FKC03, S. 10]). Die Einführung von Rollen bei der Vergabe von Rechten reduziert den Wartungsaufwand gegenüber der direkten Zuweisung (vgl. [FKC03, S. 19]). Die Pflege der betroffenen Zuweisungen von Aufgabenträgern zu Rollen in den betrieblichen Anwendungssystemen muss bei aufbauorganisatorischen Veränderungen der Aufgabenträger getätigt werden. Andernfalls ist ein durchgängiges und konsistentes Rechteabbild nicht möglich.

Die Rechtevergabe in einem Unternehmen basiert für Objekte (z.B. Prozesse, Dateien, etc.) auf heterogenen aufbauorganisatorischen Strukturen, vgl. Teilproblem 2. Die Abbildung der Rechte mit dem rollenbasierten Ansatz ist problematisch zu sehen, da für jede charakteristische Gegebenheit eine separate Rolle benötigt wird (vgl. [Law15, S. 270]). Die Rechte werden daher in den betrieblichen Anwendungssystemen – konträr zu der Intention – über technische Rollen vergeben. Technische Rollen definieren nicht nur Positionen der Aufgabenträger sondern meist anwendungsspezifische Rollen. Diese sind im Bezug auf verschiedene betriebliche Anwendungssysteme größtenteils disjunkt (vgl. [WSYS09, S. 22]). Die Notwendigkeit für die Verwendung technischer statt geschäftlicher Rollen resultiert aus der benötigten Variantenvielfalt (siehe Teilproblem 2).

Eine Studie[25] zur Rechtevergabe hinsichtlich der Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen verdeutlicht die Relevanz der Kernproblematik (vgl. [WSYS09, S. 123 ff.]). Die Studie bescheinigt eine direkte Zuweisung von Aufgabenträgern zu Berechtigungen von 40% und eine rollenbasierte von 55%[26]. Weitere Untersuchungen ergaben suspekte Zugriffsrechte in einer Größenordnung von 45% (vgl. [WSYS09, S. 124]). Das gilt im Speziellen für die Aufgabenträger, die versetzt wurden. Ein Teil der suspekten Berechtigungen resultiert aus dem großen Wartungsaufwand und der unzureichenden Pflege in den betrieblichen Anwendungssystemen. Die Vielfalt der benötigten Varianten von technischen Rollen verursacht Überlappungen im rollenbasierten Ansatz (vgl. [WSYS09, S. 125 f.]). 10% der Rollen haben eine Überlappung von 100%, 20% haben eine Überlappung von 90% bis 99% und bei weiteren 20% sind es 70% bis 89%[27].

Der rollenbasierte Ansatz beruht auf vollständiger Enumeration (siehe Teilproblem 1). Auf Grund des erheblichen Wartungsaufwandes und der Vielzahl an betrieblichen Anwendungssystemen in einem Unternehmen ist eine konsistente Rechtevergabe daher nur bedingt realisierbar. Die Variantenvielfalt (siehe Teilproblem 2) ist nur über die Einführung verschiedener technischer Rollen durchführbar. Eine adäquate Rechtevergabe (siehe Teilproblem 3), die ein konsistentes Abbild der Realität darstellt, gestaltet sich somit schwierig.

Erweiterungen des rollenbasierten Ansatzes: Im Forschungsgebiet des grundlegenden rollenbasierten Ansatzes existieren zahlreiche Erweiterungen. Ein Ansatz beschäftigt sich mit der Verbindung von technischen (anwendungsspezifischen) mit geschäftlichen (aufbauorganisatorischen) Rollen (vgl. [Ker02], [Mol08], [Hil10, S. 3] und [Asp13])[28]. Der Ansatz führt ein weiteres Element für die Rechtevergabe ein, die geschäftliche Rolle. Dieses Element fungiert

[25] Die untersuchten Systeme umfassen das Microsoft Active Directory, SAP Account Management und IBM Resource Access Control Facility.

[26] Ein Anteil von 5% repräsentiert eine gleichzeitige Verwendung von direkter und rollenbasierter Zuweisung.

[27] Bei den verbleibenden 50% der Rollen wurde kein Grad der Überlappung angegeben.

[28] Der Begriff Enterprise Role-based Access Control (ERBAC) steht in der Literatur für diese Forschungsrichtung.

als Bindeglied zwischen den Aufgabenträgern und der technischen Rolle des grundlegenden rollenbasierten Ansatzes. Jeder Aufgabenträger wird der geschäftlichen Rolle zugewiesen und über diese Rolle mit den technischen Rollen verbunden.

Verschiedene Forschungsbestrebungen ergründen die rollenbasierten Ansätze im Bezug auf Gruppen als Mittel zur Rechtevergabe. Chen und Zhang fügen eine Benutzergruppe zu dem rollenbasierten Ansatz hinzu (vgl. [CZ11]). Die Rechtevergabe basiert weiterhin auf den Rollen des grundlegenden Ansatzes. Die Zuweisungen von Aufgabenträgern zu Gruppen und Gruppen zu Rollen ermöglichen ein breiteres Spektrum der Rechtevergabe. Die Rollen aggregieren somit nicht lediglich einzelne Aufgabenträger, sondern ermöglichen zusätzlich eine Rechtevergabe basierend auf ganzen Gruppen von Aufgabenträgern (vgl. [CZ11, S. 658, Abb. 2])[29].

Covington et al. inkludieren in den traditionellen rollenbasierten Ansatz verschiedene zusätzliche Rollen. Diese Rollen beschreiben bestimmte Gegebenheiten wie die Zeit, den Standort und die Objekte von Anwendungssystemen (vgl. [CMA00]). Die zeitlichen Rollen ermöglichen unter anderem die Modellierung von Monaten, Wochentagen, Zeitspannen und -punkten. Konkrete Stockwerke, Zimmer, etc. fallen unter Rollen für Standorte. Die objektspezifischen Rollen bilden Werte für das Erstellungsdatum, den Objekttyp und inhaltliche Informationen der Objekte ab. Dieses generalisierte Zugriffskontrollmodell (Generalized Role-based Access Control, kurz GRBAC) ermöglicht die Rechtevergabe basierend auf diesen speziellen Rollentypen.

Eine weitere Ausprägung des rollenbasierten Ansatzes reglementiert die Zuweisung von Aufgabenträgern zu Rollen und Rollen zu Berechtigungen über zeitliche Beschränkungen[30]. Die zeitlichen Restriktionen wirken in den Zuweisungen von Aufgabenträgern zu Rollen, Rollen zu Berechtigungen und Rollen zu Sitzungen (engl. Sessions) (vgl. [JBLG01], [OJ07] und [RBA10]). Des Weiteren beschränken sie Zuweisungen innerhalb von Rollenhierarchien (vgl. [JBG02], [JBG05] und [JBLG05]). Chen et al. erweitern den temporalen Ansatz um Restriktionen bezüglich des Standortes (vgl. [CWWC09]).

Die auf historischen Gegebenheiten basierenden Ansätze weisen Zugriffsrechte auf Grund von vormals bestehenden Rechtevergaben zu[31]. Baumgrass et al. beschreiben einen Ansatz, der aus historischen Rechtevergaben in Geschäftsprozessen rollenbasierte Zugriffskontrollmodelle ableitet (vgl. [BSWS12]). Dabei wird aus der Historie der ausgeführten Geschäftsprozesse der Aufgabenträger hinsichtlich der Prozessinstanz respektive Instanz des Tasks ermittelt. Dieser Aufgabenträger ist aus dem rollenbasierten Ansatz abgeleitet und damit dessen Pendant. Die Rollenzugehörigkeit der Aufgabenträger und die Berechtigungen für Tasks aus dem rollenbasierten Ansatz stehen ebenfalls in Beziehung zu den Rollen und Berechtigungen der ausgeführten Prozessinstanzen (vgl. [BSWS12, Abb. 2]). Somit beziehen sich die Modellelemente Aufgabenträger, Rolle und Berechtigung des rollenbasierten Ansatzes auf die Elemente aus der Prozessinstanz. Ravari et al. beschreiben einen Ansatz für die zeitliche Beschränkung von Berechtigungen basierend auf der Berechtigungshistorie (vgl. [RAJ08] und [RAJHJ08])[32].

Der rollenbasierte Ansatz und dessen Erweiterungen werden in Geschäftsprozessen[33] ein-

[29] Vergleiche [JKW03], [EBS12] und [Zhu12].
[30] Dieser Ansatz wird als Generalized Temporal Role-based Access Control (GTRBAC) bezeichnet.
[31] Ein Teilbereich wird dem Role Mining zugesprochen (vgl. [MLL+09], [CDPOV09], [KSG10], [Li11] und [ZWX+13]).
[32] Für Ansätze im Themenfeld Role Engineering siehe [NS02] und [SN04].
[33] Die Ansätze werden oftmals als Process Role-based Access Control (PRBAC) bezeichnet.

gesetzt. Die Forschungsaktivitäten befassen sich im Kern mit der Zuweisung von Aufgabenträgern zu Geschäftsprozessen beziehungsweise Aufgaben (Tasks) (vgl. [MSSN04] und [SM11]). Dabei werden Elemente der rollenbasierten Ansätze (Aufgabenträger, Rollen und Rollenhierarchien) auf Elemente der Geschäftsprozesse (Task- und Prozesstypen respektive Task- und Prozessinstanzen) abgebildet. Geschäftsprozesse haben in der Regel einen Kontextbezug. Der Kontext beschreibt in diesen Ansätzen die Zeit, den Standort oder den ausführenden Aufgabenträger (vgl. [SWS12]). Dabei wird das Metamodell der rollenbasierten Ansätze um divergierende Elemente, die in Verbindung zu diesem Kontext stehen, erweitert (vgl. [CMA00], [KS12] und [SWS12]). Die Ansätze von Zhang und Cheng et al. befassen sich mit der Einbeziehung von relationalen Gegebenheiten für die Rechtevergabe. Die Rechtevergabe beruht auf Relationen innerhalb von Aufgabenträger- und Objekthierarchien (vgl. [Zha09, S. 38 f.]). Die Hierarchie von Berechtigungen komplettiert den Ansatz ([Zha09, S. 39 f.]). Die Verbindung der Hierarchien über Relationen formt den relationenbasierten Ansatz[34]. Cheng et al. intendieren die Vergabe von Rechten in sozialen Netzwerken. In dem Ansatz wird zwischen Berechtigungen auf Objekten und anderen Aufgabenträgern differenziert (vgl. [CPS12, Abb. 1]). Hierfür werden die Relationen zwischen Aufgabenträgern oder Aufgabenträgern und Objekten ausgewertet[35].

Die mannigfaltigen Erweiterungen des rollenbasierten Ansatzes ermöglichen eine feingranulare Rechtevergabe basierend auf verschiedenen Aspekten. Sie stützen sich weiterhin auf vollständige Enumeration (siehe Teilproblem 1). Die Möglichkeit der Rechtevergabe unter Berücksichtigung verschiedener Anforderungen (u.a. Geschäftsrollen, Gruppen, Standorte, Zeiten und Relationen) protegiert eine exaktere Konfiguration als beim basalen rollenbasierten Ansatz. Bestimmte Anforderungen (siehe Kapitel 2) sind jedoch weiterhin unzureichend oder nicht erfüllt (siehe Teilprobleme 2 und 3). Die Kernproblematik der Zuweisung von Aufgabenträgern bleibt somit weiter bestehen.

Attributbasierte Ansätze: Die Rechtevergabe entwickelte sich ausgehend von Zugriffskontrollmodellen für die direkte Zuweisung von Aufgabenträgern (u.a. DAC und MAC) über die rollenbasierte (u.a. RBAC, ERBAC, GBAC, GTRBAC und PRBAC) hin zu der attributbasierten[36] Zuweisung (vgl. [San12] und [San15]). Der attributbasierte Ansatz[37] stellte einen Paradigmenwechsel dar. Die vollständige Enumeration wich der Beschreibung anhand von Attribut-Wert-Paaren (vgl. [YT05], [JKS12] und [LSR13b]). Die mit den Aufgabenträgern verknüpften Attribute definieren die Identität[38] und Charakteristik von Aufgabenträgern. Mögliche Attribute sind der Name, die Abteilung, die Rollen- und Gruppenzugehörigkeit, der Forschungsbereich, das Geschlecht, das Alter und die Mailadresse (vgl. [LZHL10]). Die Objekte werden ebenfalls mit Attributen wie dem Erstellungsdatum, dem Besitzer, dem Typ, der Speichergröße und dem Format versehen[39]. Die Rechtevergabe basiert auf der Beschreibung von Bedingungen, die Attribute betreffen. Die Auswertung der Bedingungen resultiert in den Mengen von Aufgabenträgern und von Objekten, die für die Definition von Berechtigungen herangezogen werden. Die erlaubten Operationen von Aufgabenträgern auf Objekten können optional mit weiteren Bedingungen versehen werden (vgl. [PDMP05, S. 290 ff.]). Somit

[34] Die Bezeichnung des Ansatzes ist Relation-based Access Control (RELBAC).
[35] Vergleiche User-to-User Relationship-based Access Control (UURAC) in [CPS12].
[36] Die attributive Rechtevergabe wird in der Zugriffskontrolle als Attribute-based Access Control (ABAC) bezeichnet.
[37] Extensible Access Control Markup Language (XACML) ist ein Standard, der den Ansatz implementiert, siehe [FB09], [HFE+09], [Xia12] und [BF13].
[38] Für eine Definition des Begriffs Identität siehe [Gie04] und [TS10].
[39] Weitere benötigte Attribute sind beispielsweise der Standort, die Zeit und die Größe einer Abteilung (vgl. [PDMP05]).

lassen sich Sicherheitsrichtlinien respektive Zugriffsrechte mit der Beschreibung von Aufgabenträgern, Objekten und Operatoren abbilden (vgl. [GPSW06], [CYWM10], [HB10], [AS12], [Zhu12, S. 35 ff.], [CW13], [HFK+14] und [XZ14]). Ein Beispiel für die Rechtevergabe ist:

- Beschreibung von Aufgabenträgern:
  `Forschungsbereich = ''Visuelle Verarbeitung'', Alter`
- Beschreibung der Objekte:
  `Typ = ''Film'', Format = ''MP4'', Altersfreigabe`
- Beschreibung einer erlaubten Operation (z.B. das Ausführen):
  `Alter` $\geq$ `Altersfreigabe`

Yi et al. erforschen die Anwendung des Ansatzes bei der Zuweisung von Aufgabenträgern zu Tasks in Geschäftsprozessen (vgl. [YKJ13]). Der Status, die historischen Informationen des Tasks und weitere taskspezifische Attribute sind involviert (vgl. [YKJ13, Abb. 1]).
Die Ansätze für die attributbasierten Zugriffskontrollmodelle ermöglichen eine feingranulare Zuweisung von Aufgabenträgern über die Beschreibung von Bedingungen. Dadurch wird ein Teil des Wartungsaufwands im Vergleich zum RBAC-Ansatz für die Zuweisung von Aufgabenträgern zu Rollen verringert (siehe Teilproblem 1). Die Beschreibung der Aufgabenträger über aufbauorganisatorische Strukturen ist jedoch sehr umfangreich. Alle benötigten Elemente für die Rechtevergabe müssen über Attribute abgebildet werden. Das betrifft die Primär- und Sekundärorganisation, zu denen Abteilungen, Stellen und Rollen, Aufgabenträger, Stellvertreter, Vorgesetzte und weitere Relationen zählen. Der aktuelle Zustand der aufbauorganisatorischen Struktur muss bei allen betroffenen Attributen gepflegt werden. Anforderungen, wie beispielsweise die Einschränkung und das Priorisieren verschiedenartiger Relationen in der intra- und interorganisatorischen Rechtevergabe, sind unzureichend erfüllt beziehungsweise fehlen gänzlich (siehe Teilprobleme 2 und 3).

Einbeziehung von aufbauorganisatorischen Strukturen: Ein Teilgebiet der Forschung für die Rechtevergabe befasst sich mit der Einbeziehung von aufbauorganisatorischen Strukturen. Jing et al. und Zhao et al. beschreiben Ansätze[40], die den Wartungsaufwand einschränken, falls sich die aufbauorganisatorische Struktur ändert (vgl. [ZZZ09a], [ZZZ09b] und [JCB11]). Der rollenbasierte Ansatz wird bei Jing et al. um die *Organization Handler Unit* erweitert. Das Element stellt eine Verbindung zwischen der hierarchischen aufbauorganisatorischen Struktur, den Aufgabenträgern und den zugewiesenen Rollen her (vgl. [JCB11, Abb. 2]). Zhao et al. involvieren Komponenten für die aufbauorganisatorische Struktur und die geschäftlichen Rollen (vgl. [ZZZ09a, Abb. 2]). Die aufbauorganisatorische Struktur beschränkt sich auch hier auf hierarchische Organisationsformen.
Zhang et al. entwickeln eine Erweiterung des rollenbasierten Ansatzes hinsichtlich der interorganisatorischen Rechtevergabe[41]. Der Ansatz ermöglicht die Einschränkung der Zuweisungen innerhalb der hierarchischen aufbauorganisatorischen Struktur (vgl. [ZZS06, Abb. 3]). Des Weiteren wird ein Element für die geschäftlichen Rollen zwischen den Komponenten Organisation, Aufgabenträger und Rolle eingeführt.
Die vorgestellten Ansätze beziehen rudimentär aufbauorganisatorische Zusammenhänge in die Rechtevergabe mit ein. Die Zuweisung der Aufgabenträger beruht jedoch weiterhin auf

[40] Vergleiche Flexible Organization Structure-based Access Control (FOSBAC) in [JCB11] und Organization-Structure Oriented Access Control (OSOAC) in [ZZZ09a].
[41] Vergleiche Role and Organization Based Access Control (ROBAC).

vollständiger Enumeration (siehe Teilproblem 1). Das rollenbasierte Zugriffskontrollmodell wurde um die aufbauorganisatorische Komponente erweitert. Das Teilproblem der Variantenvielfalt für die Vergabe von Rechten ist weiterhin präsent (siehe Teilproblem 2). Die aufbauorganisatorische Struktur beschränkt sich bei den Ansätzen auf ein hierarchisches Abbild von Abteilungen, beispielsweise Staat, Distrikt und Schule (vgl. [ZZS06, Abb. 1]). Die interorganisatorische Rechtevergabe basiert ebenfalls auf einer unzureichenden Modellierung der aufbauorganisatorischen Realität (siehe Teilproblem 3).

Ansatz von $\mathcal{COCOS-ORG}$: Der Forschungsansatz basiert auf einem Metamodell für die Abbildung von intraorganisatorischen Strukturen und einer abstrakten Syntax für die Resolution von Sprachausdrücken in Verbindung mit dem aufbauorganisatorischen Modell (vgl. [Sch98]). Das Metamodell ermöglicht die Modellierung von intraorganisatorischen Einlinien- und Mehrlinienorganisationen (vgl. [Sch98, S. 84 ff.] und [Sch98, S. 101 ff.]). Die Berücksichtigung von Veränderungen der Organisationsstruktur im Verlauf der Zeit ist ebenso Bestandteil des Metamodells (vgl. [Sch98, S. 86 f.] und [Sch98, S. 104]). Die Verarbeitung von Sprachausdrücken, sprich die Ermittlung von Aufgabenträgern, zieht Entitäten und strukturelle Relationen im aufbauorganisatorischen Modell in Betracht (vgl. [Sch98, S. 112 ff.]).
$\mathcal{COCOS-ORG}$ lässt eine Einbeziehung von intraorganisatorischen Zusammenhängen in die Rechtevergabe zu. Die abstrakte Syntax erlaubt die Entwicklung einer konkreten Syntax für eine Anfragesprache auf der Basis von Entitäten und strukturellen Relationen. Somit besteht die Möglichkeit der Entwicklung einer konkreten deklarativen Anfragesprache für die Zuweisung von Aufgabenträgern. Das Abbild der Realität im Modell wird durch fehlende Elemente im Metamodell eingeschränkt. Durch die fehlende Berücksichtigung von interorganisatorischen Aufbauorganisationen (u.a. Virtuelle Organisationen, Projektorganisationen, globale Netzwerke) im Metamodell und in der abstrakten Anfragesprache kann dem Ansatz nur eine partielle Lösung des Teilproblems 1 attestiert werden. Im Hinblick auf die Teilprobleme 2 (Variantenvielfalt) und 3 (Inadäquatheit) bietet der Ansatz keine Unterscheidung von Prädikaten auf Relationen. Darunter fallen Parameter und Kontexte aus den Anwendungssystemen und Attribute von Elementen des Organisationsmodells[42]. Des Weiteren ist keine Modellierung der agierenden Funktionseinheit, von Relationen zwischen Organisationseinheiten (u.a. Stellvertretung einer Abteilung durch eine Andere), der Berücksichtigung dieser Relationen in der Wissenshierarchie und von Schlingen/Selbstreferenzen (eigener Vorgesetzter sowie Aufgabenträger in der gleichen Funktionseinheit sind gegenseitige Stellvertreter) bei Relationen möglich. Die Anforderungen für das automatische Propagieren von Elementen (Entitäten, Relationen und Attribute) des Organisationsmodells in interorganisatorischen Organisationsformen, die Einschränkung der zu propagierenden Elemente und die Modellierung interorganisatorischer Richtlinien sind nicht Bestandteil des Metamodells. Relationen zwischen unternehmensinternen und externen Entitäten (Organisations-, Funktionseinheiten und Aufgabenträgern) sind im Metamodell des Ansatzes ausgenommen. Weitere Anforderungen wie die Rechtevergabe auf Elemente des Organisationsmodells (vgl. [Law15]), die Priorisierung von Aufgabenträgern über die Anfragesprache, Separation of Duty[43] und das Ressourcenmanagement in Cloud-Umgebungen sind nicht inkludiert.

[42] Ein Organisationsmodell ist ein Abbild eines bestimmten Ausschnitts der Realität im Bezug auf die Aufbauorganisation und liegt einem aufbauorganisatorischen Metamodell zugrunde (vgl. [JSW01], [WC02], [BS03] und [Wis04]).
[43] Separation of Duty zielt auf die Modellierung des Mehraugenprinzips (z.B. Vier-Augen- und Sechs-Augen-Prinzip) ab.

Die Problematik aktueller Ansätze für die Rechtevergabe ist der Fokus auf die IT-Perspektive ohne eine umfassende Einbeziehung der aufbauorganisatorischen Struktur im Unternehmen. Durch den permanenten Pflegeaufwand in den betrieblichen Anwendungssystemen bei Änderungen der aufbauorganisatorischen Struktur ist eine konsistente Rechtevergabe somit nur schwer realisierbar. Die Tabelle 1.1 stellt eine Übersicht über die Kategorien der vorgestellten Ansätze mit den beschriebenen Teilproblemen (siehe Abschnitt 1.1.2) dar.

Tabelle 1.1: Kategorien der aktuellen Ansätze mit den Teilproblemen

Teilprobleme / Kategorien	Zuweisung	Variantenvielfalt	Inadäquatheit
Direkte Zuweisung	●	●	●
Rollenbasierte Zuweisung	●	◐	●
Erweiterungen der rollenbasierten Zuweisung	●	◐	◐
Attributbasierte Ansätze	◐	◐	◐
Einbeziehung von aufbauorganisatorischen Strukturen	●	◐	◐
Ansatz von $\mathcal{COCOS} - \mathcal{ORG}$	◐	◐	◐

●: Teilproblem besteht, ◐: partielles Teilproblem

Als Resümee für die kontemporären fachlichen Ansätze lässt sich eine inadäquate Rechtevergabe attestieren. Die zugrundeliegenden Metamodelle respektive Modelle sind für die Aufgabe der Modellierung ungeeignet. Ein Metamodell für die Rechtevergabe formalisiert die Entitäten, die erlaubten Relationen zwischen diesen Entitäten und die Attribute (vgl. [Ess99, S. 49 f.], [FS06, S. 124 ff.] und [JM08, S. 236]). Die Modellierbarkeit von intra- und interorganisatorischen Strukturen stellt einen essentiellen Bestandteil für ein aufbauorganisatorisches Metamodell dar. Die semantische Korrektheit, sprich die Struktur- und Verhaltenstreue für den Zweck der Modellierung, und die syntaktische Korrektheit, sprich Konsistenz und Vollständigkeit des Modells zum Metamodell, sind von enormer Bedeutung.

1.3 FRAGESTELLUNGEN UND FORSCHUNGSDESIGN

1.3.1 Forschungsfragen

Die Problemstellung bestehend aus der Kernproblematik der Zuweisung von Aufgabenträgern und den Teilproblemen der Zuweisung basierend auf vollständiger Enumeration, der Variantenvielfalt und der Inadäquatheit (siehe Abschnitt 1.1.2) zieht verschiedene Fragestellungen nach sich. Die im Stand der Wissenschaft und Technik (siehe Abschnitt 1.2) dargestellten Ansätze verdeutlichen die Problematik für die Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen. In Verbindung mit dem Forschungsziel (siehe Abschnitt 1.4) der Entwicklung eines intra- und interorganisatorischen Metamodells für aufbauorganisatorische Strukturen und die deklarative Zuweisung von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten:

Die Forschungsfrage 1 zielt auf die Elemente eines aufbauorganisatorischen Metamodells ab.

Somit spielt die Frage auf die Entitäten, Relationen, Attribute und internen Sprachen (Sprachen für die Einschränkung und die Provisionierung) an. Für einen Überblick der Elemente siehe Abschnitt 1.4.1 und Teil II.

Forschungsfrage 1. *Welche Elemente werden für ein aufbauorganisatorisches Metamodell benötigt?*

Die deklarative Zuweisung von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen soll in der Forschungsfrage 2 Beachtung finden. Dabei wird die Frage bezüglich der Elemente einer formalen Anfragesprache gestellt. Des Weiteren ist die Formulierung einer kontextfreien Grammatik[44] im Hinblick auf die Syntax und Semantik der Anfragesprache bedeutsam (siehe Abschnitt 1.4.2).

Forschungsfrage 2. *Wie werden organisatorische Aufgabenträger in betrieblichen Anwendungssystemen deklariert?*

Das aufbauorganisatorische Metamodell respektive Organisationsmodell und die deklarative Anfragesprache verringern den Wartungsaufwand gegenüber den in Abschnitt 1.2 dargestellten Ansätzen bei der Einstellung, Versetzung oder dem Ausscheiden von Aufgabenträgern. Die Forschungsfrage 3 zielt neben dem Wartungsaufwand in den betrieblichen Anwendungssystemen bei aufbauorganisatorischen Änderungen im Unternehmen auf Inkonsistenzen beziehungsweise Verletzungen der Sicherheitsrichtlinien (siehe Abschnitt 1.4.3) ab. Darunter fallen fehlerhafte Zugriffsrechte, Aufgabenzuweisungen, Empfänger und Inhalte. Eine damit einhergehende Frage ist: Inwiefern lässt sich der Wartungsaufwand auf die Pflege des Organisationsmodells beschränken?

Forschungsfrage 3. *Welche Auswirkungen hat das aufbauorganisatorische Metamodell inklusive der deklarativen Anfragesprache auf den Wartungsaufwand?*

Die Forschungsfrage 4 ergibt sich als Teilfrage aus der Forschungsfrage 3. Die Frage zielt im Speziellen auf Änderungsprobleme in betrieblichen Anwendungssystemen ab. Inwiefern können Anomalien und Inkonsistenzen, die durch die aktuellen Ansätze und die verbundene Pflege der aufbauorganisatorischen Strukturen entstehen, reduziert oder verhindert werden?

Forschungsfrage 4. *Inwiefern können Änderungsprobleme (u.a. Anomalien, Inkonsistenzen) in den betrieblichen Anwendungssystemen reduziert werden?*

[44] Der Begriff kontextfreie Grammatik ist in [Hof11, S. 154 ff.] definiert.

Die Forschungsfrage 5 beschäftigt sich mit der Frage nach der praktischen Umsetzbarkeit des Ansatzes. Ist das Metamodell mit dem Organisationsmodell und der korrespondierenden Anfragesprache im Umfeld von betrieblichen Anwendungssystemen implementierbar? Die Frage spielt auf die in Abschnitt 1.4.3 beschriebenen Zielstellungen an.

> **Forschungsfrage 5.** *Ist das Metamodell mit der Anfragesprache praktisch umsetzbar?*

Die formulierten Forschungsfragen werden unter Zuhilfenahme des in Abschnitt 1.3.2 beschriebenen Forschungsdesigns beantwortet.

1.3.2 Forschungsdesign

Die konstituierenden Bestandteile eines Forschungsdesigns[45] sind nach Becker et al. die wissenschaftstheoretische Positionierung, das Forschungsziel und die Forschungsmethode (vgl. [BHKN03, S. 307 ff.]). Diese Bestandteile dienen als Ordnungsrahmen für die wissenschaftliche Arbeit. Dabei bestehen stringente Interdependenzen zwischen den Bestandteilen des Forschungsdesigns, um einer willkürlichen Konfiguration entgegenzuwirken (siehe Abbildung 1.2). Die artikulierte wissenschaftstheoretische Position kann auf die Formulierung des Forschungsziels einwirken, oder die Zielformulierung impliziert die wissenschaftstheoretische Position (vgl. [BHKN03, S. 307]). Eine zentrale Rolle beim Forschungsdesign nimmt die Auswahl der Forschungsmethode ein, die von der wissenschaftstheoretischen Position und dem Forschungsziel abhängig ist. Im Hinblick auf die Nachvollziehbarkeit der Forschungsarbeit sind die Inhalte der Bestandteile und deren Beziehung für die Forschungsgemeinschaft darzustellen (vgl. [Bra09, S. 12]).

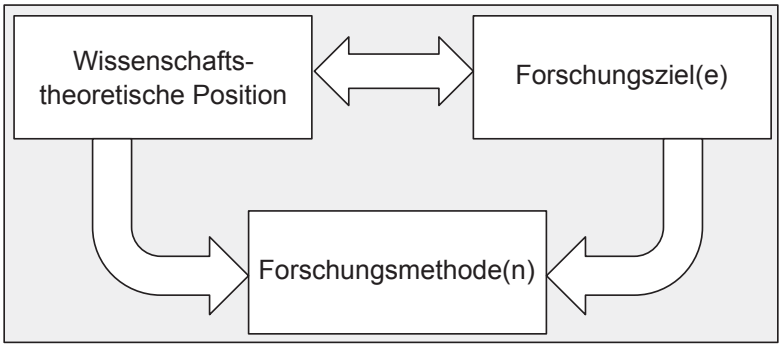

Abbildung 1.2: Bestandteile eines Forschungsdesigns (vgl. [BHKN03, S. 309])

1.3.2.1 Wissenschaftstheoretische Position

Die wissenschaftstheoretische Position legt die Positionierung des Forschers hinsichtlich des ontologischen Aspekts, des epistemologischen Aspekts und des Wahrheitsbegriffs fest (vgl. [BE06,

[45] Für die Einführung des Begriffs Forschungsdesign siehe [Bra09, S. 12].

S. 160], [BHKN03, S. 310, Abb. 4] und [Bec10, S. 14]). Die ontologische Position befasst sich mit der Existenz einer ontischen Realität. Das Verhältnis zwischen Erkenntnis und Gegenstand wird durch die epistemologische Position festgeschrieben. Dabei wird zwischen der subjektgebundenen und objektiven Wahrnehmung differenziert. Der Wahrheitsbegriff manifestiert, wann eine Erkenntnis als wahr erachtet werden kann.

Die vorliegende Arbeit nimmt die Position des Konstruktivismus[46] ein. Konkreter wird die Form des gemäßigten Konstruktivismus verfolgt (vgl. [BNK04, S. 5]). Damit einhergehend wird eine ontologisch offene Position zugrunde gelegt (vgl. [Wol01, S. 90] und [BNK04, S. 4]). Somit wird die Existenz einer ontischen Realität weder abgesprochen noch bestätigt. Im Hinblick auf die epistemologische Position wird dem Subjekt eine Beteiligung beim Erkenntnisgewinn zugeschrieben und dadurch eine subjektgebundene Wahrnehmung angenommen (vgl. [Fra07] und [Sch13, S. 27]). Eine nachvollziehbare Evidenz wird durch die Konsenstheorie hinsichtlich der Wahrheitstheorie erreicht. Die Konsenstheorie beruht auf der intersubjektiven Übereinkunft einer anerkannten Expertengemeinschaft (vgl. [BNK04, S. 7 f.], [Fra10, S. 39 ff.] und [Fra12]).

1.3.2.2 Forschungsziel

Tabelle 1.2: Ausprägungen von Forschungszielen (vgl. [BHKN03, S. 314] und [BE06, S. 145])

Ziel / Auftrag	**Erkenntnisziel (Theorieebene)**	**Gestaltungsziel (Technologieebene)**
Methodischer Auftrag	Verständnis von Methoden und Techniken der Informationssystemgestaltung	***Entwicklung von Methoden und Techniken der Informationssystemgestaltung***
Inhaltlich-funktionaler Auftrag	Verständnis von betrieblichen Informationssystemen und ihrer Anwendungsbereiche	***Bereitstellung von IS-Referenzmodellen für einzelne Betriebe oder Branchen***

Das Forschungsziel einer wissenschaftlichen Arbeit unterteilt sich in die Dimensionen Ziel und Auftrag (siehe Tabelle 1.2). Mit der Explikation des Forschungsziels wird zwischen dem Erkenntnisziel und Gestaltungsziel differenziert. Das Erkenntnisziel ist der Theorieebene zugeordnet, wohingegen das Gestaltungsziel der Technologieebene zugeschrieben wird. Den beschriebenen Zielen werden jeweils ein methodischer und/oder inhaltlich-funktionaler Forschungsauftrag zugesprochen (vgl. [BHKN03, S. 307] und [Bra09, S. 9 f.]).

Der Fokus der Arbeit liegt primär auf einem Gestaltungsziel, ohne das Erkenntnisziel gänzlich außer Acht zu lassen (siehe Forschungsziel, Abschnitt 1.4). Weiter verdeutlicht wird der Charakter der Forschungsarbeit durch die in Abschnitt 1.3.1 postulierten Forschungsfragen. Der Arbeit haftet durch das Forschungsziel und die verbundenen Forschungsfragen ein methodischer und inhaltlich-funktionaler Auftrag an (siehe Tabelle 1.2, markierte Inhalte). Der methodische Auftrag umfasst die Entwicklung von Methoden und Techniken der Informationssystemgestaltung. Der inhaltlich-funktionale Auftrag geht der Gestaltung von Informationssystemen für betriebswirtschaftliche Bran-

[46] Der Konstruktivismus ist eine „Erkenntnistheorie, die sich mit der Frage beschäftigt, wie wir zu unseren Erkenntnissen bzw. zu unserem Wissen kommen. Der Konstruktivismus geht davon aus, dass gewisse Zweifel an dem Glauben angebracht sind, dass Wissen und Wirklichkeit übereinstimmen“ ([FT15]).

chen nach (vgl. [BHKN03, S. 317 f.]). Der Schwerpunkt der Arbeit beruht auf der Entwicklung eines Metamodells für aufbauorganisatorische Strukturen und der deklarativen Zuweisung von Aufgabenträgern, die Elemente des Organisationsmodells darstellen, in betrieblichen Anwendungssystemen (siehe Abschnitt 1.4).

1.3.2.3 Forschungsmethode

Bei der forschungsmethodischen Ausrichtung existieren der konstruktionsorientierte und behavioristische Forschungsansatz (vgl. [BNK04] und [WH06, S. 3]). Während das behavioristische Paradigma in der Wirtschaftsinformatik die „Analyse des Verhaltens und die Auswirkungen von existierenden Informationssystemen auf Organisationen" ([WH06, S. 3]) zum Gegenstand hat, befasst sich das konstruktionsorientierte Paradigma mit der Gestaltung von Artefakten (vgl. [Bec10, S. 14 ff.] und [Fra12]). Bei Artefakten kann es sich um Modelle[47], Modellierungssprachen[48], Methoden[49], Konstruktionen und praktische Implementierungen[50] handeln (vgl. [MS95, S. 253] und [HMPR04]). Die Nützlichkeit und der Bezug zur Realität des Artefakts hinsichtlich der Problemstellung ist von Bedeutung (vgl. [MS95, S. 257], [HMPR04] und [BP06, S. 41]). Die Methodik schließt ein induktives und deduktives Vorgehen bei der Bildung des Artefakts ein. Bei der Modellierung eines Artefakts finden Beobachtungen in der Domäne (induktiv) und Theorien beziehungsweise Modelle (deduktiv) Verwendung (vgl. [WH06]).

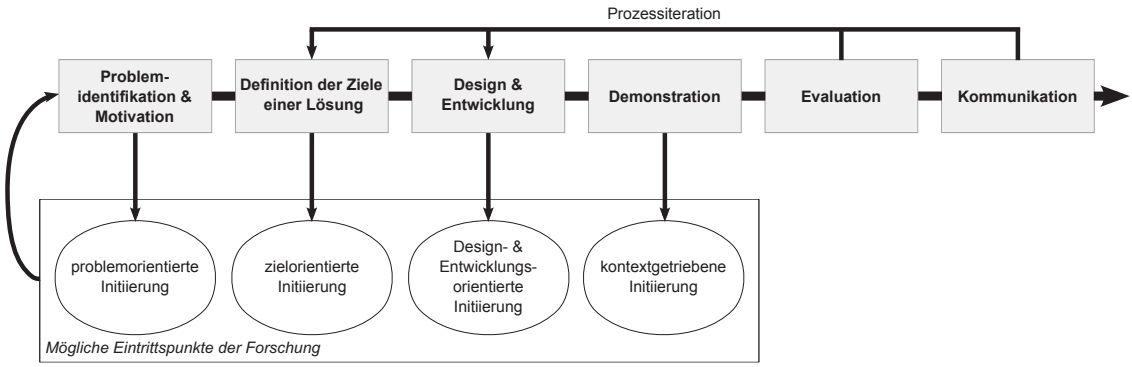

Abbildung 1.3: Vorgehensweise des Design Science (in Anlehnung an [PTRC07])

Die Abbildung 1.3 illustriert die Vorgehensweise des Ansatzes Design Science[51] nach Peffers et al. als Prozess. Der nominale Prozessstrang besteht aus der Problemidentifikation und Motivation, der Definition der Ziele einer Lösung, dem Design und der Entwicklung, der Demonstration, der Evaluation und der Kommunikation (vgl. [PTG+06] und [PTRC07]). Peffers et al. und O'Keefe beschreiben die Schritte des Prozesses in [PTRC07] und [O'K14] wie folgt: Die Problemidentifikation definiert ein spezifisches Forschungsproblem und erfasst die Komplexität des Problems (siehe Abschnitt 1.1.2). Die Definition der Ziele einer Lösung adressiert die Rolle des Artefakts in

[47] Modelle werden als Repräsentationen eines Ausschnitts einer Domäne basierend auf einer Sprache verstanden (vgl. [HMPR04] und [BP06, S. 41]).

[48] Modellierungssprachen stehen in einem engen Zusammenhang zu dem Begriff Metamodell (vgl. [Eng14]).

[49] Methode beschreibt ein planmäßiges Vorgehen zur Erfüllung einer konkreten Aufgabe (vgl. [HMPR04] und [BP06, S. 41]).

[50] Die Realisierung eines IT-Artefakts in seiner Anwendungsdomäne (vgl. [HMPR04] und [BP06, S. 41]).

[51] Für weiterführende Literatur im Themenbereich siehe [Zel07], [Fra09], [Wie09], [Hes10], [HC10], [Kar10], [Fra10], [Sin10] und [OBF+10].

der Lösung (siehe Abschnitt 1.4). Design und Entwicklung zielen auf die Erstellung des Artefakts ab, in das der Forschungsbeitrag eingebettet ist (siehe Kapitel 2 und Teil II). Die Demonstration zeigt die Anwendung des Artefakts (siehe Abschnitt 1.4.4 und Teil II). Der Evaluationsschritt (vgl. [Fra06a], [BRS08] und [Fis10]) umfasst die Beobachtung und Bewertung, inwiefern das Artefakt die Lösung der Problemstellung unterstützt (siehe Teil II). Die Kommunikation der Problemlösung innerhalb der Wissenschaftsgemeinde bezieht den Nutzen, die Neuartigkeit und die Rigorosität des Designs mit ein (siehe vorliegende Arbeit und im Speziellen Teil II).
Aus der Evaluation und Kommunikation kann jeweils ein Rücksprung in die Schritte Definition der Ziele einer Lösung und Design und Entwicklung erfolgen (siehe Abbildung 1.3). Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die problemorientierte, die zielorientierte, die Design- und Entwicklungs-orientierte und die kontextgetriebene Initiierung als mögliche Eintrittspunkte in die Forschung existieren (vgl. [PTG+06, S. 93 ff.] und [PTRC07, S. 54]).

1.4 FORSCHUNGSZIEL

Die Zielstellung der Forschungsarbeit vereint praxisorientierte Anforderungen (Relevanz) und Inhalte aus der theoretischen Wissensbasis (Rigor), siehe Abbildung 3.1. Der Kern der Arbeit lässt sich auf die Entwicklung eines aufbauorganisatorischen Metamodells und korrespondierender formaler Sprachen präzisieren. Die vorliegende Arbeit baut auf dem Formalismus $\mathcal{COCOS} - \mathcal{ORG}$ auf (vgl. [Sch98] und Abschnitt 1.2). $\mathcal{COCOS} - \mathcal{ORG}$ ermöglicht eine formale Abbildung der intraorganisatorischen Aufbauorganisation (u.a. Primär-, Sekundärorganisation und die Modellierung zeitlicher Zusammenhänge). Dieser Ansatz wird hinsichtlich intra- und insbesondere interorganisatorischer Anforderungen erweitert (siehe Abbildung 2.1).

> **Forschungsziel:** *Entwicklung eines Metamodells für intra- und interorganisationelle Strukturen und die* ***deklarative*** *Zuweisung von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen*

1.4.1 Abbildung der aufbauorganisatorischen Struktur

Das Metamodell beinhaltet die Elemente für die Abbildung beliebiger intra- und interorganisatorischer Organisationsformen (u.a. Einlinien-, Mehrliniensystem, Stablinien-, Matrix-, Tensor-, Netzwerk-, Projektorganisation und Virtuelle Organisation). Neben den aufbauorganisatorischen Entitäten (Organisationseinheiten, Funktionseinheiten und Aufgabenträger) werden verschiedenartige Kategorien (strukturelle, organisationsspezifische, benutzerdefinierte, extensionale und berechtigungsspezifische) von Relationen[52] im Metamodell formalisiert (vgl. [LRS11], [LSR13b], [LSR14d], [LSR14c], [LRS14], [LSR14b] und [LRS15]). Sie setzen die Entitäten miteinander in Beziehung. Die Gültigkeit der Relationen lässt sich einschränken. Für die Einschränkung können Attribute der Aufgabenträger, Parameter, Kontexte[53] aus betrieblichen Anwendungssystemen und die Abhän-

[52] Für Forschungsarbeiten bezüglich der Einbeziehung und Definition von Stellvertretern siehe [LGF00], [BS00], [WKB07], [CK08], [AT08], [ZLL+08], [WQ09], [SEW11], [Liu13], [SWS14] und [DBK15].

[53] Für die Verwendung von Kontexten in Zugriffskontrollmodellen siehe [WFSM02], [Mos03], [NS03], [SN04], [HWZ+10], [SWS12], [HYMLWD12], [AS12], [Hat12] und [KS12].

gigkeit von der agierenden Funktionseinheit[54], in der ein Aufgabenträger handelt, herangezogen werden (vgl. [LSR14a] und [LSR14d]). Schlingen[55] ermöglichen zusätzlich die Modellierung von Selbstreferenzen. Beispielsweise ist ein Aufgabenträger sein eigener Vorgesetzter, oder alle Aufgabenträger, die eine bestimmte Stelle innehaben, sind untereinander gegenseitige Stellvertreter (vgl. [LSR14c]). Unternehmen, die in interorganisatorischen Organisationsformen mit anderen Unternehmen in Verbindung stehen, sind auf aufbauorganisatorische Strukturen der beteiligten Unternehmen angewiesen (vgl. [LRS14] und [LRS15]). Ausgewählte aufbauorganisatorische Strukturen müssen daher beteiligten Unternehmen zugänglich gemacht werden[56]. Andernfalls ist eine konsistente Durchdringung der Sicherheitsrichtlinien und die damit verbundene Rechtevergabe im interorganisatorischen Szenario kritisch zu sehen. Die interorganisatorischen Organisationsformen haben demnach einen Bedarf an intra- und interorganisatorisch validen Modellen der aufbauorganisatorischen Strukturen. Das schließt die Einschränkung von interorganisatorischen Relationen mit ein (vgl. [LSR14d]). Eine weitere Anforderung ist das Priorisieren von Aufgabenträgern (vgl. [LSR14c]). Dies ist über die Wissenshierarchie[57] des Organisationsmodells möglich. Neben dem Organisationsmodell kann die Priorisierung auch über die deklarative Anfragesprache erfolgen (vgl. [Law15, S. 274]).[58] Weitere Elemente des Metamodells werden im Kapitel 2 und dem Teil II eingeführt.

1.4.2 Deklarative Zuweisung von Aufgabenträgern

Die deklarative Anfragesprache[59] dient der Anfrage von Aufgabenträgern. Aufgabenträger können anhand von aufbauorganisatorischen Entitäten, Relationen und Attributen der Aufgabenträger, die im Organisationsmodell modelliert sind, ermittelt werden. Die Anfragesprache basierend auf Entitäten ermöglicht somit die Anfrage von Aufgabenträgern über die zugehörigen Organisationseinheiten, Funktionseinheiten und konkreten Aufgabenträger (vgl. [LSR13a] und [Law15]). Die Anfrage von Aufgabenträgern auf der Basis von Relationen erweitert die Anfragesprache. Somit lassen sich Relationen wie organisationsspezifische Relationen (Stellvertreter-, Vorgesetzten- und Berichtsbeziehungen) und benutzerdefinierte Relationen innerhalb des Organisationsmodells für die Auswahl der Aufgabenträger heranziehen (vgl. [LSR14c] und [LSR14a]). Die Hinzunahme von Attributen der Aufgabenträger (z.B. Zertifikate, Qualifikationen, die Gehaltseingruppierung und das Anstellungsdatum des Aufgabenträgers) zur Anfragesprache bewirkt eine feingranulare Beschreibung der benötigten Gegebenheiten (vgl. [Law15]).
Die Ermittlung der Aufgabenträger hängt neben der externen[60] Anfragesprache von der internen[61] Sprache für die Beschreibung der Einschränkungen von Relationen ab (vgl. [LSR14a] und [LSR14d]). Die Einschränkungen beruhen auf Attributen der Aufgabenträger, Parametern sowie Kontexten aus den betrieblichen Anwendungssystemen. Die Einschränkung über die agierende

[54] Die Einbeziehung der agierenden Funktionseinheit ist mit dem Begriff Separation of Duty in der Zugriffskontrolle verbunden (vgl. [Str04], [Sto07], [Kug07], [San08] und [HFG10]).
[55] Der Begriff Schlinge ist in [KN09, S. 7 f.] definiert.
[56] Für die Modellierung von Vorgesetzten in interorganisationellen Organisationsformen siehe [Zho15].
[57] Vergleiche [Sch98, S. 91 ff.], [LRS11], [LSR14a] und [LSR14c].
[58] Für Forschungsaktivitäten im Bereich der Organisationsmodellierung siehe [HZAWS93], [HM97], [Fre00], [WC02], [BWW03], [BT03b], [BT03a], [Wis04], [Gos06], [CJBA09], [Fra11a] und [Fra11b].
[59] Für Sprachen für die Rechtevergabe vergleiche [WTG09] und [BFG10].
[60] Extern bedeutet in dem Zusammenhang, dass die Ausdrücke der Anfragesprache nicht im Organisationsmodell inkludiert sind.
[61] Intern bedeutet, dass die Sprachausdrücke im Organisationsmodell enthalten sind.

Funktionseinheit wird über eine Hyperkante[62] spezifiziert und ist nicht Teil der erwähnten Sprache. Eine weitere interne Sprache wird für die Propagierung der Elemente des Organisationsmodells verwendet (vgl. [LRS14] und [LRS15]). Die Sprachausdrücke beschreiben die Elemente des Organisationsmodells, die in interorganisatorischen Zusammenschlüssen an bestimmte Unternehmen freigegeben werden. Dies hat bei der Definition von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten einen gewichtigen Vorteil hinsichtlich der Aktualität des abgebildeten Zustands der involvierten Unternehmen. Unberechtigte Zugriffe, fehlerhafte Zuweisungen von Aufgabenträgern, falsche Empfänger von Nachrichten und veraltete Inhalte in beispielsweise Content Management und Customer Relationship Management Systemen sind somit ausgeschlossen.

1.4.3 Makrosicht des Organisationsservers

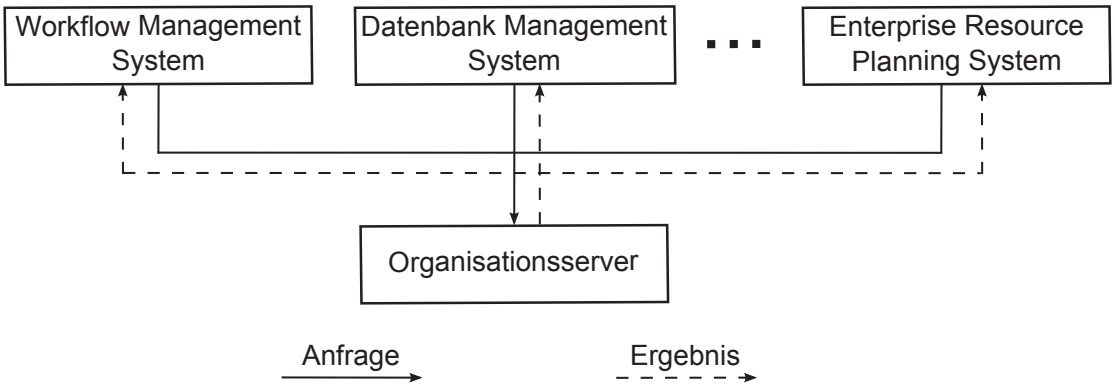

Abbildung 1.4: Organisationsserver mit angebundenen betrieblichen Anwendungssystemen (in Anlehnung an [Sch98])

Das Zusammenspiel von der zentralisierten Abbildung der aufbauorganisatorischen Struktur mit der deklarativen Zuweisung von Aufgabenträgern ist in einem sogenannten Organisationsserver realisiert (siehe Abbildung 1.4). Durch die logische Zentralisierung wird die redundante Haltung von aufbauorganisatorischem Wissen in den betrieblichen Anwendungssystemen beseitigt. Das aufbauorganisatorische Metamodell erlaubt die Abbildung von intra- und interorganisatorischen Strukturen. Das Organisationsmodell dient somit als Grundlage für die Definition von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten in den betrieblichen Anwendungssystemen. Die Zuweisung der Aufgabenträger wird über deklarative Sprachausdrücke der Anfragesprache in den Anwendungssystemen formuliert. Diese Sprachausdrücke werden an den Organisationsserver gesendet. Im Organisationsserver werden die Sprachausdrücke am Organisationsmodell interpretiert und die resultierende Menge der Aufgabenträger – respektive die Liste der Attribut-Wert-Paare – an das fragende Anwendungssystem zurückgegeben. Basierend auf der Menge der Aufgabenträger werden die Zugriffsrechte definiert, Aufgaben zugewiesen und Empfänger deklariert. Die Liste der Attribut-Wert-Paare findet bei der Definition von Inhalten Verwendung. Bei jeder Auswertung von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten in den betrieblichen Anwendungssystemen wird der aktuelle Zustand des Organisationsmodells abgefragt. Änderungen am Organisationsmodell sind somit ohne Wartungsaufwand an

[62] Der Begriff Hyperkante wird in [GLPN93] und [Law15] definiert.

den angebundenen Anwendungssystemen unmittelbar präsent. Die Anfragesprache wirkt somit durch ihre deklarative Art Inkonsistenzen, Anomalien, fehlender Regeltreue und der Verletzung von Sicherheitsrichtlinien entgegen. Die Anfälligkeit bei aufbauorganisatorischen Änderungen und die damit einhergehenden Verletzungen von Sicherheitsrichtlinien sind passé.

1.4.4 Anwendungsszenarien

Zur Veranschaulichung der Einsatzgebiete des Ansatzes für die Rechteverwaltung in betrieblichen Anwendungssystemen werden in der Folge die Definitionen von Zugriffsrechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten an Beispielen statuiert.

1.4.4.1 Definition von Zugriffsrechten

In auf Zugriffsrechten basierenden betrieblichen Anwendungssystemen werden die Rechte beispielsweise mit einer Zugriffsmatrix festgelegt (siehe Tabelle 1.3). In der Zugriffsmatrix werden die berechtigten Aufgabenträger zeilenweise, die Objekte, auf denen Zugriff gewährt wird, in Spalten und die Operationen in den Einträgen der Matrix abgebildet (vgl. Abschnitt 1.2). Das Beispiel 1 illustriert eine Belegung für eine solche Zugriffsmatrix.

Beispiel 1. *Die Objekte des Beispiels (siehe Tabelle 1.3) können beliebige Objekte aus den betrieblichen Anwendungssystemen darstellen. Im Beispiel ist daher die Bezeichnung Objekt 1 bis Objekt n ausreichend. Die Operationen beschränken sich auf das Lesen, Schreiben und Ausführen. Die berechtigten Aufgabenträger, die beispielsweise Lese- und Schreibrechte auf dem Objekt 1 haben, werden durch den Sprachausdruck der Anfragesprache* `Präsident(TU Dresden) OR Professor(*)`[63] *definiert. Somit haben der Präsident der TU Dresden und alle Professoren beliebiger Fakultäten Lese- und Schreibrechte auf dem Objekt 1. Die Vergabe und Auswertung der Zugriffsrechte auf den weiteren Objekten funktioniert analog.*

Tabelle 1.3: Beispielbelegung einer Zugriffsmatrix

Objekte / Aufgabenträger	Objekt 1	Objekt 2	...	Objekt n
`Präsident(TU Dresden)` `OR` `Professor(*)`	{*lesen, schreiben*}	{*ausführen*}	...	{*schreiben*}
...	...	...	...	...

[63] Der Ausdruck verdeutlicht das Konzept für die Deklaration von Aufgabenträgern. Die konkrete Syntax für die Formulierung von komplexeren Sprachausdrücken ist in Teil II und im Anhang B.1 beschrieben.

1.4.4.2 Definition von Aufgabenzuweisungen

Bei der Beteiligung von Aufgabenträgern an Geschäftsprozessen in betrieblichen Anwendungssystemen werden die verantwortlichen Aufgabenträger einer Aufgabe (Task) respektive einer Swimlane[64] festgelegt. Dabei wird bei der Aufgabe oder Swimlane ein Sprachausdruck der Anfragesprache hinterlegt (siehe Abbildung 1.5). Das Beispiel 2 stellt eine Anwendung in einer Aufgabe eines Geschäftsprozesses dar.

Beispiel 2. *Der fiktive Geschäftsprozess in Abbildung 1.5 stellt die prinzipielle Anwendung für die Definition von Aufgabenzuweisungen dar. In der markierten Aufgabe des Geschäftsprozesses wird der Sprachausdruck* `Sachbearbeiter(Kfz-Schäden).ATT. Schadensfall = "Leasing"` *platziert. Ein beliebiger Sachbearbeiter der spezifizierten Abteilung Kfz-Schäden, der für Schadensfälle im Bereich Leasing zuständig ist, bekommt somit die Aufgabe zugewiesen. Die Zuweisung von Aufgabenträgern zu Swimlanes gestaltet sich analog.*

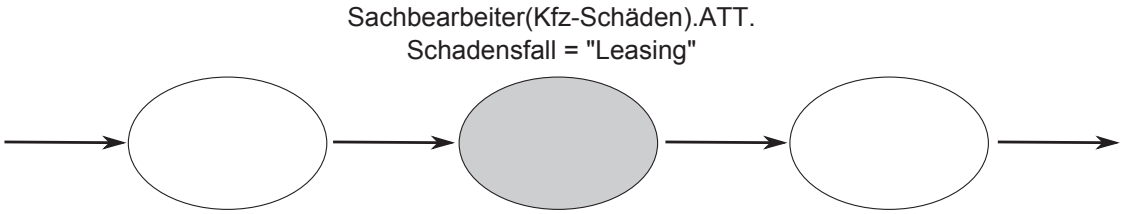

Abbildung 1.5: Beispielzuweisung in einem Geschäftsprozess

1.4.4.3 Definition von Empfängern

Ein weiteres Anwendungsszenario stellt die deklarative Definition von Empfängern[65] dar. Grundlage ist die Formulierung von Sprachausdrücken der Anfragesprache, die konkrete Empfänger (Aufgabenträger) spezifiziert. Als Beispiel dient die Definition von Mail-Empfängern, siehe Beispiel 3.

Beispiel 3. *Für die direkte Definition eines Empfängers ist der Sprachausdruck der Anfragesprache* `"Meier"` *ausreichend. Der Sprachausdruck wird an den Organisationsserver geschickt, die Mailadresse des Aufgabenträgers Meier gesucht und an das fragende Anwendungssystem zurückgegeben. Interessanter ist die Definition von funktionalen Mailadressen (u.a. Mailinglisten). Der Sprachausdruck* `Wissenschaftliche Mitarbeiter(IISYS)` *würde alle Mail-Empfänger deklarieren, die momentan wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung IISYS sind. Der Sprachausdruck* `Auszubildende`

[64] Diese Elemente gruppieren organisatorisch zusammengehörige Prozessschritte.
[65] Vergleiche [Sch98, S. 41].

(*).ATT.(Now() - Einstellungsjahr) = "2" adressiert alle aktuell im zweiten Lehrjahr befindlichen Auszubildenden. Eine Pflege von funktionalen Mailadressen und im Speziellen wartungsintensiven Mailinglisten ist somit hinfällig. Durch den im Organisationsmodell aktuell gehaltenen Zustand erhält das Anwendungssystem über den Sprachausdruck immer eine stimmige Liste von Empfängern.

1.4.4.4 Definition von Inhalten

Die Verwirklichung des Forschungsziels trägt zu der deklarativen Definition von Inhalten bei. Die Inhalte werden aus dem Organisationsmodell über Sprachausdrücke der Anfragesprache abgefragt. Das Ergebnis der Anfrage ist nicht eine Menge von Aufgabenträgern, sondern eine Liste von Attribut-Wert-Paaren (siehe Tabelle 1.4). Diese dienen in betrieblichen Anwendungssystemen für die Darstellung von Inhalten, die Aufgabenträger betreffen. Das Beispiel 4 zeigt eine Definition von Inhalten, die beispielsweise für Intra- und Internetseiten nutzbringend ist.

Beispiel 4. *Die Tabelle 1.4 stellt die Inhalte eines Abteilungsleiters der Abteilung Kfz-Schäden auf einer Internetseite dar. Die Tabelle illustriert die für das Verständnis wichtigen Inhalte. Auf der Internetseite sollen der Vorname, der Name, die E-Mailadresse, die Telefonnummer, die Faxnummer und weitere Attribute abgebildet werden. Für das Abbild der Werte der Attribute des aktuellen Abteilungsleiters der Abteilung Kfz-Schäden werden Sprachausdrücke der Anfragesprache eingesetzt. Der Ausdruck* `ATTRIBUTE vorname OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)` *gibt den Vornamen des Abteilungsleiters an. Nach dem Schlüsselwort* `ATTRIBUTE` *steht das angefragte Attribut. Dem* `OF` *folgend wird die Menge der Aufgabenträger deklariert, von denen die Werte der Attribute angefragt werden. Die Anfrage der anderen Werte der Attribute des Abteilungsleiters verläuft analog.*

Tabelle 1.4: Beispiel für die Definition von Inhalten

Attribut	Wert
Vorname	`ATTRIBUTE vorname OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)`
Name	`ATTRIBUTE name OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)`
E-Mail	`ATTRIBUTE e-mail OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)`
Telefon	`ATTRIBUTE telefonnummer OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)`
Fax	`ATTRIBUTE faxnummer OF Abteilungsleiter(Kfz-Schäden)`
...	...

2 RECHTEVERWALTUNG IN BETRIEBLICHEN ANWENDUNGSSYSTEMEN

2.1 ÜBERBLICK DER FORSCHUNGSPUBLIKATIONEN

Die Arbeit leitet sich aus dem gewählten Forschungsdesign ab. Im Vordergrund steht die gewählte Forschungsmethode des Design Science (siehe Abschnitt 1.3.2.3). Die einzelnen Forschungspublikationen spiegeln die unterschiedlichen Stadien der Arbeit wider. Die sukzessiven Weiterentwicklungen des aufbauorganisatorischen Metamodells (siehe Abschnitt 1.4.1), der internen Sprachen und der deklarativen Anfragesprache (siehe Abschnitt 1.4.2) stellen die Hauptbestandteile der Forschungspublikationen dar. Die Publikationen P1 bis P8 sind auf internationalen Konferenzen vorgetragen und in wissenschaftlichen Journals/Proceedings veröffentlicht worden. Alle Publikationen wurden anhand eines Double- beziehungsweise Triple-blind Reviews von anerkannten Experten begutachtet.

Tabelle 2.1: Liste der Kernpublikationen der Forschungsarbeit

Nr.	Autor(en)	Referenz	Titel	Veröffentlichung	Ranking
P1	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13a]	Integration of Dynamic Role Resolution within the S-BPM Approach	S-BPM ONE 2013	CON JOR
P2	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13b]	Who Does What – Comparison of Approaches for the Definition of Agents in Workflows	WIC 2013	CON-C JOR-C
P3	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14a]	Cross-Organizational and Context-Sensitive Modeling of Organizational Dependencies in $\mathcal{C} - \mathcal{ORG}$	S-BPM ONE 2014	CON JOR-C
P4	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14c]	Local-Global Agent Failover Based on Organizational Models	WIC 2014	CON-C JOR-C
P5	Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS14]	Propagation of Agents to Trusted Organizations	WIC 2014	CON-C JOR-C
P6	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14d]	Restricted Relations between Organizations for Cross-Organizational Processes	CBI 2014	CON-A JOR
P7	Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS15]	Resource Management and Authorization for Cloud Services	S-BPM ONE 2015	CON JOR-B
P8	Lawall	[Law15]	Hypergraph-Based Access Control Using Formal Language Expressions – $\mathcal{HGAC}$	DATA 2015	CON JOR

CON-...: Konferenzbeitrag, JOR-...: Journal- / Proceedings-Beitrag

Die Forschungspublikationen der Arbeit sind in der Tabelle 2.1 in Zusammenhang mit der Abbildung 2.1 dargestellt[66]. Die Abbildung illustriert die Einbettung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen in den intra- und/oder interorganisationellen Kontext. Der linke Teil des Venn-Diagramms stellt die intra- und der rechte Teil die interorganisationellen Publikationen dar. Der Bereich der Schnittmenge veranschaulicht die Publikationen, die simultan intra- und interorganisationellen Bezug vorweisen. Die schwarz hinterlegten Publikationen sind mit einem Kürzel (siehe Tabelle 2.1, Spalten *Nr.* und *Referenz*) versehen und bilden die Kernpublikationen der Arbeit. Für ein umfassendes Bild der wissenschaftlichen Veröffentlichungen sind die verbleibenden Publikationen (grau dargestellt) in den organisatorischen Kontext eingeordnet.

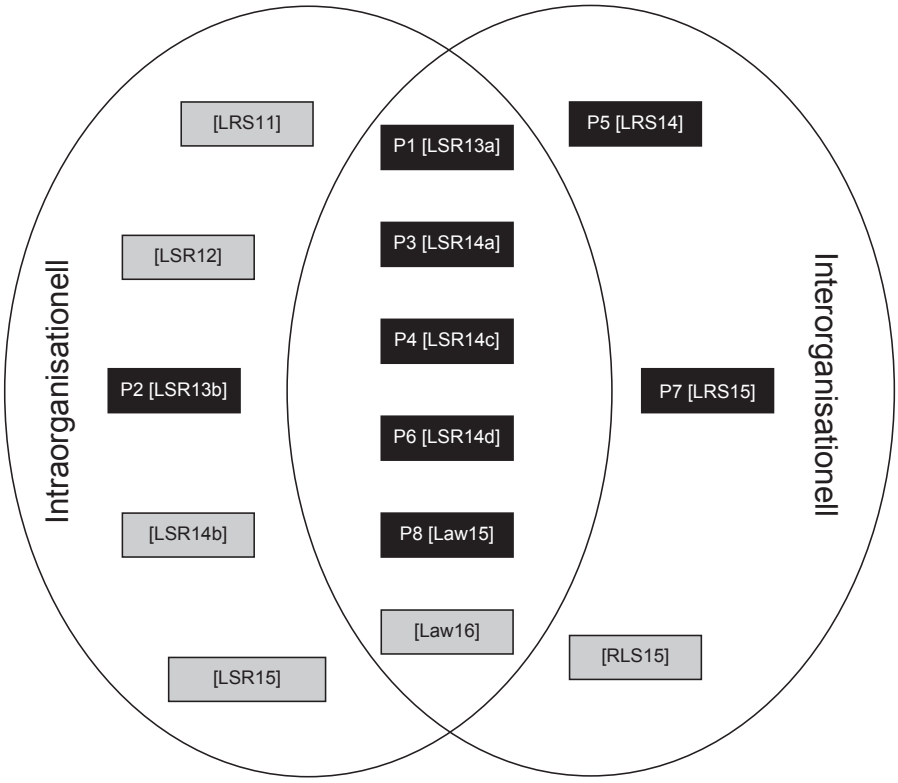

Abbildung 2.1: Einordnung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Nachfolgend werden die Kernpublikationen zusammengefasst und ihr Beitrag zu der gesamten Forschungsarbeit herausgestellt. Konträr zu den divergenten Einzelpublikationen wird somit ein stringenter Zusammenhang aufgebaut. Hierfür werden auch die in Abschnitt 1.3.1 manifestierten Forschungsfragen in Beziehung zu den Kernpublikationen gesetzt. Das Kapitel 1 der Arbeit beinhaltet den Gegenstand und die Ausgangslage (siehe Abschnitt 1.1.1), die Problemstellung und Motivation (siehe Abschnitt 1.1.2), den Stand der Wissenschaft und Technik (siehe Abschnitt 1.2), das Forschungsdesign mit den Forschungsfragen (siehe Abschnitt 1.3) und das Forschungsziel inklusive der Anwendungsszenarien der Arbeit (siehe Abschnitt 1.4). Die Arbeit schließt mit der Schlussbetrachtung, die unter anderem das Aufzeigen des weiteren Forschungsbedarfs einbezieht (siehe Kapitel 3).

[66] Eine vollständige Aufstellung der Publikationen und der verwendeten Rankings ist in der Tabelle 3.2 dargestellt.

2.2 PUBLIKATION P1: INTEGRATION OF DYNAMIC ROLE RESOLUTION WITHIN THE S-BPM APPROACH

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Motivation für die Publikation P1 leitet sich aus der Problematik bei der Zuweisung von Aufgabenträgern im subjektorientierten Geschäftsprozessmanagement (engl. S-BPM) ab. Bei dem subjektorientierten Ansatz steht das einzelne Subjekt im Fokus. Der Begriff Subjekt beschreibt im Zusammenhang mit dem subjektorientierten Ansatz eine beteiligte prozessspezifische Rolle (vgl. [FSS+11, S. 34]). Bei der Interaktionsstruktur eines Geschäftsprozesses werden die beteiligten Subjekte und deren Interaktionen (Nachrichten) modelliert (vgl. [FSS+11, S. 34]). Eine weitere Verfeinerung stellt die Modellierung des Verhaltens eines Subjekts dar. Dazu werden die Interna des im Geschäftsprozess spezifizierten Subjekts hinsichtlich der Reihenfolge für das Senden, Empfangen und interne Aktionen konkretisiert (vgl. [FSS+11, S. 35 ff.]). Die erwähnte Zuweisung von konkreten Aufgabenträgern, die als Akteure[67] im Geschäftsprozess agieren, basiert auf einer Kombination aus dem in Abschnitt 1.2 beschriebenen rollenbasierten Ansatz und der direkten Zuweisung (vgl. [FSS+11, S. 210 ff.]). Die wesentliche Problematik ist die Zuweisung von Aufgabenträgern in den Geschäftsprozessen, die nicht auf umfassenden aufbauorganisatorischen Strukturen basiert (siehe Abschnitt 1.4) beziehungsweise einen hohen Wartungsaufwand aufweist (siehe Abschnitt 1.1.2). Die im subjektorientierten Ansatz verankerte Modellierung von Aufgabenträgern beruht auf „statischen“[68] Tabellen. Diese beinhalten unter anderem konkrete Aufgabenträger, spezifische Vorgesetzte und Aufgabenträger in einem spezifischen Kontext (z.B. ein Schadensfall), in dem der Geschäftsprozess ausgeführt wird (vgl. [FSS+11, S. 213 ff.]). Diese Tabellen müssen bei aufbauorganisatorischen Änderungen jeweils angepasst werden.

Die Zielstellung der Publikation P1 teilt sich in zwei Bereiche auf. Das Ziel ist zum einen die Integration des entwickelten Ansatzes in das subjektorientierte Geschäftsprozessmanagement. Die Ansätze werden im Sende- respektive Empfangszustand des subjektorientierten Ansatzes verbunden. Die Akteure, die als Empfänger vorgesehen sind, werden durch deklarative Sprachausdrücke in der Anfragesprache beschrieben. Die „statische“ Zuweisung wird durch eine deklarative abgelöst.
Ein weiteres Ziel stellt die formale Spezifikation der deklarativen Anfragesprache dar. Die Anfragesprache beschränkt sich vorwiegend auf die Deklaration von Aufgabenträgern basierend auf Entitäten des Organisationsmodells. Entitäten sind Organisationseinheiten, Funktionseinheiten (Stellen und Rollen) und Aufgabenträger. Des Weiteren wird das Prinzip der Funktionstrennung (Separation of Duty) eingeführt, um Einschränkungen bei der Auswahl der Aufgabenträger festzulegen. Die Übergabe von Parametern aus betrieblichen Anwendungssystemen (hier aus Prozessinstanzen) wird durch die spezifizierte Anfragesprache ermöglicht. Die Menge der adäquaten Aufgabenträger kann über verschiedenartige Bedingungen auf der Basis von Attributen weiter konkretisiert werden.
Das Zusammenspiel der beiden Ansätze wird anhand eines adaptierten Geschäftsprozesses für die Abwicklung eines Reiseantrags demonstriert, der mit dem subjektorientierten Geschäftsprozessmanagement modelliert ist.

[67] Akteure sind die handelnden Aufgabenträger, die in ausgeführten Geschäftsprozessen den Subjekten entsprechen (vgl. [FSS+11, S. 44]).
[68] Siehe Teilproblem 1 (vollständige Enumeration) in Abschnitt 1.1.2.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Der wesentliche Beitrag zur Forschungsarbeit liegt in der Entwicklung einer Anfragesprache, die auf der Grundlage von aufbauorganisatorischen Entitäten Aufgabenträger deklariert. Einen weiteren Beitrag stellt die Einbindung in das subjektorientierte Geschäftsprozessmanagement dar. Dementsprechend bedient die Publikation P1 die folgenden Fragestellungen des übergeordneten Forschungsstrangs. Die Erkenntnisse der Publikation schaffen die Voraussetzung für die Beantwortung der Forschungsfrage 2, in der die Frage nach der Deklaration von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen gestellt wird. Insbesondere wird in der Publikation die Frage hinsichtlich der Zuweisung von Aufgabenträgern zu Aufgaben referenziert. Die Frage nach der praktischen Umsetzbarkeit des Metamodells mit der deklarativen Anfragesprache (siehe Forschungsfrage 5) wird durch die beispielhafte Umsetzung anhand des Reiseantrags zu Teilen beantwortet.

2.3 PUBLIKATION P2: WHO DOES WHAT – COMPARISON OF APPROACHES FOR THE DEFINITION OF AGENTS IN WORKFLOWS

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Publikation P2 motiviert sich durch den Beschaffungsantrag an der Hochschule Hof und die Notifikation von Agenten[69]. Eine präzise Adressierung der Agenten wird über statische funktionale Adressen realisiert. Die Einbeziehung von spezifischen Rollen und bestimmten Attributen (u.a. erworbenen Qualifikationen) stellt Anforderungen an eine konsistente Adressierung dar. Bei der Zuweisung von Agenten zu Aufgaben in Geschäftsprozessen kommt dem organisatorischen Kontext eine gewichtige Rolle zu. Die Zuweisung ist nicht ausschließlich abhängig vom Agenten sondern beispielsweise von der agierenden Funktionseinheit, die der Agent zur Laufzeit der Prozessinstanz innehat. Bei jeder aufbauorganisatorischen Änderung entsteht ein nicht zu unterschätzender Wartungsaufwand, um eine realitätsgetreue Abbildung der aufbauorganisatorischen Struktur sicherzustellen. Die korrekte Zuweisung von Agenten und eine umfassende Modellierbarkeit der aufbauorganisatorischen Strukturen ist essentiell für die Automatisierung von Geschäftsprozessen. Für den Vergleich zwischen dem rollenbasierten (RBAC), dem attributbasierten (ABAC) und dem entwickelten Ansatz werden Anforderungen herangezogen. Diese Anforderungen erstrecken sich über *statische* und *dynamische Rollen*, die *Repräsentation der Primär- und Sekundärorganisation*, *temporär valide Relationen*, die *Priorisierung* von Agenten, die Definition von *benutzerdefinierten Relationen* und die *Konfiguration des Lösungsraums*. Die Anforderungen bilden die Basis für den Vergleich und sind in der Publikation P2 (siehe [LSR13b, S. 75]) beschrieben.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Der Beitrag der Publikation P2 besteht aus der konzeptuellen Einbeziehung des organisatorischen Kontextes. Im Speziellen werden die agierende Funktionseinheit und die Inklusion von Attributen berücksichtigt. Die Attribute finden in der deklarativen Anfragesprache (siehe Abschnitt 2.2, Publikation P1) und zur Einschränkung von Relationen Verwendung. Die Publikation P2 geht somit partiell auf die Forschungsfrage 1 ein, da die Einschränkung von Relationen unter der Zuhilfenahme von Attributen eine konzeptuelle Erweiterung des Metamodells darstellt. Die Forschungsfrage 2 wird hinsichtlich der Definition von

[69] Agenten werden in diesem Zusammenhang als Synonym für Aufgabenträger verwendet. Der Begriff Agent ist in [Sel13] definiert.

Empfängern und der Aufgabenzuweisung weiter ergründet.

2.4 PUBLIKATION P3: CROSS-ORGANIZATIONAL AND CONTEXT-SENSITIVE MODELING OF ORGANIZATIONAL DEPENDENCIES IN $\mathcal{C} - \mathcal{ORG}$

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Publikation P3 nimmt teils Konzepte aus der Publikation P2 auf und spezifiziert die Sachverhalte im Detail. Die Einschränkung von Relationen wird durch die Einführung von Prädikaten[70] ermöglicht. Die den Relationen zugewiesenen Prädikate sind entscheidend für die Validität der Relationen. Damit ist das Traversieren des Organisationsmodells in Abhängigkeit von den mit den Prädikaten formulierten Kontexten, Parametern und Attributen sichergestellt. Die deklarative Anfragesprache speist die Kontexte und Parameter aus den betrieblichen Anwendungssystemen in das Organisationsmodell ein. Im Organisationsmodell findet bei der Traversierung ein Abgleich der übermittelten Kontexte und/oder Parameter mit den Prädikaten im Organisationsmodell statt. Das Ergebnis des vom Anwendungssystem überlieferten Sprachausdrucks ist die zutreffende Menge von adäquaten Aufgabenträgern. Die Einschränkung der Relationen über Attribute beruht hingegen ausschließlich auf Interna des Organisationsmodells. Attribute werden nicht aus den Anwendungssystemen übergeben, sondern Aufgabenträger des Organisationsmodells haben diese Attribute inne. Es besteht die Möglichkeit der Formulierung von Prädikaten, die Kombinationen aus Kontexten, Parametern und Attributen darstellen.
Die Einführung von Hyperkanten bewerkstelligt eine Einschränkung der Relationen in Bezug auf die agierende Funktionseinheit. Für eine Berücksichtigung der agierenden Funktionseinheit muss das jeweilige Anwendungssystem einen Sprachausdruck der Anfragesprache, der auf die eingenommene Funktionseinheit hinweist, an den Organisationsserver übermitteln. Die Traversierung in Abhängigkeit der agierenden Funktionseinheit verläuft analog zur Traversierung hinsichtlich von formulierten Prädikaten.
Des Weiteren soll die deklarative Anfragesprache die organisationsspezifischen Relationen (Vorgesetzter-, Stellvertreter- und Berichtsbeziehungen) berücksichtigen. Somit ist die Anfrage von Aufgabenträgern auf der Basis von organisationsspezifischen Relationen des Organisationsmodells möglich.
Ein weiterer Punkt ist die Einführung von externen Entitäten. Externe Entitäten erstrecken sich über Organisationseinheiten, Funktionseinheiten und Aufgabenträger und bezeichnen Entitäten aus interorganisatorischen Zusammenschlüssen. Aus der Perspektive des eigenen Unternehmens sind externe Entitäten jene Entitäten, die Partnerunternehmen in einem Zusammenschluss einbringen. Diese werden bei der interorganisatorischen Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen herangezogen. Für die Modellierung von interorganisatorischen Organisationsformen finden die internen und externen Entitäten Verwendung.
Der Ansatz wird an einem interorganisatorischen Geschäftsprozess demonstriert. Als Geschäftsprozess dient ein mit dem subjektorientierten Ansatz modellierter Einkaufsprozess, der die Subjekte Kunde, Händler und Lieferant enthält.

[70] Für eine Einführung des Begriffs siehe [Hof11, S. 113 ff.].

Einordnung in den Forschungsrahmen: Die wesentlichen Beiträge der Publikation P3 liegen in der Erweiterung des aufbauorganisatorischen Metamodells und der Einschränkung von Relationen auf der Grundlage von Prädikaten und/oder Hyperkanten. Die Einführung von externen Entitäten befähigt zur Abbildung von interorganisatorischen Organisationsformen und der Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen. Die Einschränkungen von Relationen liefern einen Beitrag hinsichtlich der Variantenvielfalt (siehe Abschnitt 1.1.2, Teilproblem 2), im Speziellen bei der Deklaration von Aufgabenträgern. Die Einbeziehung von organisationsspezifischen Relationen in der Anfragesprache unterstützt ebenfalls die Bewältigung der Variantenvielfalt. Die Publikation P3 trägt zur Beantwortung der Frage nach Elementen eines aufbauorganisatorischen Metamodells bei, siehe Forschungsfrage 1. Die prototypische Implementierung des Ansatzes (Metamodell, Organisationsmodell, Anfragesprache und Einschränkungen) und die praktische Umsetzung des Einkaufsprozesses fallen bei der Forschungsfrage 5 ins Gewicht. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der Ansatz der gesamten Forschungsarbeit unter dem Namen $\mathcal{C}-\mathcal{ORG}$ in der Wissenschaftslandschaft Anerkennung findet. Das Akronym steht für die englische Bezeichnung *Comprehensive ORGanization*.

2.5 PUBLIKATION P4: LOCAL-GLOBAL AGENT FAILOVER BASED ON ORGANIZATIONAL MODELS

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Motivation der Publikation P4 leitet sich aus der Beseitigung der Wartezeiten in laufenden Prozessinstanzen ab. Die Publikation geht auf die Problematik von modellierten, jedoch nicht verfügbaren Aufgabenträgern ein. Dies kann sowohl intra- als auch interorganisatorischen Bezug aufweisen. Für die Auswahl von adäquaten Stellvertretern wird die Wissenshierarchie des Organisationsmodells verwendet. Die Wissenshierarchie bildet generelle und spezielle Regelungen ab. Somit kann aufbauorganisatorisches Wissen auf unterschiedlichen Ebenen modelliert werden. Die Wissenshierarchie besteht aus der Template-, der Organisationseinheit-, der Funktionseinheit- und der Aufgabenträger-Ebene. Auf der Template-Ebene werden die generellen Inhalte, wie der allgemeine Aufbau einer Abteilung, modelliert. Die modellierten Inhalte dienen als Schablone bei der Abbildung von konkreten Abteilungen. Die Wiederverwendung von aufbauorganisatorischem Wissen nimmt bei der Modellierung einen substanziellen Platz ein. Die Organisationseinheit-Ebene charakterisiert die Regelungen für konkrete Organisationseinheiten (u.a. Abteilungen und Gruppen), die Funktionseinheit-Ebene für konkrete Funktionseinheiten (Stellen und Rollen) und die Ebene der Aufgabenträger für konkrete Aufgabenträger (personelle und maschinelle).
Die Regeln für die Verbindung von Entitäten im Organisationsmodell werden für die interorganisatorischen Organisationsformen erweitert. Interne und externe Entitäten können über organisationsspezifische und benutzerdefinierte Relationen in Beziehung gesetzt werden. Die Stellvertretung von Abteilungen (Organisationseinheits-Ebene) stellt beispielsweise ein realisierbares Szenario dar. Die Einführung von Schlingen für organisationsspezifische und benutzerdefinierte Relationen befähigt zur Modellierung von reflexiven Relationen[71]. Die gegenseitige Stellvertretung und die Abbildung von reflexiven Vorgesetztenbeziehungen sind konkrete Ausprägungen des Ansatzes. Das Vorgehen bringt somit eine Reduzierung des Wartungsaufwands und eine

[71] Für den Begriff reflexive Relation siehe [KN09, S. 11] und [Hof11, S. 45 ff.].

einfachere Darstellung mit sich. Die Menge von gegenseitig stellvertretenden Aufgabenträgern muss beispielsweise nicht mehr vollständig untereinander in Beziehung gesetzt werden, sondern wird über eine Schlinge auf der Funktionseinheit-Ebene bewerkstelligt.
Des Weiteren finden die benutzerdefinierten Relationen für die Modellierung von beliebigen Relationen zwischen Organisationen Verwendung. Ein Beispiel ist die Modellierung eines Rahmenvertrags zwischen einer Universität und einer Reiseagentur. Für derartige interorganisatorische Relationen, die für Teilbereiche eines Unternehmens oder gar das gesamte Unternehmen gelten, wurden Algorithmen für die Traversierung des Organisationsmodells formalisiert. Die Algorithmen legen unter anderem die implizite Stellvertretersuche im Organisationsmodell im Zusammenspiel mit der Wissenshierarchie fest. Somit ist eine Priorisierung bei der Suche nach passenden Aufgabenträgern implementiert. Lokale Regelungen (sozusagen auf „niedrigen" Wissenshierarchie-Ebenen) haben vor globalen („höheren") Vorrang.
Zugleich wurde die Anfragesprache für die Berücksichtigung von benutzerdefinierten Relationen erweitert. Daraus ergibt sich die Anfrage von Aufgabenträgern basierend auf benutzerdefinierten Relationen. Die Anfragesprache ermöglicht nun die Einbeziehung von organisationsspezifischen (siehe Abschnitt 2.4) und benutzerdefinierten Relationen.
Die Inhalte der Publikation P4 werden an einem Dienstreiseantrag mit der Beteiligung von drei Parteien in einem interorganisatorischen Szenario demonstriert.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Die Beiträge der Publikation P4 erstrecken sich auf Erweiterungen des aufbauorganisatorischen Metamodells und der deklarativen Anfragesprache. Bei dem Metamodell wurden unter anderem die Regeln für Relationen zwischen den Entitäten ausgebaut. Das betrifft Relationen in der Wissenshierarchie, im Speziellen die Abbildung von Schlingen, und Relationen zwischen internen und externen Entitäten. Die Erweiterung der Algorithmen für die Traversierung des Organisationsmodells und die einhergehende Berücksichtigung von Relationen in der Anfragesprache liefern weitere Beiträge zum Forschungsstrang. Die Modellierung und Beachtung von lokal und global gültigen Regelungen unterstützt ein umfassendes Portfolio. Die Erweiterungen des Metamodells tragen zu der Forschungsfrage 1 bei. Die Extension der deklarativen Anfragesprache und die verbundenen Algorithmen beantworten zu Teilen die Forschungsfrage 2 und spielen auf die Teilprobleme Variantenvielfalt (Teilproblem 2) und Inadäquatheit (Teilproblem 3) an. Die Frage nach der praktischen Umsetzbarkeit (Forschungsfrage 5) wird durch die Implementierung des interorganisatorischen Dienstreiseantrags sichergestellt. Die Zuweisung von Aufgabenträgern (Agenten) zu Swimlanes wurde anhand des Business Process Model and Notation (BPMN) Ansatzes weiter erforscht.

2.6 PUBLIKATION P5: PROPAGATION OF AGENTS TO TRUSTED ORGANIZATIONS

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Vorarbeiten der Publikation P3 (siehe Abschnitt 2.4) in Verbindung mit der Modellierung von interorganisationellen Organisationsformen geht zu großen Teilen in die Motivation der Publikation P5 ein. Die manuelle Pflege der externen Ausschnitte des Organisationsmodells soll einer automatisierten Propagierung weichen. Durch den Einsatz einer automatisierten Propagierung wird die Aktualität und damit Konsistenz der aufbau-

organisatorischen Strukturen stark gefördert. Externe aufbauorganisatorische Strukturen müssen nicht mehr innerhalb des Unternehmens gepflegt werden, sondern Unternehmen bekommen die Änderungen unmittelbar mit. Das zieht eine konsistente Rechtevergabe in interorganisatorischen Organisationsformen nach sich, und der fehlerbehaftete Wartungsaufwand hinsichtlich externer aufbauorganisatorischer Strukturen ist verschwindend gering. Die feingranulare Konfiguration der propagierten aufbauorganisatorischen Strukturen erfolgt über eine interne Sprache[72]. Somit werden ausschließlich aufbauorganisatorische Strukturen an die im interorganisatorischen Zusammenschluss befindlichen Unternehmen propagiert, die das jeweilige Unternehmen selbst spezifiziert hat. Eine Durchdringung der im Unternehmen geltenden Richtlinien zum Datenschutz wird durch diese Sprache ermöglicht.
Für die Propagierung von (Teil-)Graphen des Organisationsmodells wurde das Metamodell mit einem spezifischen Entitätentyp extendiert. Des Weiteren wurden neue Typen von Relationen in das Metamodell inkludiert. Diese sogenannten berechtigungsspezifischen Relationen werden für die Vergabe von modellinternen Rechten verwendet. Je nach interorganisatorischer Organisationsform kann zwischen dem Lesen von Elementen des Organisationsmodells und dem Bearbeitungsrecht, das das Lesen mit einschließt, differenziert werden. Die Erweiterungen des Metamodells umfassen ebenso die Regeln dafür, wie die Entitäten in Relation stehen dürfen. Über die berechtigungsspezifischen Relationen in Verbindung mit der Sprache für die Modellelemente können (Teil-)Graphen des Organisationsmodells propagiert werden. Die zu propagierenden Elemente umfassen Entitäten, Relationen und Attribute des Organisationsmodells. Die Propagierung der Elemente wird mit Sprachausdrücken in der Sprache für die Modellelemente formuliert und basiert auf deren Typen. Die für die Propagierung verwendeten Algorithmen stellen sicher, dass externe Elemente des Organisationsmodells nicht unbefugt weiter propagiert werden können. Einen weiteren Aspekt für die Vertrauenswürdigkeit von Inhalten und den Datenschutz stellt das Wegfallen des sogenannten „Mittelsmanns" (Broker) dar. Die propagierten Ausschnitte des Organisationsmodells werden direkt an das spezifizierte Unternehmen übermittelt.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Die Einführungen eines spezifischen Entitätentypes und der berechtigungsspezifischen Relationen bilden Beiträge für die Erweiterung des Metamodells. Somit tragen die Erweiterungen zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 bei. Die Sprache für Modellelemente, die berechtigungsspezifischen Relationen und die Algorithmen für die Propagierung gehen in die Ergründung der Forschungsfragen 3 und 4 ein. Sie leisten einen Beitrag hinsichtlich des Wartungsaufwands, der durch die automatische Propagierung reduziert wurde. Die in der Publikation P5 erarbeiteten Ansätze werden anhand eines Beispielszenarios erklärt und tragen zur Demonstration der praktischen Umsetzbarkeit bei (siehe Forschungsfrage 5).

2.7 PUBLIKATION P6: RESTRICTED RELATIONS BETWEEN ORGANIZATIONS FOR CROSS-ORGANIZATIONAL PROCESSES

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Publikation P6 beschäftigt sich mit der Abbildung von (Sicherheits-)Richtlinien in intra- und interorganisatorischen Organisationsformen. Diese Richtlinien sollen Wirksamkeit für wohlbestimmte Bereiche aufweisen. Das umfasst unter an-

[72] Diese interne Sprache wird fortan als Sprache für die Modellelemente bezeichnet.

derem Gruppen und Abteilungen, das gesamte Unternehmen beziehungsweise interorganisatorische Zusammenschlüsse. Beobachtungen im unternehmerischen Umfeld haben gezeigt, dass Richtlinien Einschränkungen unterliegen. Neben der Gültigkeit für bestimmte Bereiche im Unternehmen ist die Validität der Richtlinien abhängig von Kontexten. Kontexte können von beliebiger Natur sein. In der Publikation P6 besteht der Kontext einer Richtlinie für eine gesamte Universität in Bezug auf IT-Beschaffungen beispielsweise aus dem Prozesstyp Beschaffungsantrag (*PurchaseOrder*) und der Art der Beschaffung (*IT*). Somit ist die Richtlinie im Fall eines Beschaffungsantrags für Informationstechnik für einen bestimmten Bereich definiert. Richtlinien, wie zum Beispiel für Rahmenvertragspartner und weitere interorganisatorische Relationen, werden in dem Ansatz über benutzerdefinierte Relationen formal abgebildet. Die Positionierung der Relationen im Organisationsmodell gibt Aufschluss über den Bereich der Wirksamkeit. Einschränkungen der Validität von Richtlinien werden über die Sprache für Prädikate festgelegt. Diese interne Sprache wird aus dem konzeptionellen Ansatz der Publikation P3 (siehe Abschnitt 2.4) anhand einer kontextfreien Grammatik formalisiert. Die Sprache für Prädikate schließt ein Sprachelement (ε) für die Spezifikation von generell gültigen Relationen ein. Ein Beispiel ist die Relation zu einer Reinigungsfirma für ein Unternehmen. Das Reinigungsunternehmen ist für alle Reinigungsaufgaben zugelassen und unterliegt keinen Einschränkungen. Die Traversierung von Sprachausdrücken der Anfragesprache am Organisationsmodell wird an ausgewählten Beispielen erklärt. Spezielle Beachtung erfährt dabei die Traversierung von Relationen für Richtlinien inklusive der Einschränkungen. Die Demonstration beinhaltet einen interorganisatorischen Beschaffungsprozess. Dabei wird die Abhängigkeit vom Initiator des Prozesses und dem Kontext herausgestellt. Der Ansatz ermöglicht eine Differenzierung zwischen gleichen benutzerdefinierten Relationen. Ein Beispiel ist die Suche nach einem opportunen Hersteller für Scheinwerfer (vgl. [LSR14d, S. 74]). Die Ergebnisfindung – Menge von Aufgabenträgern – stützt sich auf die Unterscheidung von Kontexten der Relationen. Der dargestellte Ansatz für die Modellierung von beliebigen benutzerdefinierten Relationen kann bei der Abbildung von Rechten für physische Zugriffskontrollsysteme (z.B. softwarebasierte Türschlösser) eine Rolle spielen. Eine Putzfirma hätte nach der Modellierung der Richtlinie im Organisationsmodell unmittelbaren Zugang zu den Bereichen in den Unternehmen.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Die fundamentalen Beiträge der Publikation P6 sind die formale Abbildung von Richtlinien und die Formalisierung einer kontextfreien Sprache für Prädikate. Die Prädikate für die konditionale Einschränkung von intra- und interorganisatorischen Relationen gehen in die Beantwortung der Forschungsfrage 1 ein. Die Sprachausdrücke der Anfragesprache, die für die Anfrage von Aufgabenträgern in Bezug auf die Richtlinien Verwendung findet, tragen zu der Forschungsfrage 2 bei. Die Szenarien für die Definition von interorganisatorischen Richtlinien demonstrieren die Umsetzbarkeit des Ansatzes und wirken hinsichtlich der Forschungsfrage 5 beantwortend mit. Die Modellierung von Relationen/Richtlinien wirkt sich positiv auf den Wartungsaufwand bei aufbauorganisatorischen Änderungen aus (siehe Forschungsfragen 3 und 4). Neueinstellungen, Versetzungen und Beendigungen von Arbeitsverhältnissen werden im Organisationsmodell abgebildet. Die „neuen" Gegebenheiten (u.a. Ansprechpartner und Prozessbeteiligte) können ohne Änderungen in den betrieblichen Anwendungssystemen abgefragt werden.

2.8 PUBLIKATION P7: RESOURCE MANAGEMENT AND AUTHORIZATION FOR CLOUD SERVICES

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Problemstellung der Publikation P7 beschäftigt sich mit dem Management von Zugriffsrechten auf Ressourcen. Ressourcen sind in diesem Bezug unter anderem Daten, Software und Hardware. Die Verteilung der Ressourcen erstreckt sich auf die betrieblichen Anwendungssysteme, die innerhalb und/oder außerhalb des Unternehmens im Einsatz sind (siehe auch hybride Cloud-Umgebung). Die Rechtevergabe auf Ressourcen beruht basal auf internen sowie externen Aufgabenträgern. Eine konsistente Autorisierung ist mit den aktuellen Ansätzen nur schwer realisierbar (siehe Abschnitte 1.1.2 und 1.2).
Die vorrangige Zielstellung umfasst die Berücksichtigung von Ressourcen im Organisationsmodell. Das aufbauorganisatorische Metamodell wird durch die Entitätentypen für Ressourcen (*SYSTEM*) und Zugriffsrechte (*PERM*) erweitert. Durch den Entitätentyp für Ressourcen besteht die Abbildbarkeit und Strukturierung von Ressourcen. Der Entitätentyp für die Zugriffsrechte ist der Ausgangspunkt für die Vergabe von intra- und/oder interorganisatorischen (Zugriffs-)Rechten auf Ressourcen. Des Weiteren werden die Regeln für die berechtigungsspezifischen Relationen hinsichtlich der Rechtevergabe auf Ressourcen spezifiziert. Die Aufgabenträger, die Zugriffsrechte auf den Ressourcen haben, lassen sich über Sprachausdrücke der Anfragesprache beschreiben. Die erlaubte Operation auf einer Ressource wird über den Typ der berechtigungsspezifischen Relation modelliert. Für die Definition von Zugriffsrechten in interorganisatorischen Organisationsformen wird auf den Ansatz der Propagierung von externen aufbauorganisatorischen Strukturen aus der Publikation P5 zurückgegriffen (siehe Abschnitt 2.6). Somit ist die Abbildung der benötigten externen Organisationen im Organisationsmodell sichergestellt. Die externen Aufgabenträger sind für die Rechtevergabe durch die erwähnten Sprachausdrücke der Anfragesprache inkludiert. Der in der Publikation P7 vorgestellte Ansatz führt einen weiteren Typ für Relationen ein. Die Relationen für die Bereitstellung (*Deploy*) ermöglichen eine automatisierte Installation von betrieblichen Anwendungssystemen bei einem Cloud-Anbieter beziehungsweise Unternehmen. Die Autorisierung wird weiterhin von dem Unternehmen verwaltet, das die Ressourcen (u.a. Systeme) modelliert und die Rechte auf den Ressourcen zugewiesen hat. Somit wird eine Trennung der Authentifizierung (im betrieblichen Anwendungssystem) und der Autorisierung (über das Organisationsmodell) sichergestellt. In puncto Sicherheit liegt eine unbefugte Authentifizierung bei einem Anwendungssystem weiterhin im Rahmen des Möglichen. Die Autorisierung wird jedoch vom „Besitzer" der Ressource verwaltet, was eine Reduzierung der Sicherheitsbedrohung für die betrieblichen Anwendungssysteme zur Folge hat.
Die Nutzung von cloud-basierten Anwendungssystemen wird durch intra- und interorganisatorische Szenarien (zwei Unternehmen und ein Cloud-Anbieter) veranschaulicht. Ein firmeneigenes Datenbanksystem wird im Organisationsmodell modelliert. Die Rechte für dieses Datenbanksystem werden exemplarisch über einen Sprachausdruck der Anfragesprache an interne Aufgabenträger vergeben. Zusätzlich werden Rechte auf einem Workflow Management System festgelegt, auf dem interne und externe Aufgabenträger im Besitz von Berechtigungen sind. Das Workflow Management System wird bei einem Cloud-Anbieter bereitgestellt. Die Rechtevergabe bleibt, wie beschrieben, bei dem modellierenden Unternehmen.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Die Erweiterung des aufbauorganisatorischen Meta-

modells mit den Entitätentypen für die Ressourcen und Zugriffsrechte geht in die Beantwortung der Forschungsfrage 1 ein. Die Extension der Regeln für die strukturellen und berechtigungsspezifischen Relationen und die Einführung von Relationen für die Bereitstellung von Ressourcen (u.a. Systemen) sind ebenfalls für die Forschungsfrage 1 von Bedeutung. Die Forschungsfrage 5 wird durch die schrittweise Entwicklung eines Anwendungsszenarios in der Publikation P7 mit beantwortet. Ein geringerer Beitrag kann der Publikation zu den Forschungsfragen 2, 3 und 4 zugesprochen werden.

2.9 PUBLIKATION P8: HYPERGRAPH-BASED ACCESS CONTROL USING FORMAL LANGUAGE EXPRESSIONS – $\mathcal{HGAC}$

Kontext und Zielstellung der Publikation: Die Motivation der Publikation P8 beruht auf der Reduktion des Wartungsaufwands für die Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen. Neben der Erweiterung der deklarativen Anfragesprache und der Beschreibung mittels einer kontextfreien Grammatik wird die überarbeitete Grammatik der Sprache für Prädikate dargestellt. Die Anfragesprache und die Sprache für die Prädikate werden durch die formale Syntax und die informelle Semantik beschrieben. Die strukturierte Aggregation von Zugriffsrechten ist die hauptsächliche Zielstellung der Publikation P8 und wirkt sich positiv auf den Wartungsaufwand aus. Zugriffsrechte werden als Tripel bestehend aus Aufgabenträgern, Operationen und Objekten verstanden. Die Objekte können beliebiger Natur sein (u.a. Dateien, Verzeichnisse, Prozesse und Systeme). Die Aufgabenträger werden auf der Grundlage von Sprachausdrücken der Anfragesprache deklariert. Die (Hyper-)Kanten stellen die Operationen dar. Durch die Hyperkanten wird die Wiederverwendung respektive kollektive Nutzung von Sprachausdrücken der Anfragesprache gefördert. Die Hyperkanten erlauben eine Art hierarchische Strukturierung von Sprachausdrücken für die Zugriffsrechte. Der Ansatz beruht auf dem Zusammenspiel des Organisationsmodells mit dem Hypergraph, der die Rechtevergabe über die Anfragesprache und Hyperkanten bewerkstelligt. Ein Pfad im Hypergraph für ein spezifisches Zugriffsrecht besteht aus der Entität *Permission*, dem Objekt, auf dem eine Operation getätigt werden soll, und der Operation selbst. Die Sprachausdrücke auf einem Pfad werden aggregiert (mit `OR` konkateniert) und resultieren in der Menge der berechtigten Aufgabenträger. Somit wird eine operatororientierte (siehe Abschnitt 1.2) Definition von Zugriffsrechten favorisiert. Sprachausdrücke, die auf dem Pfad „nahe" an der *Permission*-Entität liegen, haben einen „höheren" Grad der Wiederverwendung als die Sprachausdrücke in der „Nähe" von konkreten Objekten.
Ein weiteres Ziel stellt der Vergleich von direkter, rollenbasierter und deklarativer Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen im Bezug auf den Wartungsaufwand bei Neueinstellungen, Versetzungen und dem Ausscheiden von Aufgabenträgern dar. Dabei wird die Berechnung des Wartungsaufwands unter der Berücksichtigung der Anzahl der betrieblichen Anwendungssysteme und Anwendungen im Unternehmen vollzogen.
Eine Fallstudie an einer Hochschule verdeutlicht die Problematik der aktuellen Ansätze (siehe Abschnitte 1.1.2 und 1.2) für die Rechtevergabe in Dateisystemen. Die Hochschule verwendet auf Grund der Vielzahl von Aufgabenträgern einen rollenbasierten Ansatz für die Definition der Zugriffsrechte. Die Ergebnisse der Studie weisen folgende Inkonsistenzen aus:

- Aufgabenträger besitzen multiple Zuweisungen zu verschiedenen technischen Rollen.
- Es existieren fehlerhafte Zuweisungen von Aufgabenträgern zu Rollen, die sich in Verletzungen von Sicherheitsrichtlinien auswirken. Ein Beispiel stellen die Zugriffsrechte für studentische Hilfskräfte dar, die fälschlicherweise teils Zugriffsrechte von wissenschaftlichen Mitarbeitern innehaben.
- Die Verwendung einer technischen ad-hoc-Rolle, die eine Referenz auf einen ausgeschiedenen Aufgabenträger beinhaltet.
- Die Existenz von Schein-Aufgabenträgern, die für das Testen von personifizierten Aufgabenträgern in zugewiesenen Rollen dienen.
- In dem Dateisystem besteht eine Mixtur von technischen und geschäftlichen Rollen.

Die praktische Umsetzung der Rechtevergabe mit dem hypergraphbasierten Ansatz wird anhand der Fallstudie demonstriert. Die (technischen und geschäftlichen) Rollen werden als Sprachausdrücke der Anfragesprache abgebildet und über die Hyperkanten strukturiert. Ergebnis der Anwendung des Ansatzes ist die Reduzierung des Wartungsaufwands bei der Einstellung, Versetzung und dem Ausscheiden von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungssystemen.

Einordnung in den Forschungsrahmen: Der Schwerpunkt der Publikation P8 liegt auf der Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4, die auf den Wartungsaufwand und die einhergehenden Auswirkungen abzielen. Der Ansatz der Rechtevergabe mittels Hypergraphen ist generischer Natur. Der Ansatz kann sowohl in einer Adapterkomponente für die Anbindung von Anwendungssystemen als auch auf Elemente innerhalb des Organisationsmodells für die Definition von Zugriffsrechten Verwendung finden (siehe Anhang A). Somit trägt der Ansatz zur Forschungsfrage 1 bei. Die Erweiterung beziehungsweise Überarbeitung der Anfragesprache (siehe Forschungsfrage 2) und Sprache für die Prädikate (siehe Forschungsfrage 1) bringen sich bei der Beantwortung der Forschungsfragen ein. Die Fallstudie und die damit verbundene Anwendung des hypergraphbasierten Ansatzes liefern einen Beitrag zur Forschungsfrage 5.

3 SCHLUSSBETRACHTUNG

3.1 BEITRAG DER ARBEIT

Die Tabelle 3.1 stellt eine Zusammenfassung der Bezüge der Kernpublikationen zu den Forschungsfragen dar. Die verwendete Notation beschränkt sich auf die Nummer der Kernpublikation (**Nr.**), die diesbezügliche **Referenz**, das Kürzel für die Forschungsfragen **FF** und die Kennzeichnungen für einen Beitrag ✓, einen geringen Beitrag (✓) und keinen Beitrag ✗ zu einer Forschungsfrage.

Tabelle 3.1: Beantwortung der Forschungsfragen mit den Kernpublikationen

Nr.	Referenz	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5
P1	[LSR13a]	✗	✓	(✓)	✗	✓
P2	[LSR13b]	✓	✓	✗	✗	(✓)
P3	[LSR14a]	✓	(✓)	✗	✗	✓
P4	[LSR14c]	✓	✓	(✓)	✗	✓
P5	[LRS14]	✓	(✓)	✓	✓	✓
P6	[LSR14d]	✓	✓	(✓)	(✓)	✓
P7	[LRS15]	✓	(✓)	(✓)	(✓)	✓
P8	[Law15]	✓	✓	✓	✓	✓

FF:	Forschungsfrage
✓:	Beitrag zur Forschungsfrage
(✓):	geringer Beitrag zur Forschungsfrage
✗:	kein Beitrag zur Forschungsfrage

Für die Beantwortung der Forschungsfrage 1, welche Elemente für ein aufbauorganisatorisches Metamodell benötigt werden, wurden die Kernpublikationen P2 bis P8 herangezogen (siehe auch Abschnitt 1.4.1). Das Metamodell umfasst die Möglichkeit, intra- und interorganisatorische Organisationsformen zu modellieren (siehe Abbildung 3.1, Beitrag B 9). In die konzipierte Modellierungssprache wurden unter anderem die Entitäten, Relationen und Attribute eingebunden. Somit ist die Modellierung der verschiedenen aufbauorganisatorischen Strukturen gewährleistet (Beitrag B 2). Die Gültigkeit von Relationen kann über die Sprache für Prädikate (Kontexte und Parameter aus Anwendungssystemen und Attribute der Aufgabenträger) und die Hyperkanten (agierende Funktionseinheit eines Aufgabenträgers) eingeschränkt werden (Beitrag B 10). Weitere Bestandteile des Metamodells sind die Wissenshierarchie (Beitrag B 1), die im Organisationsmodell zur Modellierung von verschiedenen Wissensebenen dient und bei der Priorisierung von Aufgabenträgern involviert ist (Beitrag B 11), die Propagierung von Ausschnitten des Organisationsmodells für interorganisatorische Organisationsformen (Beitrag B 12) und die Modellierung von (Sicherheits-)Richtlinien (Beitrag B 3). Die Einführung von Hypergraphen kann für die Rechtevergabe im Organisationsmodell Verwendung finden und stellt somit eine Erweiterung des Metamodells dar (Beitrag B 13).

Die Forschungsfrage 2 befasst sich mit der Betrachtung, wie organisatorische Aufgabenträger in betrieblichen Anwendungssystemen deklariert werden. Die Kernpublikationen P1, P2, P4, P6 und P8 in Verbindung mit den Abschnitten 1.2 und 1.4.2 gehen in die Beantwortung ein. Zu diesem Zweck wurde eine Recherche des Stands der Wissenschaft und Technik durchgeführt und als Teillösung der bestehenden Probleme eine deklarative Anfragesprache entwickelt (Beitrag B 8). Die deklarative Anfragesprache beruht auf der Einbeziehung von Elementen des Organisationsmodells, wie beispielsweise den Entitäten, Relationen und Attributen. Sie beschreibt Aufgabenträger auf der Basis von aufbauorganisatorischen Strukturen, um sie bei der Rechtevergabe in den betrieblichen Anwendungssystemen abzubilden. Somit liefert die Anfragesprache bei der Deklaration von Aufgabenträgern einen Beitrag zur Praxis (Beitrag B 7) und schafft die Voraussetzung für die Verwendung von aufbauorganisatorischem Wissen für betriebliche Anwendungssysteme (Beitrag B 1). Des Weiteren trägt die Anfragesprache zur Einbettung des Ansatzes in die subjektorientierte Geschäftsprozessmodellierung bei (Beitrag B 14).

Zu der Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4, die sich mit den Auswirkungen des aufbauorganisatorischen Metamodells respektive Organisationsmodells und der deklarativen Anfragesprache auf den Wartungsaufwand und die Änderungsproblematik in betrieblichen Anwendungssystemen beschäftigen, fanden die Kernpublikationen P5, P8 und die in Abschnitt 1.4 beschriebenen Inhalte vorrangig Berücksichtigung. Der durch die Neueinstellung, Versetzung und das Ausscheiden von Aufgabenträgern verursachte Wartungsaufwand in den betrieblichen Anwendungssystemen wurde durch das entwickelte Metamodell, die deklarative Anfragesprache und das Einbeziehen eines Organisationsservers (siehe Abschnitt 1.4.3) reduziert. Der Wartungsaufwand bei den erwähnten Änderungen beläuft sich einzig auf die Pflege der Gegebenheiten im Organisationsmodell. Die am Organisationsserver angebundenen Anwendungssysteme unterliegen keinen Änderungen. Das führt zu einer Vermeidung von Verletzungen der Sicherheitsrichtlinien auf Grund von Inkonsistenzen, die durch die Diskrepanz der Real- zur Modellwelt entstehen. Die Kernpublikation P8 beinhaltet die Gegenüberstellung von Ansätzen zur direkten, rollenbasierten und deklarativen Rechtevergabe hinsichtlich des Wartungsaufwands (Beitrag B 16) und liefert einen wesentlichen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen. Der Einsatz von Hypergraphen wirkt sich weiter positiv auf eine Reduzierung des Wartungsaufwands aus (Beitrag B 13).

Die Antwort auf die Forschungsfrage 5, die sich der praktischen Umsetzbarkeit des aufbauorganisatorischen Metamodells und der deklarativen Anfragesprache widmet, wird durch die Kernpublikationen P1, P3 bis P8 und die Abschnitte 1.4.3 und 1.4.4 beantwortet. Die Anwendung des aufbauorganisatorischen Metamodells beziehungsweise Organisationsmodells und der deklarativen Anfragesprache wurde in unterschiedlichen Szenarien demonstriert (Beitrag B 4). Darunter fällt die Rechtevergabe, wie die Definition von (Zugriffs-)Rechten, Aufgabenzuweisungen (u.a. in Geschäftsprozessen) und Empfängern, in betrieblichen Anwendungssystemen anhand der Deklaration von personellen und maschinellen Aufgabenträgern (Beiträge B 1 und B 7). Die Abbildung und als Resultat die Einhaltung von Sicherheitsrichtlinien werden durch den Forschungsansatz begünstigt (Beitrag B 5). Die Voraussetzung für die Modellierung von intra- und interorganisatorischen Organisationsformen ist durch das Organisationsmodell geschaffen, das auf dem Metamodell beruht (Beitrag B 6).

Die in der Konsolidierung des Stands der Wissenschaft und Technik (Beitrag B 15) eruierte Kernproblematik der inkonsistenten Zuweisung von Aufgabenträgern in betrieblichen Anwendungs-

systemen und der damit verbundene Wartungsaufwand (siehe Abschnitt 1.1.2) können durch den Forschungsansatz als gelöst bewertet werden. Die mit der Kernproblematik verbundenen Teilprobleme der Zuweisung von Aufgabenträgern über vollständige Enumeration (siehe Teilproblem 1), der benötigten Variantenvielfalt (siehe Teilproblem 2) und der Inadäquatheit der Ansätze (siehe Teilproblem 3) sind durch das aufbauorganisatorische Metamodell und die deklarative Anfragesprache passé.

Die Entkopplung der aufbauorganisatorischen Struktur aus den betrieblichen Anwendungssystemen und das logisch zentrale Vorhalten im Organisationsserver reduziert den Wartungsaufwand hinsichtlich aufbauorganisatorischer Änderungen auf das **eine** Organisationsmodell (siehe Abbildung 3.2). Die Zuweisung von Aufgabenträgern in den betrieblichen Anwendungssystemen, in den aktuellen Ansätzen vorrangig durch die direkte, rollenbasierte und attributbasierte Zuweisung bewerkstelligt, weicht der deklarativen Zuweisung von Aufgabenträgern. Die Aufgabenträger werden durch die deklarative Anfragesprache beschrieben und auf der Basis des Organisationsmodells ermittelt.

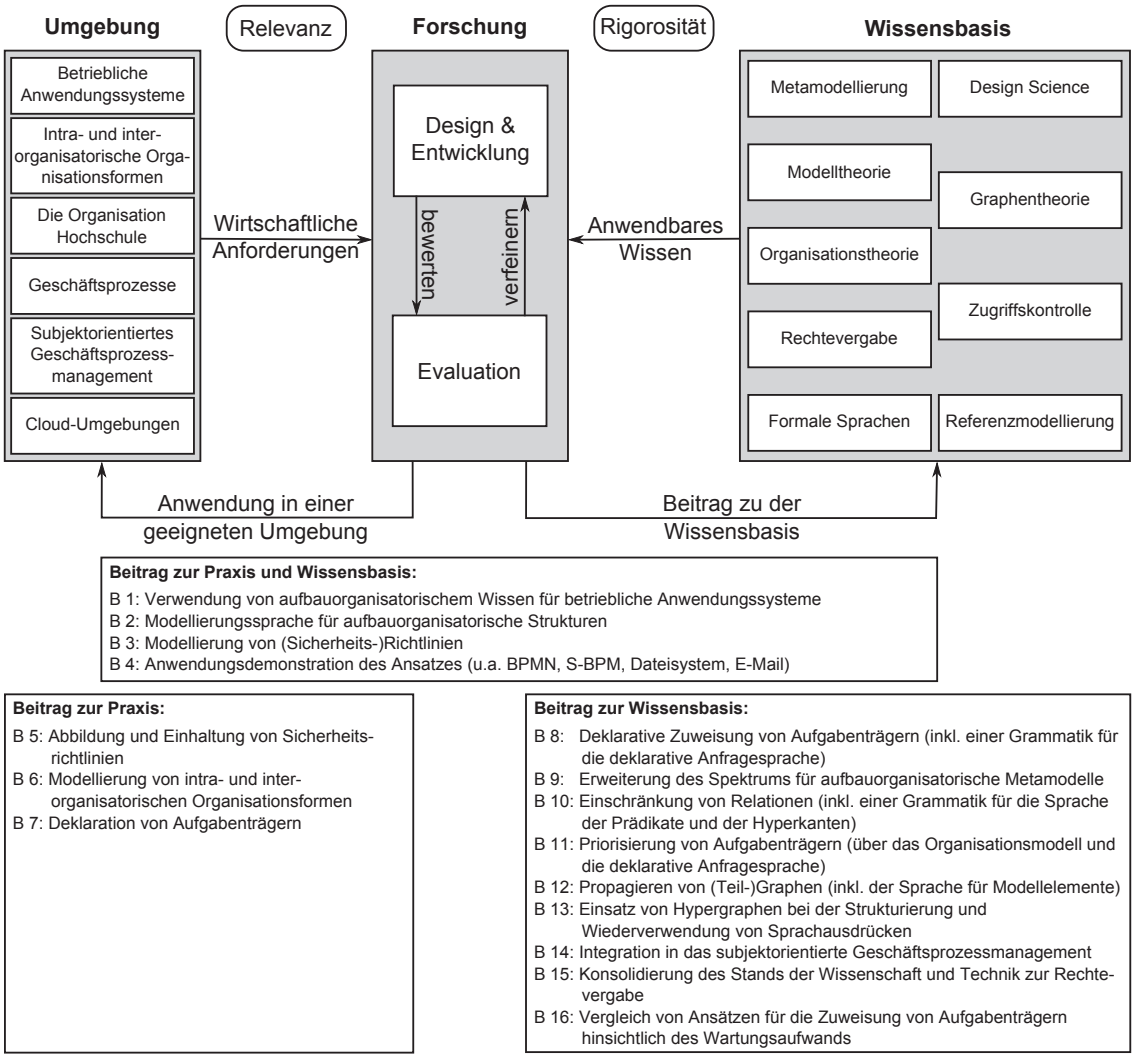

Abbildung 3.1: Wesentliche Beiträge der Forschungsarbeit

Das Forschungsziel (siehe Abschnitt 1.4), die Entwicklung eines intra- und interorganisationellen Metamodells für aufbauorganisatorische Strukturen und die deklarative Zuweisung von Aufga-

benträgern in betrieblichen Anwendungssystemen, kann als erfüllt bewertet werden. Die wissenschaftliche Arbeit wurde durch eine prototypische Implementierung eines Organisationsservers und der Anbindung an betriebliche Anwendungssysteme in die Praxis umgesetzt. Der Nutzen der Forschungsarbeit wurde in den Kernpublikationen (siehe Kapitel 2) und dem Abschnitt 1.4 herausgestellt.

Die Abbildung 3.1 stellt die wesentlichen Beiträge der Arbeit für die Praxis und Wissenschaft in einer Mischform aus den gestaltungsorientierten Forschungsrahmen von Hevner et al. und Peffers et al. dar (vgl. [HMPR04] und [PTRC07]). Im Mittelpunkt steht die Forschung mit dem Design und der Entwicklung des Artefakts und der Evaluation (u.a. in Form von Fallstudien). Die Bewertung des entwickelten Artefakts kann durch die Evaluation zu einer weiteren Verfeinerung führen. Die Ergebnisse der Forschung können in die Anwendung in einer geeigneten Umgebung und/oder in einen Beitrag zur Wissensbasis münden. Das Artefakt der Forschungsarbeit beruht auf praxisorientierten wirtschaftlichen Anforderungen (Relevanz) und dem anwendbaren Wissen aus der theoretischen Wissensbasis (Rigorosität).
Für das Design und die Entwicklung eines aufbauorganisatorischen Metamodells wurden im Wesentlichen Aspekte der Metamodellierung, der Modelltheorie, der Organisationstheorie (speziell Aufbauorganisationsformen), der Graphentheorie und der Referenzmodellierung aus der Wissensbasis verwendet. Bei der deklarativen Anfragesprache kamen Inhalte aus den Ansätzen der Zugriffskontrolle, der Rechtevergabe und den formalen Sprachen der theoretischen Informatik zum Einsatz. Die Sprachen für Prädikate und Modellelemente, die Bestandteile des Metamodells darstellen, bedienen sich ebenfalls den formalen Sprachen der theoretischen Informatik. Der Forschungsprozess der Arbeit folgt dem Ansatz des Design Science, der global bei der gesamten Forschungsarbeit Verwendung findet.
Die betrieblichen Anwendungssysteme, existierende intra- und interorganisatorische Organisationsformen, die Hochschule als Organisation, verschiedene Geschäftsprozesse (u.a. subjektorientierte Geschäftsprozesse) und Cloud-Umgebungen gehen in die Anforderungsanalyse mit ein. Die exzerpierten Anforderungen spielen neben den Anforderungen aus der Wissensbasis beim Design und der Entwicklung des Artefakts eine Rolle. Die Umgebung dient gleichzeitig als Anwendungsdomäne für das entwickelte Artefakt.

Die Abbildung 3.2 illustriert die Systemlandschaft mit der Ansiedlung der vorrangigen Forschungsergebnisse. Sie greift auf die Abbildung 1.1 aus dem Abschnitt 1.1.1 zurück und substituiert die *Aufbauorganisatorische Struktur* mit dem *Organisationsserver*. In der Abbildung 3.2 stellen die durchgezogenen Pfeile Anfragen an den Organisationsserver dar. Die Anfragen aus den angebundenen betrieblichen Anwendungssystemen sind als Sprachausdrücke in der Anfragesprache ($\mathcal{L}_{\mathcal{A}}$) formuliert. Der Organisationsserver gibt als Ergebnis (gestrichelter Pfeil) die Menge der Aufgabenträger beziehungsweise Liste der Attribut-Wert-Paare an das jeweilige betriebliche Anwendungssystem zurück. Die Basis ist das Organisationsmodell ($\mathcal{OM}$), das auf dem aufbauorganisatorischen Metamodell ($\mathcal{MM}$) beruht. Bei der Ermittlung von adäquaten Aufgabenträgern im Organisationsmodell sind die Sprachen für Prädikate ($\mathcal{L}_{\mathcal{P}}$) und für Modellelemente ($\mathcal{L}_{\mathcal{M}}$) involviert. Das betrifft die Anfrage von Aufgabenträgern und Rückgabe von Attribut-Wert-Paaren gleichermaßen (siehe Anhang B.1).

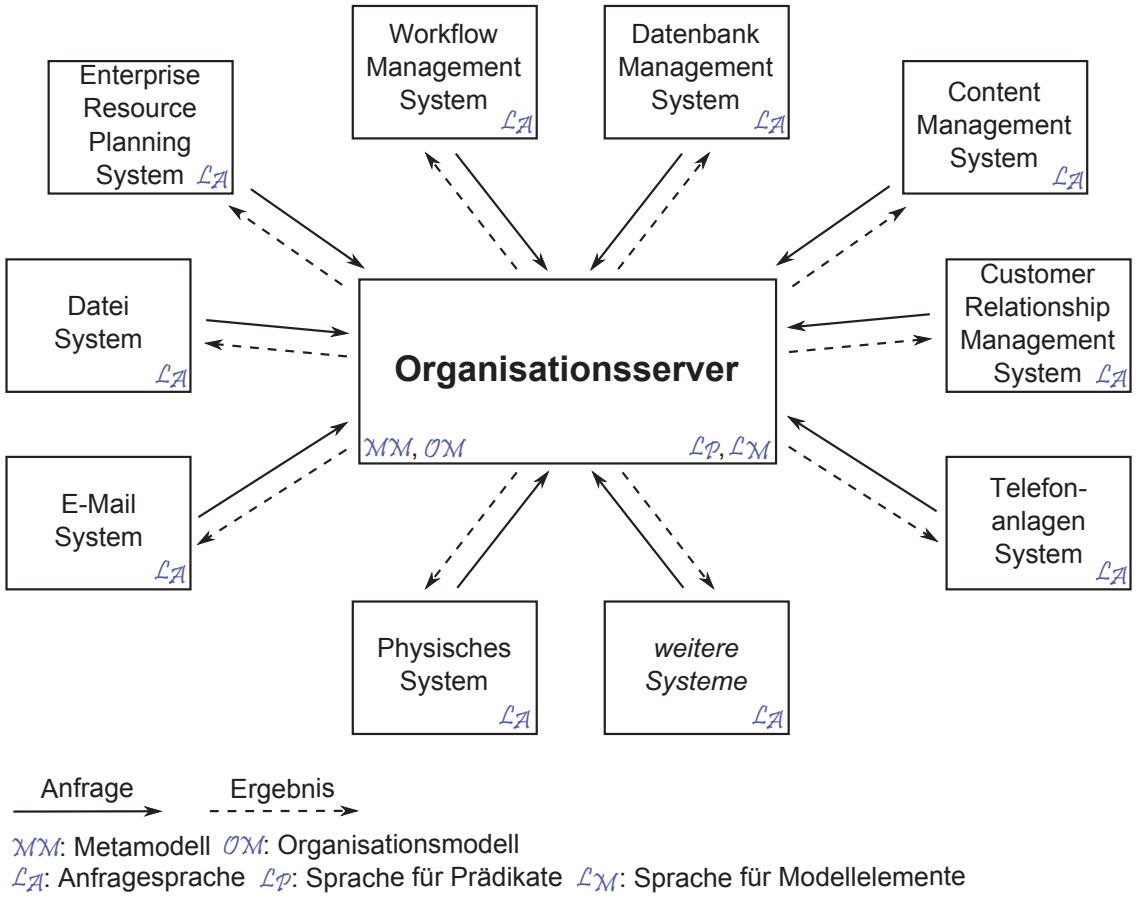

Abbildung 3.2: Systemlandschaft und Ansiedlung der Forschungsergebnisse

3.2 KRITISCHE WÜRDIGUNG UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Die qualitative Verbesserung bei der Rechtevergabe in betrieblichen Anwendungssystemen resultiert aus der Trennung von aufbauorganisatorischen Strukturen und den dedizierten Verwendungszwecken der betrieblichen Anwendungssysteme. Die Trennung wirkt sich positiv auf die Austauschbarkeit der betrieblichen Anwendungssysteme in den Unternehmen aus. Die wartungs- und kostenintensive Pflege aller aufbauorganisatorischen Strukturen in den einzelnen Anwendungssystemen entfällt. Die Modellierung der intra- und interorganisationellen Aufbauorganisationsformen wird auf der Grundlage des Metamodells bewerkstelligt. Die spezifischen Organisationsformen mit den im Unternehmen vorherrschenden Entitäten, Relationen und Attributen werden im Organisationsmodell abgebildet.

Das Organisationsmodell wird im Organisationsserver logisch zentral für die angebundenen betrieblichen Anwendungssysteme vorgehalten. Die mit dem Organisationsserver verbundenen Anwendungssysteme nutzen das Organisationsmodell als Basis für die Rechtevergabe. Das schließt die Definition von (Zugriffs-)Rechten, Aufgabenzuweisungen, Empfängern und Inhalten ein. Die angebundenen betrieblichen Anwendungssysteme umfassen das Microsoft Active Directory, die Workflow Management Systeme Bonita, Metasonic und Processmaker, ein Telefonanlagensys-

tem basierend auf Asterisk, eine PostgreSQL Datenbank, das Dateisystem in Linux und ein Content Management System.

Die betrieblichen Anwendungssysteme können beliebige Kontexte und Parameter in die Rechtevergabe einfließen lassen, die zu einer konsistenten Einhaltung der Sicherheitsrichtlinien beitragen. Für eine flächendeckende semantische Übereinstimmung von Kontexten und Parametern aus Anwendungssystemen und Kontexten und Parametern des Organisationsmodells besteht weiterer Forschungsbedarf. Die Lösung für das Problem könnte ein semantisches Netz sein, das als realisierte Komponente „zwischen" den Anwendungssystemen und dem Organisationsserver angesiedelt ist. Das semantische Netz sollte Synonyme für Kontexte und Parameter in Form eines semantischen Graphen formalisieren. Die Lösung könnte beispielsweise auf die semantische Gleichheit der Parameter `damage`, `Schadenshöhe` und `Betrag des Schadens` hinweisen. Das Beispiel zeigt simultan die Sprachunabhängigkeit in Bezug auf die Semantik auf.

Die Mächtigkeit des aufbauorganisatorischen Metamodells und der deklarativen Anfragesprache ermöglicht die Nutzbarkeit umfassender aufbauorganisatorischer Strukturen in betrieblichen Anwendungssystemen. Die Nützlichkeit respektive Praxisrelevanz des Artefakts ist unter anderem durch die Publikationen, den wissenschaftlichen Diskurs bei Tagungen und in Gesprächen mit Experten aus der Wissenschaft und Praxis in dem Forschungsgebiet sichergestellt. Eine großangelegte Fallstudie in mehreren Unternehmen könnte zum weiteren Nachweis der Nützlichkeit, Anwendbarkeit und Rentabilität des Artefakts beitragen.

Die Forschungsarbeit folgt in der vorrangig kumulativen Ausprägung im Wesentlichen der Konsenstheorie. Bei der vorliegenden Arbeit kommt neben der Konsenstheorie eine weitere Wahrheitstheorie zum Tragen. Die in der Arbeit enthaltenen Aspekte der Kohärenztheorie können durch eine Ausweitung weitere Beiträge liefern. Bereits enthaltene Aspekte der Kohärenztheorie sind unter anderem eine Literaturanalyse (vgl. [Fra06b]). Der Vergleich der aktuellen Ansätze kann durch eine formale metamodellbasierte Evaluation weiter angereichert werden (vgl. [FL04]).

Der Ansatz der Forschungsarbeit liefert einen Beitrag hinsichtlich des Wartungsaufwands in den betrieblichen Anwendungssystemen. Bei aufbauorganisatorischen Änderungen, wie der Einstellung, Versetzung und dem Ausscheiden von Aufgabenträgern, ist kein Wartungsaufwand in den Anwendungssystemen vonnöten. Das wird durch den Rückgriff auf das Organisationsmodell über die deklarative Anfragesprache bewerkstelligt. Bei der Umbenennung von Entitäten, benutzerdefinierten Relationen und Attributen im Organisationsmodell können Änderungen bei den Sprachausdrücken der Anfragesprache in den betrieblichen Anwendungssystemen anfallen. Für die Abfederung des Wartungsaufwands dienen die Konzepte für Makros und die Berücksichtigung der Template-Ebene in der Wissenshierarchie.
Makros tragen zur Wiederverwendung von Sprachausdrücken bei (siehe Anhang B.1). Eine zentrale Lokalisierung und Verwaltung der gekapselten Sprachausdrücke (Makros) im Organisationsmodell ermöglichen die Referenzierung dieser Sprachausdrücke in den Anwendungssystemen. Der Wartungsaufwand bei den erwähnten Umbenennungen beschränkt sich beim Einsatz von Makros auf deren Pflege. Die Verwendung in den Anwendungssystemen ist über die Bezeichnung der Makros sichergestellt. Das Makro mit der Bezeichnung *MakroWiMa* und dem Sprachausdruck `Wissenschaftliche Mitarbeiter(*)` stellt ein Beispiel hierfür dar. Alle wissenschaftlichen Mitarbeiter sind beispielsweise in der Einrichtung befähigt, Zugriffsrechte für wissenschaft-

liche Hilfskräfte in den betrieblichen Anwendungssystemen zu vergeben. Eine Änderung dieser Sicherheitsrichtlinie sieht dieses Privileg ausschließlich für wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung Management vor. Anstatt in jedem betrieblichen Anwendungssystem die Sprachausdrücke anzupassen, wird der Sprachausdruck des Makros *MakroWiMa* zu `Wissenschaftliche Mitarbeiter(Management)` abgeändert. Somit ist die Sicherheitsrichtlinie unmittelbar in allen betrieblichen Anwendungssystemen präsent. Die Tendenz bei der Deklaration von Sprachausdrücken in den betrieblichen Anwendungssystemen sollte nach der Darstellung der Vorteile zu Makros gehen.
Die Berücksichtigung der Template-Ebene beruht auf dem Zusammenspiel der erwähnten Wissenshierarchie-Ebene und dem Sprachkonstrukt `ABSTRACTION` (siehe Anhang B.1). Der Rückgriff auf das Sprachkonstrukt erlaubt Umbenennungen von Entitäten im Organisationsmodell, ausgenommen die Entitäten der Template-Ebene, ohne in den betrieblichen Anwendungssystemen Wartungsaufwand zu verursachen. Ein Beispiel lässt sich wie folgt darstellen: In der Template-Ebene wird eine allgemeine *Forschungsgruppe* mit dem *Forschungsgruppenleiter* und den *wissenschaftlichen Mitarbeitern* einer wissenschaftlichen Institution modelliert. Aus dem Template werden mehrere konkrete Forschungsgruppen wie *Informationsmanagement*, *Analytische Informationssysteme* usw. abgeleitet. Durch eine Umbenennung in einer konkreten Abteilung (bspw. *Forschungsgruppenleiter* zu *Vorsitzender der Forschungsgruppe*) ist die weitere Verwendung eines Sprachausdrucks `ABSTRACTION Forschungsgruppenleiter(Informationsmanagement)` ohne Änderungen möglich. Das wird durch den Rückgriff auf die extensionalen Relationen der Entitäten zur Template-Ebene sichergestellt.

Die Validität (Effektivität) des Ansatzes ist durch die Eignung und Anwendung in der zweckmäßigen Domäne nachgewiesen. Durch die Anforderungen der Praxis und theoretischen Wissensbasis ist die Validität gewährleistet. Die Anforderungsanalyse hinsichtlich der Wissensbasis wurde durch eine umfangreiche Literaturrecherche getätigt. Die Recherche enthält mannigfaltige Quellen, wie Literaturdatenbanken (u.a. ACM, IEEE und Springer), Fachbücher, Dissertationen, Tagungsbände (Proceedings), Journalbeiträge, technische Berichte und ausgewählte Internetseiten. Die Quellen fanden ebenso bei der Ergründung der Problemstellung in den aktuellen Ansätzen Verwendung. Die Verifikation der formalen Spezifikation ist durch die Implementierung eines Prototypen sichergestellt (siehe Anhang C).

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Entwicklung eines generischen Adapters bei der Anbindung beliebiger betrieblicher Anwendungssysteme an den Organisationsserver. Die Adapterkomponente ist für eine vereinfachte Rechtevergabe auf Objekten der betrieblichen Anwendungssysteme angedacht. Die Modellierungskomponente des Adapters dient als Bindeglied bei der Integration der Objekte und Definition von Rechten über den hypergraphbasierten Ansatz der Kernpublikation P8.
Des Weiteren soll die Implementierung einer grafischen Komponente (Widget) als Unterstützung bei der Formulierung von Sprachausdrücken vorangebracht werden. Die Komponente soll anhand der Auswahl von Elementen des Organisationsmodells bei der Generierung von Sprachausdrücken assistieren.
Die Mapping-Komponente des Organisationsservers (siehe Anhang C.2) soll erweitert werden, um Attributwerte aus den betrieblichen Anwendungssystemen mit Attributen des Organisationsmodells in Beziehung zu setzen. Somit können Attributwerte aus den vorgesehenen Anwendungssystemen herangezogen werden. Ein Beispiel stellt die Hinterlegung des Abwesenheitssta-

tus dar. Die von den Mitarbeitern der Verwaltung hinterlegte Information oder durch ein Zugangskartensystem erfasste Anwesenheit könnte somit direkt in das Organisationsmodell einfließen.

Zusammenfassend lässt sich dem vorgestellten Ansatz eine Einbeziehung in betriebliche Anwendungssysteme hinsichtlich der Rechtevergabe attestieren. Die Nutzung des Ansatzes deckt neben den betrieblichen Anwendungssystemen weitere Systeme ab, etwa physische Systeme (siehe Abschnitt 1.1.1 und Abbildungen 1.1 und 3.2). Das aufbauorganisatorische Metamodell des Ansatzes lässt sich auf weitere Bereiche anwenden. Der Ansatz kann bei der Modellierung von Relationen mit maschinellen Aufgabenträgern verwendet werden. Im Verbund mit der deklarativen Anfragesprache können beispielsweise Anfragen nach adäquaten Produktionsmaschinen, die bei der Planung der Belegung eingehen, formuliert werden. `*(Produktionshalle A).ATT.Auslastung < 20%` stellt eine solche Anfrage nach Aufgabenträgern dar. Alle Aufgabenträger in der *Produktionshalle A* mit einer *Auslastung* von weniger als 20% werden durch den Sprachausdruck adressiert. Somit ist die Verwendung des Ansatzes bei der Deklaration von maschinellen (und personellen) Aufgabenträgern unter anderem in Planungsphasen in Unternehmen möglich.
Die Stellvertretersuche ist bei auftretenden Ausfällen von maschinellen Aufgabenträgern von Nutzen. Die Modellierung der Stellvertretungen zwischen maschinellen Aufgabenträgern in den verschiedenen Wissenshierarchie-Ebenen trägt dazu bei. Durch die Definition von beliebigen benutzerdefinierten Relationentypen im aufbauorganisatorischen Metamodell können ambivalente Relationen im Organisationsmodell Verwendung finden. Das Organisationsmodell stellt somit ein Modell mit einem sehr umfangreichen Einsatzzweck dar. Durch die Anfragesprache lassen sich die modellierten Zusammenhänge für unterschiedlichste Zwecke nutzbringend einsetzen. Ein mögliches Einsatzgebiet ist unter anderem die Verwendung in den Ansätzen der Zugriffskontrollmodelle (siehe Abschnitt 1.2).
Die Zugriffskontrollmodelle basieren auf dem zugrundeliegenden Tupel (A, P, O) mit den Aufgabenträgern A, den Operationen P und den Objekten O (vergleiche Abschnitt 1.1.1). Bei der direkten Zuweisung von Aufgabenträgern sind die Aufgabenträger unter A im Tupel aufgeführt (siehe Abschnitt 1.2). Im Falle der rollenbasierten Zuweisung werden konkrete Aufgabenträger indirekt referenziert. Anstelle der direkten Benennung der Aufgabenträger wird die Rolle, die den Aufgabenträgern zugewiesen wurde, in A verwendet. Der vorgestellte Ansatz hingegen setzt auf Sprachausdrücke der deklarativen Anfragesprache, die in A Verwendung finden. Durch die Mächtigkeit des aufbauorganisatorischen Metamodells und der deklarativen Anfragesprache lassen sich somit Aufgabenträger umfassend anhand ihrer intra- und interorganisatorischer Strukturen beschreiben.

LITERATURVERZEICHNIS

[ABL83] ANCILOTTI, P. ; BOARI, M. ; LIJTMAER, N.: Language Features for Access Control. In: *IEEE Transactions on Software Engineering* SE-9 (1983), Nr. 1, S. 16–25. `http://dx.doi.org/10.1109/TSE.1983.236166`. – DOI 10.1109/TSE.1983.236166. – ISSN 0098–5589

[AGSG08] ANZURES-GARCIA, M. ; SANCHEZ-GALVEZ, L.A.: Group Organizational Structure Adaptation for Groupware Applications. In: *International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2008)*, 2008, S. 435–440

[AHLM10] AHN, Gail-Joon ; HU, Hongxin ; LEE, Joohyung ; MENG, Yunsong: Representing and Reasoning about Web Access Control Policies. In: *2010 IEEE 34th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2010. – ISSN 0730–3157, S. 137–146

[AK09] ASPRION, Petra ; KNOLMAYER, Gerhard: Compliance und ERP-Systeme: Eine bivalente Beziehung. In: *Controlling & Management* 53 (2009), Nr. 3, 40-47. `http://dx.doi.org/10.1365/s12176-012-0255-3`. – DOI 10.1365/s12176–012–0255–3. – ISSN 1614–1822

[And08] ANDERSON, Ross J.: *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems*. 2. Wiley Publishing, 2008. – ISBN 9780470068526

[AS12] ANWAR, H. ; SHIBLI, M.A: Attribute based access control in DSpace. In: *2012 7th International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCCT)*, 2012, S. 571–576

[Asp13] ASPRION, P.M.: *Funktionstrennung in ERP-Systemen: Konzepte, Methoden und Fallstudien*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. – ISBN 9783658000370

[AT08] ABDALLAH, A.E. ; TAKABI, H.: Integrating Delegation with the Formal Core RBAC Model. In: *Fourth International Conference on Information Assurance and Security (ISIAS '08)*, 2008, S. 33–36

[BE06] BRAUN, Robert ; ESSWEIN, Werner: Eine Methode zur Konzeption von Forschungsdesigns in der konzeptuellen Modellierungsforschung. In: SCHELP, Joachim (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; FRANK, Ulrich (Hrsg.) ; RIEGER, Bodo (Hrsg.) ; TUROWSKI, Klaus (Hrsg.): *Data Warehousing* Bd. 90, GI, 2006 (LNI). – ISBN 978–3–88579–184–3, 143-172

[Bec10] BECKER, Jörg: Prozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: ÖSTERLE, Hubert (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; BRENNER, Walter (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. St. Gallen, 2010, S. 13–18

[Ben06] BENANTAR, M.: *Access Control Systems: Security, Identity Management and Trust Models*. Springer, 2006 (Access Control Systems: Security, Identity Management and Trust Models). – ISBN 9780387004457

[BF13] BALASUBRAMANIAM, Jayalakshmi ; FONG, Philip W.: A white-box policy analysis and its efficient implementation. In: *Proceedings of the 18th ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2013 (SACMAT '13). – ISBN 978–1–4503–1950–8, 149–160

[BFG10] BECKER, Moritz Y. ; FOURNET, Cedric ; GORDON, Andrew D.: SecPAL: Design and semantics of a decentralized authorization language. In: *Journal of Computer Security* 18 (2010), Nr. 4, 619-665. `http://dx.doi.org/10.3233/jcs-2009-0364`. – DOI 10.3233/jcs–2009–0364

[BHKN03] BECKER, Jörg ; HOLTEN, Roland ; KNACKSTEDT, Ralf ; NIEHAVES, Björn: Wissenschaftstheoretische Grundlagen und ihre Rolle für eine konsensorientierte Informationsmodellierung. In: FRANK, U. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik*. Koblenz, 2003, S. 307–334

[Bib77] BIBA, K. J.: Integrity Considerations for Secure Computer Systems / MITRE Corp. ESD-TR-76-372. 1977. – Forschungsbericht. – 66 S.

[BLP76] BELL, E. D. ; LA PADULA, J. L.: *Secure computer system: Unified exposition and Multics interpretation*. Bedford, MA, 1976

[BN89] BREWER, D. F. C. ; NASH, Michael J.: The Chinese Wall Security Policy. In: *IEEE Symposium on Security and Privacy*, IEEE Computer Society, 1989. – ISBN 0–8186–1939–2, S. 206–214

[BN14] BAGBAN, Khaled ; NEBOT, Ricardo: Governance und Compliance im Cloud Computing. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 51 (2014), Nr. 3, 267-283. `http://dx.doi.org/10.1365/s40702-014-0049-5`. – DOI 10.1365/s40702–014–0049–5. – ISSN 1436–3011

[BNK04] BECKER, Jörg ; NIEHAVES, Björn ; KNACKSTEDT, Ralf: Bezugsrahmen zur epistemologischen Positionierung der Referenzmodellierung. In: BECKER, Jörg (Hrsg.) ; DELFMANN, Patrick (Hrsg.): *Referenzmodellierung*, Physika Verlag, 2004. – ISBN 3–7908–0245–X, S. 1–17

[BP06] BECKER, Jörg ; PFEIFFER, Daniel: Beziehungen zwischen behavioristischer und konstruktionsorientierter Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: AKCA, Naciye (Hrsg.) ; ZELEWSKI, Stephan (Hrsg.): *Fortschritt in den Wirtschaftswissenschaften – Wissenschaftstheoretische Grundlagen und exemplarische Anwendungen*. Wiesbaden : Deutscher Universitätsverlag, 2006, S. 39—57

[Bra09] BRAUN, R.: *Referenzmodellierung: Grundlegung und Evaluation der Technik des Modell-Konfigurationsmanagements*. Logos, 2009 (Advances in information systems and management science). – ISBN 9783832518943

[BRS08] BUCHER, Tobias ; RIEGE, Christian ; SAAT, Jan: Evaluation in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik-Systematisierung nach Erkenntnisziel und Gestaltungsziel. In: *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Arbeitsbericht* (2008), Nr. 120, S. 69–86

[BS00] BARKA, Ezedin ; SANDHU, R.: Framework for role-based delegation models. In: *16th Annual Conference on Computer Security Applications (ACSAC '00)*, 2000, S. 168–176

[BS03] BROY, M. ; STEINBRÜGGEN, R.: *Modellbildung in der Informatik*. Springer, 2003 (Xpert. press Series). – ISBN 9783540442929

[BSWS12] BAUMGRASS, A ; SCHEFER-WENZL, S. ; STREMBECK, M.: Deriving Process-Related RBAC Models from Process Execution Histories. In: *2012 IEEE 36th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW)*, 2012, S. 421–426

[BT03a] BEHR, Tom ; TYLL, Tobias: *Moderne Formen der Aufbauorganisation*. `http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/lehre/bwl-archiv/lehrbuch/kap3/mod_aufb/mod_aufb.PDF`. Version: 10 2003

[BT03b] BEHR, Tom ; TYLL, Tobias: *Traditionelle Formen der Aufbauorganisation*. `http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/lehre/bwl-archiv/lehrbuch/kap3/trad_aufb/trad_aufb.PDF`. Version: 10 2003

[BWW03] BULLINGER, H.J. ; WARNECKE, H.J. ; WESTKÄMPER, E. ; BULLINGER, Hans-Jörg (Hrsg.) ; WARNECKE, Hans-Jürgen (Hrsg.) ; WESTKÄMPER, Engelbert (Hrsg.): *Neue Organisationsformen im Unternehmen*. Berlin : Springer, 2003 (Engineering online library). – ISBN 9783540676102

[CDPOV09] COLANTONIO, Alessandro ; DI PIETRO, Roberto ; OCELLO, Alberto ; VERDE, Nino V.: A formal framework to elicit roles with business meaning in RBAC systems. In: *Proceedings of the 14th ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (SACMAT '09). – ISBN 978–1–60558–537–6, 85–94

[Che11] CHEN, Liang: *Analyzing and Developing Role-Based Access Control Models*, University of London, Diss., 2011

[CJBA09] CRIADO, Natalia ; JULIÁN, Vicente ; BOTTI, Vicente J. ; ARGENTE, Estefania: A Norm-Based Organization Management System. In: PADGET, Julian A. (Hrsg.) ; ARTIKIS, Alexander (Hrsg.) ; VASCONCELOS, Wamberto W. (Hrsg.) ; STATHIS, Kostas (Hrsg.) ; SILVA, Viviane T. (Hrsg.) ; MATSON, Eric T. (Hrsg.) ; POLLERES, Axel (Hrsg.): *COIN@AAMAS&IJCAI&MALLOW* Bd. 6069, Springer, 2009 (Lecture Notes in Computer Science). – ISBN 978–3–642–14961–0, 19-35

[CK08] CRAMPTON, Jason ; KHAMBHAMMETTU, Hemanth: Delegation in role-based access control. In: *International Journal of Information Security* 7 (2008), April, Nr. 2, 123–136. `http://dx.doi.org/10.1007/s10207-007-0044-8`. – DOI 10.1007/s10207–007–0044–8

[CMA00] COVINGTON, Michael J. ; MOYER, Matthew J. ; AHAMAD, Mustaque: Generalized Role-Based Access Control for Securing Future Applications / Georgia Institute of Technology. 2000. – Forschungsbericht

[CO11] CHIN, S.K. ; OLDER, S.B.: *Access Control, Security, and Trust: A Logical Approach*. Taylor & Francis, 2011 (Chapman & Hall/CRC Cryptography and Network Security Series). – ISBN 9781584888635

[CPS12] CHENG, Yuan ; PARK, Jaehong ; SANDHU, Ravi: A User-to-User Relationship-Based Access Control Model for Online Social Networks. Version: 2012. `http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31540-4_2`. In: CUPPENS-BOULAHIA, Nora (Hrsg.) ; CUPPENS, Frederic (Hrsg.) ; GARCIA-ALFARO, Joaquin (Hrsg.): *Data and Applications Security and Privacy XXVI* Bd. 7371. Springer Berlin Heidelberg, 2012. – DOI 10.1007/978–3–642–31540–4_2. – ISBN 978–3–642–31539–8, 8-24

[CW87] CLARK, David D. ; WILSON, David R.: A Comparison of Commercial and Military Computer Security Policies. In: *IEEE Symposium on Security and Privacy* (1987), S. 184. `http://dx.doi.org/http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/SP.1987.10001`. – DOI http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/SP.1987.10001. – ISSN 1540–7993

[CW13] COYNE, Ed ; WEIL, Timothy R.: ABAC and RBAC: Scalable, Flexible, and Auditable Access Management. In: *IT Professional* 15 (2013), Nr. 3, S. 14–16. `http://dx.doi.org/http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2013.37`. – DOI http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2013.37. – ISSN 1520–9202

[CWWC09] CHEN, Hsing-Chung ; WANG, Shiuh-Jeng ; WEN, Jyh-Horng ; CHEN, Chung-Wei: Temporal and Location-Based RBAC Model. In: *Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC (NCM '09)*, 2009, S. 2111–2116

[CYWM10] CHE, Yanzhe ; YANG, Qiang ; WU, Chunming ; MA, Lianhang: BABAC: An Access Control Framework for Network Virtualization Using User Behaviors and Attributes. In: *2010 IEEE/ACM International Conference on Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and Green Computing and Communications (GreenCom)*, 2010, S. 747–754

[CZ11] CHEN, Yan ; ZHANG, Lin: Research on role-based dynamic access control. In: *Proceedings of the 2011 iConference*. New York, NY, USA : ACM, 2011 (iConference '11). – ISBN 978–1–4503–0121–3, 657–660

[DBK15] DOBRAJSKA, Magdalena ; BILLINGER, Stephan ; KARIM, Samina: Delegation Within Hierarchies: How Information Processing and Knowledge Characteristics Influence the Allocation of Formal and Real Decision Authority. In: *Organization Science* (2015), S. 1–18. `http://dx.doi.org/10.1287/orsc.2014.0954`. – DOI 10.1287/orsc.2014.0954. – ISSN 1047–7039

[Dec11] DECKER, Michael: *Modellierung ortsabhängiger Zugriffskontrolle für mobile Geschäftsprozesse*. KIT Scientific Publishing, 2011 (Schriftenreihe). – ISBN 9783866447325

[Den76] DENNING, Dorothy E.: *A Lattice Model of Secure Information Flow*. 1976

[DeT02] DETREVILLE, J.: Binder, a logic-based security language. In: *2002 IEEE Symposium on Security and Privacy*, 2002. – ISSN 1081–6011, S. 105–113

[EBS12] EASA, F.R. ; BAFGHI, A.G. ; SHAKERI, H.: A group-based trust propagation method. In: *2012 2nd International eConference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*, 2012, S. 313–317

[End04] ENDL, Rainer: *Regelbasierte Entwicklung betrieblicher Informationssysteme. Gestaltung flexibler Informationssysteme durch explizite Modellierung der Geschäftslogik*, Bern, Diss., 2004. http://www.ie.iwi.unibe.ch/publikationen/books/

[Eng14] ENGELS, Gregor ; KURBEL, Karl (Hrsg.) ; BECKER, Jörg (Hrsg.) ; GRONAU, Norbert (Hrsg.) ; SINZ, Elmar (Hrsg.) ; SUHL, Leena (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online Lexikon*. Oldenbourg Verlag, Online. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/technologien-methoden/Sprache/Modellierungssprache. Version: 2014. – (Abruf: 20.01.2015)

[Ess99] ESSWEIN, Werner: Klassifikation und Typisierung in betrieblichen Analysemodellen. Version: 1999. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-12433-8_5. In: GAUL, Wolfgang (Hrsg.) ; SCHADER, Martin (Hrsg.): *Mathematische Methoden der Wirtschaftswissenschaften*. Physica-Verlag HD, 1999. – DOI 10.1007/978–3–662–12433–8_5. – ISBN 978–3–662–12434–5, 49-56

[FB09] FERRINI, Rodolfo ; BERTINO, Elisa: Supporting RBAC with XACML+OWL. In: *Proceedings of the 14th ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (SACMAT '09). – ISBN 978–1–60558–537–6, 145–154

[FBK99] FERRAIOLO, David F. ; BARKLEY, John F. ; KUHN, D. R.: A role-based access control model and reference implementation within a corporate intranet. In: *ACM Trans. Inf. Syst. Secur.* 2 (1999), February, 34–64. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/300830.300834. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/300830.300834. – ISSN 1094–9224

[FHLZ09] FAN, Yanfang ; HAN, Zhen ; LIU, Jiqiang ; ZHAO, Yong: A Mandatory Access Control Model with Enhanced Flexibility. In: *International Conference on Multimedia Information Networking and Security (MINES '09)* Bd. 1, 2009, S. 120–124

[Fis10] FISCHER, Christian: Auf dem Weg zu Kriterien zur Auswahl einer geeigneten Evaluationsmethode für Artefakte der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: KLINK, Stefan (Hrsg.) ; KOSCHMIDER, Agnes (Hrsg.) ; MEVIUS, Marco von (Hrsg.) ; OBERWEIS, Andreas (Hrsg.): *EMISA* Bd. 172, GI, 2010 (LNI). – ISBN 978–3–88579–266–6, 101-115

[FK95] FERRAIOLO, David ; KUHN, Richard: Role-Based Access Control (RBAC): Features and Motivations. (1995). http://csrc.nist.gov/rbac/

[FKC03] FERRAIOLO, David ; KUHN, Richard ; CHANDRAMOULI, Ramaswamy: *Role-based Access Control*. Artech House, 2003 (Artech House computer security series). – ISBN 9781580533706

[FL02] FETTKE, Peter ; LOOS, Peter: Methoden zur Wiederverwendung von Referenzmodellen - Übersicht und Taxonomie. In: BECKER, Jörg (Hrsg.) ; KNACKSTEDT, Ralf (Hrsg.): *Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Modelle - Erfahrungen. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik)*. 2002, S. 9–33. – Münster

[FL04] FETTKE, Peter ; LOOS, Peter: Entwicklung eines Bezugsrahmens zur Evaluierung von Referenzmodellen - Langfassung eines Beitrages. 2004. – Arbeitspapier

[Fra06a] FRANK, Ulrich: Evaluation of Reference Models. In: FETTKE, Peter (Hrsg.) ; LOOS, Peter (Hrsg.): *Reference Modeling for Business Systems Analysis*, Idea Group, 2006, 118-140

[Fra06b] FRANK, Ulrich: Towards a pluralistic conception of research methods in information systems research / University Duisburg-Essen, Institute for Computer Science and Business Information Systems (ICB). Version: 2006. `http://EconPapers.repec.org/RePEc:zbw:udeicb:7`. 2006 (7). – ICB Research Reports

[Fra07] FRANK, Ulrich: Ein Vorschlag zur Konfiguration von Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik. In: LEHNER, Franz (Hrsg.) ; ZELEWSKI, Stephan (Hrsg.): *Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik*, GITO, Berlin, 2007, S. 158–185

[Fra09] FRANK, Ulrich: Die Konstruktion möglicher Welten als Chance und Herausforderung der Wirtschaftsinformatik. In: BECKER, Jörg (Hrsg.) ; KRCMAR, Helmut (Hrsg.) ; NIEHAVES, Björn (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Heidelberg : Physica, 2009, 167-180

[Fra10] FRANK, Ulrich: Zur methodischen Fundierung der Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: ÖSTERLE, Hubert (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; BRENNER, Walter (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. St. Gallen, 2010, S. 35–44

[Fra11a] FRANK, Ulrich: MEMO Organisation Modelling Language (1): Focus on Organisational Structure. In: *ICB-Research Report* (2011), Nr. 48

[Fra11b] FRANK, Ulrich: MEMO Organisation Modelling Language (2): Focus on Business Processes. In: *ICB-Research Report* (2011), 12, Nr. 49

[Fra12] FRANK, Ulrich ; KURBEL, Karl (Hrsg.) ; BECKER, Jörg (Hrsg.) ; GRONAU, Norbert (Hrsg.) ; SINZ, Elmar (Hrsg.) ; SUHL, Leena (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online Lexikon*. Oldenbourg Verlag, Online. `http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/uebergreifendes/Forschung-in-WI/Konstruktionsorientierter-Forschungsansatz`. Version: 2012. – (Abruf: 20.05.2015)

[Fre00] FRESE, E.: *Grundlagen der Organisation.: Konzept - Prinzipien - Strukturen.* Gabler, 2000 (Gabler Lehrbuch). – ISBN 9783409316880

[Fro08] FROESCHLE, Hans-Peter: Glossar Compliance & Risk Management. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 45 (2008), Nr. 5, 117-118. http://dx.doi.org/10.1007/BF03341256. – DOI 10.1007/BF03341256. – ISSN 1436–3011

[FS06] FERSTL, O.K. ; SINZ, E.J.: *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. Oldenbourg, 2006 (Bd. 1). – ISBN 9783486579420

[FSG+01] FERRAIOLO, David F. ; SANDHU, Ravi ; GAVRILA, Serban ; KUHN, D. R. ; CHANDRAMOULI, Ramaswamy: Proposed NIST standard for role-based access control. In: *ACM Transactions on Information and System Security* 4 (2001), August, 224–274. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/501978.501980. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/501978.501980. – ISSN 1094–9224

[FSS+11] FLEISCHMANN, Albert ; SCHMIDT, Werner ; STARY, Christian ; OBERMEIER, Stefan ; BÖRGER, Egon: *Subjektorientiertes Prozessmanagement - Mitarbeiter einbinden, Motivation und Prozessakzeptanz steigern.* Hanser, 2011. – 1–430 S. – ISBN 978–3–446–42707–5

[FT15] FEESS, Eberhard ; THOMMEN, Jean-Paul: *Gabler Wirtschaftslexikon*. Springer Gabler Verlag, Online. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/2759/konstruktivismus-v8.html. Version: 2015. – (Abruf: 14.07.2015)

[Ful01] FULDA, H.: *Neue Organisationsformen und ihre informationstechnische Realisierung*, Diss., 2001

[GF12] GOLDSTEIN, Anat ; FRANK, Ulrich: A language for Multi-Perspective Modelling of IT Security: Objectives and Analysis of Requirements, 2012. – Proceedings of Security Business Processes 2012, Tallinn, Estonia. LNBIP volume 0132, Springer

[Gie04] GIETZ, Peter: Identity Management an deutschen Hochschulen. In: KNOP, Jan von (Hrsg.) ; HAVERKAMP, Wilhelm (Hrsg.) ; JESSEN, Eike (Hrsg.): *DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze* Bd. 55, GI, 2004 (LNI). – ISBN 3–88579–384–9, 485

[GLPN93] GALLO, Giorgio ; LONGO, Giustino ; PALLOTTINO, Stefano ; NGUYEN, Sang: Directed Hypergraphs and Applications. In: *Discrete Appl. Math.* 42 (1993), April, Nr. 2-3, 177–201. http://dx.doi.org/10.1016/0166-218X(93)90045-P. – DOI 10.1016/0166–218X(93)90045–P. – ISSN 0166–218X

[Gos06] GOSLAR, K.: *Ein Integrations- und Darstellungsmodell für verteilte und heterogene kontextbezogene Informationen*, Technische Universität Dresden, Diss., 2006

[GPSW06] GOYAL, Vipul ; PANDEY, Omkant ; SAHAI, Amit ; WATERS, Brent: Attribute-based Encryption for Fine-grained Access Control of Encrypted Data. In: *Proceedings of the 13th ACM Conference on Computer and Communications Security*. New York, NY, USA : ACM, 2006 (CCS '06). – ISBN 1–59593–518–5, 89–98

[GSW12] GRÜNENDAHL, R.T. ; STEINBACHER, A.F. ; WILL, P.H.L.: *Das IT-Gesetz: Compliance in der IT-Sicherheit: Leitfaden für ein Regelwerk zur IT-Sicherheit im Unternehmen*. Vieweg+Teubner Verlag, 2012. – ISBN 9783834816801

[GYK13] GOO, Jahyun ; YIM, Myung-Seong ; KIM, Dan J.: A Path Way to Successful Management of Individual Intention to Security Compliance: A Role of Organizational Security Climate. In: *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 2013. – ISSN 1530–1605, S. 2959–2968

[Hat12] HATTORI, Shun: Context-aware query control for secure spaces. In: *Journal of Computer Technology and Application (JCTA), David Publishing* 3 (2012), Nr. 2, S. 130–139

[HB10] HAI-BO, Shen: A Semantic- and Attribute-Based Framework for Web Services Access Control. In: *2010 2nd International Workshop on Intelligent Systems and Applications (ISA)*, 2010, S. 1–4

[HC10] HEVNER, Alan ; CHATTERJEE, Samir: *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. 1st. Springer Publishing Company, Incorporated, 2010. – ISBN 1441956522, 9781441956521

[Hel12] HELLINGRATH, Bernd ; KURBEL, Karl (Hrsg.) ; BECKER, Jörg (Hrsg.) ; GRONAU, Norbert (Hrsg.) ; SINZ, Elmar (Hrsg.) ; SUHL, Leena (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online Lexikon*. Oldenbourg Verlag, Online. `http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/crm-scm-und-electronic-business/Supply-Chain-Management/-Lieferketten--Steuerung--Kontrolle-und-Uberwachung-von/index.html/?searchterm=supply%20chain%20management`. Version: 2012. – (Abruf: 22.02.2015)

[Hes10] HESS, Thomas: Erkenntnisgegenstand der (gestaltungsorientierten) Wirtschaftsinformatik. In: ÖSTERLE, Hubert (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; BRENNER, Walter (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. St. Gallen, 2010, S. 7–12

[HFE+09] HSIEH, G. ; FOSTER, K. ; EMAMALI, G. ; PATRICK, G. ; MARVEL, L.: Using XACML for Embedded and Fine-Grained Access Control Policy. In: *International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES '09)*, 2009, S. 462–468

[HFG10] HU, V.C. ; FERRAIOLO, D. ; GAVRILA, S.: Specification of attribute relations for access control policies and constraints using Policy Machine. In: *2010 Sixth International Conference on Information Assurance and Security (IAS)*, 2010, S. 32–35

[HFK+14] HU, Vincent C. ; FERRAIOLO, David ; KUHN, Rick ; FRIEDMAN, Arthur R. ; LANG, Alan J. ; COGDELL, Margaret M. ; SCHNITZER, Adam ; SANDLIN, Kenneth ; MILLER, Robert ; SCARFONE, Karen: Guide to Attribute Based Access Control (ABAC) Definition and Considerations. 2014

[Hil97] HILL, Hermann: Neue Organisationsformen in der Staats- und Kommunalverwaltung. In: SCHMIDT-ASSMANN, Hoffmann-Riem (Hrsg.): *Verwaltungsorganisationsrecht als Steuerungsressource*, 1997, S. 65–101

[Hil10] HILDMANN, Thomas: *Umfassendes Autorisierungsmanagement*, Technische Universität Berlin, Diss., 2010

[HM97] HEILMANN, Heidi ; MUNZ, Dietmar: Die Integration der Aufbauorganisation in Workflow-Management-Systeme: Konzeption eines Metamodells und Entwicklung eines Prototyps / Universitätsbibliothek der Universität Stuttgart. Version: 1997. http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/1999/385. Holzgartenstr. 16, 70174 Stuttgart, 1997. – Forschungsbericht

[HMN15] HANSEN, Hans R. ; MENDLING, Jan ; NEUMANN, Gustaf: *Wirtschaftsinformatik (11. Aufl.)*. de Gruyter, 2015 (De Gruyter Studium). – ISBN 978–3–11–033528–6

[HMPR04] HEVNER, Alan R. ; MARCH, Salvatore T. ; PARK, Jinsoo ; RAM, Sudha: Design science in information systems research. In: *Management Information Systems Quarterly* 28 (2004), Nr. 1, 75-106. http://www.hec.unil.ch/yp/HCI/articles/hevner04.pdf

[Hof11] HOFFMANN, Dirk W.: *Theoretische Informatik*. 2., aktualisierte Auflage. München : Carl Hanser Verlag, 2011. – 431 S. – La couv. porte: Extra: mit kostenlosem E-book

[HWZ+10] HE, Zhengqiu ; WU, Lifa ; ZHANG, Haisu ; ZHENG, Chenghui ; ZENG, Xiaoguang: Research of Access Control Policy Based on Context and Role for Web Service. In: *2010 International Conference of Information Science and Management Engineering (ISME)* Bd. 1, 2010, S. 457–462

[HYMLWD12] HONG-YUE, Liu ; MIAO-LEI, Deng ; WEI-DONG, Yang: A Context-Aware Fine-Grained Access Control Model. In: *2012 International Conference on Computer Science Service System (CSSS)*, 2012, S. 1099–1102

[HZAWS93] HARS, A. ; ZIMMERMANN, V. ; A.-W-SCHEER: *Entwicklungslinien für die computergestützte Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation*. 1993

[JBG02] JOSHI, J.B.D. ; BERTINO, E. ; GHAFOOR, A.: Hybrid role hierarchy for generalized temporal role based access control model. In: *26th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2002)*, 2002. – ISSN 0730–3157, S. 951–956

[JBG05] JOSHI, J.B.D. ; BERTINO, E. ; GHAFOOR, A.: An analysis of expressiveness and design issues for the generalized temporal role-based access control model. In: *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing* 2 (2005), Nr. 2, S. 157–175. http://dx.doi.org/10.1109/TDSC.2005.18. – DOI 10.1109/TDSC.2005.18. – ISSN 1545–5971

[JBLG01] JOSHI, James B. D. ; BERTINO, Elisa ; LATIF, Usman ; GHAFOOR, Arif: TRBAC: A Temporal Role -based Access Control Model. In: *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)* (2001)

[JBLG05] JOSHI, James B D. ; BERTINO, E. ; LATIF, U. ; GHAFOOR, A: A generalized temporal role-based access control model. In: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 17 (2005), Jan, Nr. 1, S. 4–23. http://dx.doi.org/10.1109/TKDE.2005.1. – DOI 10.1109/TKDE.2005.1. – ISSN 1041–4347

[JCB11] JING, Minghui ; CAI, Hongming ; BU, Fenglin: Flexible Organization Structure-Based Access Control Model and Application. In: *2011 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference (APSCC)*, 2011, S. 1–8

[JKS12] JIN, Xin ; KRISHNAN, Ram ; SANDHU, Ravi: A Unified Attribute-Based Access Control Model Covering DAC, MAC and RBAC. Version: 2012. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31540-4_4. In: CUPPENS-BOULAHIA, Nora (Hrsg.) ; CUPPENS, Frederic (Hrsg.) ; GARCIA-ALFARO, Joaquin (Hrsg.): *Data and Applications Security and Privacy XXVI* Bd. 7371. Springer Berlin Heidelberg, 2012. – DOI 10.1007/978–3–642–31540–4_4. – ISBN 978–3–642–31539–8, 41-55

[JKW03] JEONG, Min-A ; KIM, Jung-Ja ; WON, Yonggwan: A flexible database security system using multiple access control policies. In: *Proceedings of the Fourth International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT'2003)*, 2003, S. 236–240

[JM08] JUNG, R. ; MYRACH, T.: *Quo vadis Wirtschaftsinformatik?: Festschrift für Prof. Gerhard F. Knolmayer zum 60. Geburtstag*. Gabler Verlag, 2008 (Gabler Edition Wissenschaft). – ISBN 9783834911452

[JSW01] JABLONSKI, Stefan ; SCHLUNDT, Michael ; WEDEKIND, Hartmut: Eine generische Komponente zur rechnergestützten Nutzung von Aufbauorganisationen. In: *Informatik Forschung und Entwicklung* 16 (2001), Nr. 1, 23-34. http://dx.doi.org/10.1007/PL00009140. – DOI 10.1007/PL00009140. – ISSN 0178–3564

[Kar10] KARAGIANNIS, Dimitris: Welche Rolle kann bzw. soll die IT bei der Umsetzung und Unterstützung gestaltungsorientierter WI-Forschung spielen? In: ÖSTERLE, Hubert (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; BRENNER, Walter (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. St. Gallen, 2010, S. 45–50

[Ker02] KERN, A.: Advanced features for enterprise-wide role-based access control. In: *18th Annual Computer Security Applications Conference*, 2002. – ISSN 1063–9527, S. 333–342

[KMRM12] KRIGLSTEIN, S. ; MANGLER, J. ; RINDERLE-MA, S.: Who is who: On visualizing organizational models in Collaborative Systems. In: *2012 8th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom)*, 2012, S. 279–288

[KN09] KRUMKE, Sven O. ; NOLTEMEIER, Hartmut ; SANDTEN, Ulrich (Hrsg.) ; HOFFMANN, Kerstin (Hrsg.): *Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen*. 2., aktualisierte Auflage. Teubner Verlag, 2009 (Leitfäden der Informatik). – 408 S. – ISBN 978–3–8348–0629–1

[Kos13] KOSIOL, Erich: *Organisation der Unternehmung*. Gabler Verlag, 2013 (Die Wirtschaftswissenschaften). – ISBN 9783322900326

[Krc10] KRCMAR, Helmut: *Informationsmanagement*. Berlin; Heidelberg : Springer, 2010. – 789 S. – ISBN 9783642042850 3642042856

[KS09] KRIHA, W. ; SCHMITZ, R.: *Sichere Systeme: Konzepte, Architekturen und Frameworks*. Springer, 2009 (Xpert. press Series). – ISBN 9783540789581

[KS12] KHAN, M.F.F. ; SAKAMURA, K.: Context-aware access control for clinical information systems. In: *2012 International Conference on Innovations in Information Technology (IIT)*, 2012, S. 123–128

[KSG10] KUMAR, Ravi ; SURAL, Shamik ; GUPTA, Arobinda: Mining RBAC roles under cardinality constraint. In: *Proceedings of the 6th international conference on Information systems security*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2010 (ICISS'10). – ISBN 3–642–17713–1, 978–3–642–17713–2, 171–185

[Kug07] KUGBLENU, Francis M.: *Separation of Duty in Role Based Access Control System: A Case Study*, School of Engineering, Blekinge Institute of Technology, Diplomarbeit, 2007

[Lam71] LAMPSON, Butler W.: Protection. In: *Proceedings of the 5th Princeton Conference on Information Sciences and Systems*, 1971

[Law14] LAWALL, Alexander: Rollenmanagement und Rechteverwaltung. Version: 2014. `http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-152320`. In: CLAUS, Thorsten (Hrsg.) ; SEIDEL, Niels (Hrsg.): *Werkstatt europäischen Denkens – 20 Jahre Internationales Hochschulinstitut Zittau*. Dresden : TUDpress, 2014, 95-99

[Law15] LAWALL, Alexander: Hypergraph-based Access Control using Formal Language Expressions - HGAC. In: *DATA 2015 - Proceedings of 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications, Colmar, Alsace, France, 20-22 July, 2015.*, 2015, 267–278

[Law16] LAWALL, Alexander: Hypergraph-Based Access Control Using Organizational Models and Formal Language Expressions – HGAC. In: HELFERT, Markus (Hrsg.) ; HOLZINGER, Andreas (Hrsg.) ; BELO, Orlando (Hrsg.) ; FRANCALANCI, Chiara (Hrsg.): *Data Management Technologies and Applications - Fourth International Conference, DATA 2015, Colmar, Alsace, France, July 20-22, 2015, Revised Selected papers*, Springer International Publishing, 2016 (Communications in Computer and Information Science). – ISBN 9783319301624

[LGF00] LI, Ninghui ; GROSOF, Benjamin N. ; FEIGENBAUM, Joan: Delegation Logic: A Logic-based Approach to Distributed Authorization. In: *ACM Transactions on Information and System Security* 6 (2000), S. 2003

[Li11] LI, Yan: A Modeling Method of Role-Based Team Organization Structure in E-Business. In: *2011 International Conference on Management and Service Science (MASS)*, 2011, S. 1–4

[Liu13] LIU, Zidong: *A Flexible Role-Based Delegation Model and Its Application in Healthcare Information System*, University of Toledo, Diss., 2013

[LLS10] LAUDON, K.C. ; LAUDON, J.P. ; SCHODER, D.: *Wirtschaftsinformatik: Eine Einführung*. Pearson Studium, 2010 (Always learning). – ISBN 9783827373489

[LRS11] LAWALL, Alexander ; REICHELT, Dominik ; SCHALLER, Thomas: Intelligente Verzeichnisdienste. In: BARTON, Thomas (Hrsg.) ; ERDLENBRUCH, Burkard (Hrsg.) ; HERRMANN, Frank (Hrsg.) ; MÜLLER, Christian (Hrsg.): *Herausforderungen an die*

Wirtschaftsinformatik: Betriebliche Anwendungssysteme. Berlin : News & Media, 2011 (AKWI 2011). – ISBN 978–3–936527–26–1, 87–100

[LRS14] LAWALL, Alexander ; REICHELT, Dominik ; SCHALLER, Thomas: Propagation of Agents to Trusted Organizations. In: *2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)* Bd. 3, 2014, S. 433–439

[LRS15] LAWALL, Alexander ; REICHELT, Dominik ; SCHALLER, Thomas: Resource Management and Authorization for Cloud Services. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management*. New York, NY, USA : ACM, 2015 (S-BPM ONE '15). – ISBN 978–1–4503–3312–2, 18:1–18:8

[LSR12] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: An Approach towards Subject-Oriented Access Control. In: STARY, Christian (Hrsg.): *S-BPM ONE (Scientific Research)* Bd. 104, Springer, 2012 (Lecture Notes in Business Information Processing). – ISBN 978–3–642–29132–6, 33-42

[LSR13a] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Integration of Dynamic Role Resolution within the S-BPM Approach. In: FISCHER, Herbert (Hrsg.) ; SCHNEEBERGER, Josef (Hrsg.): *S-BPM ONE* Bd. 360, Springer, 2013 (Communications in Computer and Information Science). – ISBN 978–3–642–36754–0, 21-33

[LSR13b] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Who Does What – Comparison of Approaches for the Definition of Agents in Workflows. In: *2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)* Bd. 3, 2013, S. 74–77

[LSR14a] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Cross-Organizational and Context-Sensitive Modeling of Organizational Dependencies in C-ORG. In: *S-BPM ONE (Scientific Research)*. Heidelberg : Springer-Verlag, 2014, S. 89–109

[LSR14b] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Enterprise Architecture: A Formalism for Modeling Organizational Structures in Information Systems. Version: 2014. `http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-44860-1_5`. In: BARJIS, Joseph (Hrsg.) ; PERGL, Robert (Hrsg.): *Enterprise and Organizational Modeling and Simulation* Bd. 191. Springer Berlin Heidelberg, 2014. – DOI 10.1007/978–3–662–44860–1_5. – ISBN 978–3–662–44859–5, 77-95

[LSR14c] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Local-Global Agent Failover Based on Organizational Models. In: *2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)* Bd. 3, 2014, S. 420–427

[LSR14d] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik: Restricted Relations between Organizations for Cross-Organizational Processes. In: *2014 IEEE 16th Conference on Business Informatics (CBI)* Bd. 2, 2014, S. 74–80

[LSR15] LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas ; REICHELT, Dominik ; FLEISCHMANN, Albert (Hrsg.) ; SCHMIDT, Werner (Hrsg.) ; STARY, Christian (Hrsg.): *Role and Rights Management*. Bd. 1. Springer International Publishing, 2015. – 171 – 185 S. – ISBN 978–3–319–17541–6

[LZHL10] LONG, Yi-Hong ; ZHI-HONG, Tang ; LIU, Xu: Attribute mapping for cross-domain access control. In: *2010 International Conference on Computer and Information Application (ICCIA)*, 2010, S. 343–347

[MLL+09] MOLLOY, Ian ; LI, Ninghui ; LI, Tiancheng ; MAO, Ziqing ; WANG, Qihua ; LOBO, Jorge: Evaluating role mining algorithms. In: *Proceedings of the 14th ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (SACMAT '09). – ISBN 978–1–60558–537–6, 95–104

[Mol08] MOLITORISZ, Korbinian: *Rollenmodelle für die Zugriffskontrolle in Unternehmen*, Diplomarbeit, 2008

[Mos03] MOSCHGATH, Marie-Luise: *Kontextabhängige Zugriffskontrolle für Anwendungen im Ubiquitous Computing*, TU Darmstadt, Diss., Juni 2003. `http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/333/`

[MS95] MARCH, Salvatore T. ; SMITH, Gerald F.: Design and Natural Science Research on Information Technology. In: *Decis. Support Syst.* 15 (1995), Dezember, Nr. 4, 251–266. `http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2`. – DOI 10.1016/0167–9236(94)00041–2. – ISSN 0167–9236

[MS12] MEIER, A. ; STORMER, H.: *eBusiness & eCommerce*. Springer Berlin Heidelberg, 2012 (SpringerLink : Bücher). – 300 S. – ISBN 9783642298028

[MSSN04] MENDLING, Jan ; STREMBECK, Mark ; STERMSEK, Gerald ; NEUMANN, Gustaf: An Approach to Extract RBAC Models from BPEL4WS Processes. In: *Proceedings of the 13 th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WET ICE 2004)*, 2004, S. 1–6

[MT08] MÜLLER, Günter ; TERZIDIS, Orestis: IT-Compliance und IT-Governance. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 50 (2008), Nr. 5, 341-343. `http://dx.doi.org/10.1007/s11576-008-0074-5`. – DOI 10.1007/s11576–008–0074–5. – ISSN 0937–6429

[NS02] NEUMANN, Gustaf ; STREMBECK, Mark: A scenario-driven role engineering process for functional RBAC roles. In: *SACMAT '02: Proceedings of the seventh ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2002. – ISBN 1–58113–496–7, 33–42

[NS03] NEUMANN, Gustaf ; STREMBECK, Mark: An Approach to Engineer and Enforce Context Constraints in an RBAC Environment. In: *In Proc. of the 8th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies (SACMAT)*, ACM Press, 2003, S. 65–79

[OBF+10] OSTERLE, Hubert ; BECKER, Jörg ; FRANK, Ulrich ; HESS, Thomas ; KARAGIANNIS, Dimitris ; KRCMAR, Helmut ; LOOS, Peter ; MERTENS, Peter ; OBERWEIS, Andreas

; SINZ, Elmar J.: Memorandum on design-oriented information systems research. In: *European Journal of Information Systems* 20 (2010), Nr. 1, S. 7–10

[OJ07] OUYANG, Kai ; JOSHI, J.B.D.: CT-RBAC: A Temporal RBAC Model with Conditional Periodic Time. In: *IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC 2007)*, 2007. – ISSN 1097–2641, S. 467–474

[O'K14] O'KEEFE, R.: Design Science, the design of systems and Operational Research. In: *J Oper Res Soc* 65 (2014), May, Nr. 5, 673–684. http://dx.doi.org/10.1057/jors.2012.175. – ISSN 0160–5682

[Okh15] OKHRIN, Irena ; KURBEL, Karl (Hrsg.) ; BECKER, Jörg (Hrsg.) ; GRONAU, Norbert (Hrsg.) ; SINZ, Elmar (Hrsg.) ; SUHL, Leena (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online Lexikon*. Oldenbourg Verlag, Online. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/crm-scm-und-electronic-business/Supply-Chain-Management/index.html/?searchterm=supply%20chain%20management. Version: 2015. – (Abruf: 20.04.2015)

[OSM00] OSBORN, Sylvia ; SANDHU, Ravi ; MUNAWER, Qamar: Configuring role-based access control to enforce mandatory and discretionary access control policies. In: *ACM Trans. Inf. Syst. Secur.* 3 (2000), Mai, Nr. 2, 85–106. http://dx.doi.org/10.1145/354876.354878. – DOI 10.1145/354876.354878. – ISSN 1094–9224

[PDMP05] PRIEBE, Torsten ; DOBMEIER, Wolfgang ; MUSCHALL, Björn ; PERNUL, Günther: ABAC - Ein Referenzmodell für attributbasierte Zugriffskontrolle. In: FEDERRATH, Hannes (Hrsg.): *Sicherheit* Bd. 62, GI, 2005 (LNI). – ISBN 3–88579–391–1, 285-296

[Pog07] POGUNTKE, W.: *Basiswissen IT-Sicherheit: das Wichtigste für den Schutz von Systemen und Daten*. W3L-Verlag, 2007 (IT lernen). – ISBN 9783937137650

[PTG+06] PEFFERS, Ken ; TUUNANEN, Tuure ; GENGLER, Charles E. ; ROSSI, Matti ; HUI, Wendy ; VIRTANEN, Ville ; BRAGGE, Johanna: The Design Science Research Process: A Model for Producing and Presenting Information Systems Research. 2006. – Forschungsbericht

[PTRC07] PEFFERS, Ken ; TUUNANEN, Tuure ; ROTHENBERGER, Marcus ; CHATTERJEE, Samir: A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: *J. Manage. Inf. Syst.* 24 (2007), Dezember, Nr. 3, 45–77. http://dx.doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302. – DOI 10.2753/MIS0742–1222240302. – ISSN 0742–1222

[PXK09] PINAGAPANI, S. ; XU, Dianxiang ; KONG, Jun: A Comparative Study of Access Control Languages. In: *Third IEEE International Conference on Secure Software Integration and Reliability Improvement (SSIRI 2009)*, 2009, S. 407–412

[QhY11] QING-HAI, Bai ; YING, Zheng: Study on the access control model in information security. In: *Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference (CSQRWC 2011)* Bd. 1, 2011, S. 830–834

[RAJ08] RAVARI, A.N. ; AMINI, M. ; JALILI, R.: A Semantic aware Access Control model with real time constraints on history of accesses. In: *International Multiconference on Computer Science and Information Technology (IMCSIT 2008)*, 2008, S. 827–836

[RAJHJ08] RAVARI, A.N. ; AMINI, M. ; JALILI, R. ; HAADI JAFARIAN, J.: A history based semantic aware access control model using logical time. In: *11th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT 2008)*, 2008, S. 43–50

[RBA10] RASHID, Z. ; BASIT, A ; ANWAR, Z.: TRDBAC: Temporal reflective database access control. In: *2010 6th International Conference on Emerging Technologies (ICET)*, 2010, S. 337–342

[RLS15] REICHELT, Dominik ; LAWALL, Alexander ; SCHALLER, Thomas: Inter-Organizational Case Assignment Based on Agent Attributes and Functions. In: *2015 IEEE 17th Conference on Business Informatics (CBI)*, 2015

[RS88] ROBINSON, D.C. ; SLOMAN, M.S.: Domain-based access control for distributed computing systems. In: *Software Engineering Journal* 3 (1988), Nr. 5, S. 161–170. – ISSN 0268–6961

[San92] SANDHU, Ravi S.: The Typed Access Matrix Model. In: *Proceedings of the 1992 IEEE Symposium on Security and Privacy*. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 1992 (SP '92). – ISBN 0–8186–2825–1, 122–136

[San93] SANDHU, Ravi S.: *Lattice-Based Access Control Models*. 1993

[San96] SANDHU, Ravi: Rationale for the RBAC96 family of access control models. In: *Proceedings of the first ACM Workshop on Role-based access control*. New York, NY, USA : ACM, 1996 (RBAC '95). – ISBN 0–89791–759–6

[San08] SANDHU, R.: The ASCAA Principles for access control interpreted for collaboration systems. In: *International Symposium on Collaborative Technologies and Systems (CTS 2008)*, 2008, S. 532–532

[San12] SANDHU, Ravi: *The authorization leap from rights to attributes: Maturation or chaos?* `http://profsandhu.com/miscppt/pst_120716.pptx`. Version: 2012

[San15] SANDHU, Ravi: *Attribute-Based Access Control Models and Beyond*. `http://www.profsandhu.com/miscppt/ait_abac_150603.pdf`. Version: 2015

[SCFY96] SANDHU, R.S. ; COYNE, E.J. ; FEINSTEIN, H.L. ; YOUMAN, C.E.: Role-based access control models. In: *Computer* 29 (1996), Feb, Nr. 2, S. 38–47. `http://dx.doi.org/10.1109/2.485845`. – DOI 10.1109/2.485845. – ISSN 0018–9162

[Sch98] SCHALLER, Thomas: *Organisationsverwaltung in CSCW-Systemen*, Universität Bamberg, Diss., 1998

[Sch09] SCHÖNHERR, A.: *Paradigma und Autorisierungskonzepte organisationsübergreifender elektronischer Patientenakten*. Lang, 2009 (Europäische Hochschulschriften / 41: Informatik). – ISBN 9783631586679

[Sch12] SCHREYÖGG, G.: *Grundlagen Der Organisation*. Gabler Verlag, 2012 (SpringerLink: Bücher). – ISBN 9783834969477

[Sch13] SCHÜTTE, Reinhard: *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Gabler Verlag, 2013 (neue betriebswirtschaftliche forschung (nbf)). – ISBN 9783663102335

[Sel13] SELLAMI, Hedia M.: Can the Agent Based Modeling Represent the OER. In: *Web Intelligence*, IEEE Computer Society, 2013, S. 16–22

[Seu02] SEUFERT, Steffen E.: *Die Zugriffskontrolle*, Bamberg, Univ., Diss., 2002, Diss., 2002. – XVII, 274 S.

[SEW11] SONEHARA, Noboru ; ECHIZEN, Isao ; WOHLGEMUTH, Sven: Isolation im Cloud-Computing und Mechanismen zum Schutz der Privatsphäre. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 53 (2011), Nr. 3, 151-158. `http://dx.doi.org/10.1007/s11576-011-0274-2`. – DOI 10.1007/s11576–011–0274–2. – ISSN 0937–6429

[SFK00] SANDHU, Ravi ; FERRAIOLO, David ; KUHN, Richard: The NIST model for role-based access control: towards a unified standard. In: *Proceedings of the fifth ACM workshop on Role-based access control*. New York, NY, USA : ACM, 2000 (RBAC '00). – ISBN 1–58113–259–X, 47–63

[SG93] SANDHU, R.S. ; GANTA, S.: Expressive power of the single-object typed access matrix model. In: *Ninth Annual Computer Security Applications Conference*, 1993, S. 184–194

[Sin10] SINZ, Elmar: Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntnisziele gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung? In: ÖSTERLE, Hubert (Hrsg.) ; WINTER, Robert (Hrsg.) ; BRENNER, Walter (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. St. Gallen, 2010, S. 27–34

[SKAL12] STEPIEN, B. ; KHAMBHAMMETTU, H. ; ADI, K. ; LOGRIPPO, L.: CatBAC: A generic framework for designing and validating hybrid access control models. In: *2012 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 2012. – ISSN 1550–3607, S. 6721–6726

[SM11] STREMBECK, Mark ; MENDLING, Jan: Modeling process-related RBAC models with extended UML activity models. In: *Inf. Softw. Technol.* 53 (2011), May, 456–483. `http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.11.015`. – DOI http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.11.015. – ISSN 0950–5849

[SN04] STREMBECK, Mark ; NEUMANN, Gustaf: An integrated approach to engineer and enforce context constraints in RBAC environments. In: *ACM Trans. Inf. Syst. Secur.* 7 (2004), August, 392–427. `http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/1015040.1015043`. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/1015040.1015043. – ISSN 1094–9224

[SS75] SALTZER, Jerome H. ; SCHROEDER, Michael D.: The Protection of Information in Computer Systems. In: *Proceedings of the IEEE 63-9*, 1975

[Sto07] STOLLER, Scott D.: *Role-Based Access Control*. September 2007. – Presentation

[Str04] STREMBECK, Mark: Conflict Checking of Separation of Duty Constraints in RBAC - Implementation Experiences. In: *In Proceedings of the Conference on Software Engineering (SE)*, 2004

[Str13] STRAHRINGER, Susanne ; KURBEL, Karl (Hrsg.) ; BECKER, Jörg (Hrsg.) ; GRONAU, Norbert (Hrsg.) ; SINZ, Elmar (Hrsg.) ; SUHL, Leena (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online Lexikon*. Oldenbourg Verlag, Online. `http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Software-Projektmanagement/Projektorganisation/index.html/?searchterm=Aufbauorganisation`. Version: 2013. – (Abruf: 14.02.2015)

[SW06] SCHELP, J. ; WINTER, R.: *Integrationsmanagement: Planung, Bewertung und Steuerung von Applikationslandschaften*. Springer Berlin Heidelberg, 2006 (Business Engineering). – ISBN 9783540294801

[SW13] SLANKAS, J. ; WILLIAMS, L.: Access Control Policy Extraction from Unconstrained Natural Language Text. In: *2013 International Conference on Social Computing (SocialCom)*, 2013, S. 435–440

[SWS12] SCHEFER-WENZL, S. ; STREMBECK, M.: Modeling Context-Aware RBAC Models for Business Processes in Ubiquitous Computing Environments. In: *2012 Third FTRA International Conference on Mobile, Ubiquitous, and Intelligent Computing (MUSIC)*, 2012, S. 126–131

[SWS14] SCHEFER-WENZL, Sigrid ; STREMBECK, Mark: Modellierungsunterstützung für die rollenbasierte Delegation in prozessgestützten Informationssystemen. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 56 (2014), Nr. 4, 237-260. `http://dx.doi.org/10.1007/s11576-014-0433-3`. – DOI 10.1007/s11576–014–0433–3. – ISSN 0937–6429

[Tan09] TANENBAUM, A.S.: *Moderne Betriebssysteme*. Pearson Deutschland, 2009 (Pearson Studium - IT). – ISBN 9783827373427

[TS10] TSOLKAS, Alexander ; SCHMIDT, Klaus: Zugriffskontrolle über Autorisierung. Version: 2010. `http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9745-9_8`. In: *Rollen und Berechtigungskonzepte*. Vieweg+Teubner, 2010. – DOI 10.1007/978–3–8348–9745–9_8. – ISBN 978–3–8348–1243–8, 159-179

[Vah07] VAHS, Dietmar: *Organisation: Einführung in die Organisationstheorie und -praxis*. Schäffer-Poeschel, 2007. – ISBN 9783791026626

[WC02] WIEDEMUTH-CATRINESCU, Ursula: *Evolution von Organisationsmodellen in Workflow-Management-Systemen*, Universität Ulm, Diplomarbeit, 2002

[WFSM02] WILIKENS, Marc ; FERITI, Simone ; SANNA, Alberto ; MASERA, Marcelo: A context-related authorization and access control method based on RBAC. In: *Proceedings of the seventh ACM symposium on Access control models and technologies*. New York, NY, USA : ACM, 2002 (SACMAT '02). – ISBN 1–58113–496–7, 117–124

[WH06] WILDE, Thomas ; HESS, Thomas: *Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik*. `http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn:de:bvb:19-epub-14146-5`. Version: 2006 (wim)

[Wie09] WIERINGA, Roel: Design science as nested problem solving. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (DESRIST '09). – ISBN 978–1–60558–408–9, 8:1–8:12

[Wis04] WISSUSEK, Boris: *Methodoligische Aspekte der Organisationsmodellierung in der Wirtschaftsinformatik*, Technische Universität Berlin, Diss., 2004

[WKB07] WAINER, Jacques ; KUMAR, Akhil ; BARTHELMESS, Paulo: DW-RBAC: A Formal Security Model of Delegation and Revocation in Workflow Systems. In: *Inf. Syst.* 32 (2007), Mai, Nr. 3, 365–384. `http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2005.11.008`. – DOI 10.1016/j.is.2005.11.008. – ISSN 0306–4379

[Wol01] WOLF, S.: *Wissenschaftstheoretische und fachmethodische Grundlagen der Konstruktion von generischen Referenzmodellen betrieblicher Systeme*. Shaker, 2001 (Berichte aus der Wirtschaftsinformatik). – ISBN 9783826594755

[WQ09] WU, Xian ; QIAN, Peide: A policy language for expressing access control properties in PDAC model. In: *4th International Conference on Computer Science Education (ICCSE '09)*, 2009, S. 1881–1885

[WSYS09] WILLIAMSON, G. ; SHARONI, I. ; YIP, D. ; SPAULDING, K.E.: *Identity Management: A Primer*. MC Press Online, 2009 (Mc Press Series). – ISBN 9781583470930

[WTG09] WANG, Tao ; TAN, QingPing ; GUO, Yonglin: Enterprise Organization Oriented Workflow Task Assignment Language. In: *International Conference on Advanced Computer Control (ICACC '09)*, 2009, S. 79–86

[Xia12] XIA, Xiaofeng: A Conflict Detection Approach for XACML Policies on Hierarchical Resources. In: *IEEE International Conference on Green Computing and Communications (GreenCom 2012)*, 2012, S. 755–760

[XZ14] XU, Dianxiang ; ZHANG, Yunpeng: Specification and Analysis of Attribute-Based Access Control Policies: An Overview. In: *2014 IEEE Eighth International Conference on Software Security and Reliability-Companion (SERE-C)*, 2014, S. 41–49

[YKJ13] YI, Liu ; KE, Xu ; JUNDE, Song: A Task-Attribute-Based Workflow Access Control Model. In: *2013 IEEE Internet of Things (iThings/CPSCom), IEEE International Conference on Cyber, Physical and Social and Computing Green Computing and Communications (GreenCom)*, 2013, S. 1330–1334

[YT05] YUAN, E. ; TONG, J.: Attributed based access control (ABAC) for Web services. In: *2005 IEEE International Conference on Web Services (ICWS 2005)*, 2005, S. 561–569

[ZC08] ZHAO, Gansen ; CHADWICK, D.W.: On the Modeling of Bell-LaPadula Security Policies Using RBAC. In: *IEEE 17th Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE '08)*, 2008. – ISSN 1524–4547, S. 257–262

[Zel07] ZELEWSKI, Stephan: Kann Wissenschaftstheorie behilflich für die Publikationspraxis sein?: Eine kritische Auseinandersetzung mit den Guidelines von Hevner et al. In: *Wissenschaftstheoretische Fundierung*

und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik (2007). http://www.pim.wiwi.uni-due.de/uploads/tx_itochairt3/publications/Zelewski_-_Wissenschaftstheorie_behilflich_Publikationspraxis.pdf. ISBN 978–3–940019–00–4

[Zha09] ZHANG, Rui: *RELBAC Relation-based Access Control*, International Doctorate School in Information and Communication Technologies - DIT University of Trento, Diss., February 2009

[Zho15] ZHOU, Yue M.: Supervising Across Borders: The Case of Multinational Hierarchies. In: *Organization Science* 26 (2015), Nr. 1, 277-292. http://dx.doi.org/10.1287/orsc.2014.0934. – DOI 10.1287/orsc.2014.0934

[Zhu12] ZHU, Jian: *Access Control for Cross Organizational Collaboration*, University of Dayton, Diss., 2012. https://etd.ohiolink.edu/

[ZJXsLX09] ZHI, Lin ; JING, Wang ; XIAO-SU, Chen ; LIAN-XING, Jia: Research on Policy-based Access Control Model. In: *International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing (NSWCTC '09)* Bd. 2, 2009, S. 164–167

[ZLL+08] ZHANG, Jian ; LI, Niya ; LUO, Di ; HE, Lili ; HU, Chengquan: Conditional Delegation Model Based on Weighted Roles for Workflow. In: *The 9th International Conference for Young Computer Scientists (ICYCS 2008)*, 2008, S. 856–861

[ZWX+13] ZHAN, Zheng ; WEI, Zhao ; XIAODI, Zhang ; XUEGONG, Zeng ; XIAOJING, Zheng: A new theory of complexity science management - Big organization. In: *2013 IEEE International Conference on Granular Computing (GrC)*, 2013, S. 449–458

[ZZS06] ZHANG, Zhixiong ; ZHANG, Xinwen ; SANDHU, R.: ROBAC: Scalable Role and Organization Based Access Control Models. In: *International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom 2006)*, 2006, S. 1–9

[ZZZ09a] ZHAO, Xiaolong ; ZHANG, Yusen ; ZHU, Yingxun: An Organization-Structure Oriented Access Control Model and It's Administration. In: *International Symposium on Information Engineering and Electronic Commerce (IEEC '09)*, 2009, S. 569–573

[ZZZ09b] ZHAO, Xiaolong ; ZHANG, Yusen ; ZHU, Yingxun: An Organization-Structure Oriented Access Control Policy and its Formal Description. In: *International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing (NSWCTC '09)* Bd. 2, 2009, S. 516–519

EIGENE VERÖFFENTLICHUNGEN UND BEITRÄGE

Tabelle 3.2: Übersicht der Veröffentlichungen des Autors

Autor(en)	Referenz	Titel	Veröffentlichung	Ranking
Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS11]	Intelligente Verzeichnisdienste	AKWI 2011	CON JOR
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR12]	An Approach towards Subject-oriented Access Control	S-BPM ONE 2012	CON JOR-C^{JQ}
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13a]	Integration of Dynamic Role Resolution within the S-BPM Approach	S-BPM ONE 2013	CON JOR
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13b]	Who Does What – Comparison of Approaches for the Definition of Agents in Workflows	WIC 2013	CON-C^{CR} JOR-C^{JQ}
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14a]	Cross-Organizational and Context-Sensitive Modeling of Organizational Dependencies in $\mathcal{C}-\mathcal{ORG}$	S-BPM ONE 2014	CON JOR-C^{JQ}
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14c]	Local-Global Agent Failover Based on Organizational Models	WIC 2014	CON-C^{CR} JOR-C^{JQ}
Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS14]	Propagation of Agents to Trusted Organizations	WIC 2014	CON-C^{CR} JOR-C^{JQ}
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14d]	Restricted Relations between Organizations for Cross-Organizational Processes	CBI 2014	CON-A^{AQ} JOR
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14b]	Enterprise Architecture: A Formalism for Modeling Organizational Structures in Information Systems	EOMAS 2014	CON-C^{CR} JOR-C^{JQ}
Lawall	[Law14]	Rollenmanagement und Rechteverwaltung	Doktoranden-seminar 2014	-
Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS15]	Resource Management and Authorization for Cloud Services	S-BPM ONE 2015	CON JOR-B^{JQ}
Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR15]	Role and Rights Management	S-BPM Buchkapitel 2015	BOK
Lawall	[Law15]	Hypergraph-Based Access Control Using Formal Language Expressions – $\mathcal{HGAC}$	DATA 2015	CON** JOR
Reichelt, Lawall, Schaller	[RLS15]	Inter-Organizational Case Assignment Based on Agent Attributes and Functions	CBI 2015	CON-A^{AQ} JOR
Lawall	[Law16]	Hypergraph-Based Access Control Using Organizational Models and Formal Language Expressions – $\mathcal{HGAC}$	DATA 2015	JOR

CON-...: Konferenzbeitrag, BOK-...: Beitrag in einem Buch, JOR-...: Journal- / Proceedings-Beitrag

JQ	JOURQUAL3-Ranking
AQ	Bei Annahmequote von maximal 30%, ansonsten B (WKWI-Ranking)
CR	CORE-Konferenzranking 2014
**	Annahmequote von 12% bei wissenschaftlichen Beiträgen

Teil II

Einzelpublikationen

Nr.	Autor(en)	Referenz	Titel	Veröffentlichung	Ranking
P1	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13a]	Integration of Dynamic Role Resolution within the S-BPM Approach	S-BPM ONE 2013	CON JOR
P2	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR13b]	Who Does What – Comparison of Approaches for the Definition of Agents in Workflows	WIC 2013	CON-C JOR-C
P3	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14a]	Cross-Organizational and Context-Sensitive Modeling of Organizational Dependencies in $\mathcal{C} - \mathcal{ORG}$	S-BPM ONE 2014	CON JOR-C
P4	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14c]	Local-Global Agent Failover Based on Organizational Models	WIC 2014	CON-C JOR-C
P5	Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS14]	Propagation of Agents to Trusted Organizations	WIC 2014	CON-C JOR-C
P6	Lawall, Schaller, Reichelt	[LSR14d]	Restricted Relations between Organizations for Cross-Organizational Processes	CBI 2014	CON-A JOR
P7	Lawall, Reichelt, Schaller	[LRS15]	Resource Management and Authorization for Cloud Services	S-BPM ONE 2015	CON JOR-B
P8	Lawall	[Law15]	Hypergraph-Based Access Control Using Formal Language Expressions – $\mathcal{HGAC}$	DATA 2015	CON JOR

CON-...: Konferenzbeitrag, JOR-...: Journal- / Proceedings-Beitrag

4 PUBLIKATION P1: INTEGRATION OF DYNAMIC ROLE RESOLUTION WITHIN THE S-BPM APPROACH

Tabelle 4.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LSR13a]

Titel	Integration of Dynamic Role Resolution within the S-BPM Approach		
Autor(en)	Alexander Lawall, Thomas Schaller, Dominik Reichelt		
Publikation in	Proceedings of the 5th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2013)		
Status	Vorgetragen auf 5th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2013)		
Verfügbar auf	`http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-36754-0_2`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 15% 15%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 10% 25%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	40% 40% 20%

5 PUBLIKATION P2: WHO DOES WHAT – COMPARISON OF APPROACHES FOR THE DEFINITION OF AGENTS IN WORKFLOWS

Tabelle 5.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LSR13b]

Titel	Who Does What - Comparison of Approaches for the Definition of Agents in Workflows		
Autor(en)	Alexander Lawall, Thomas Schaller, Dominik Reichelt		
Publikation in	Proceedings of the 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2013)		
Status	Vorgetragen auf 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2013)		
Verfügbar auf	`http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6690698&punumber%3D6689792%26filter%3DAND%28p_IS_Number%3A6690661%29%26pageNumber%3D2`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	75% 15% 10%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 10% 25%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	60% 10% 30%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	40% 40% 20%

6 PUBLIKATION P3: CROSS-ORGANIZATIONAL AND CONTEXT-SENSITIVE MODELING OF ORGANIZATIONAL DEPENDENCIES IN $\mathcal{C}-\mathcal{ORG}$

Tabelle 6.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LSR14a]

Titel	Cross-Organizational and Context-Sensitive Modeling of Organizational Dependencies in $\mathcal{C}-\mathcal{ORG}$		
Autor(en)	Alexander Lawall, Thomas Schaller, Dominik Reichelt		
Publikation in	Proceedings of the 6th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2014)		
Status	Vorgetragen auf 6th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2014)		
Verfügbar auf	`http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-06065-1_6`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	60% 10% 30%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	60% 10% 30%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	60% 10% 30%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	40% 50% 10%

7 PUBLIKATION P4: LOCAL-GLOBAL AGENT FAILOVER BASED ON ORGANIZATIONAL MODELS

Tabelle 7.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LSR14c]

Titel	Local-Global Agent Failover Based on Organizational Models		
Autor(en)	Alexander Lawall, Thomas Schaller, Dominik Reichelt		
Publikation in	Proceedings of the 2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2014)		
Status	Vorgetragen auf 2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2014)		
Verfügbar auf	`http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6928215`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 20% 15%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 20% 15%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 10% 25%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	75% 10% 15%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	40% 30% 30%

8 PUBLIKATION P5: PROPAGATION OF AGENTS TO TRUSTED ORGANIZATIONS

Tabelle 8.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LRS14]

Titel	Propagation of Agents to Trusted Organizations		
Autor(en)	Alexander Lawall, Dominik Reichelt, Thomas Schaller		
Publikation in	Proceedings of the 2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2014)		
Status	Vorgetragen auf 2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) (WIC 2014)		
Verfügbar auf	`http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=6928217`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	70% 20% 10%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	70% 20% 10%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	70% 20% 10%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	65% 25% 10%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	40% 30% 30%

9 PUBLIKATION P6: RESTRICTED RELATIONS BETWEEN ORGANIZATIONS FOR CROSS-ORGANIZATIONAL PROCESSES

Tabelle 9.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LSR14d]

Titel	Restricted Relations between Organizations for Cross-Organizational Processes		
Autor(en)	Alexander Lawall, Thomas Schaller, Dominik Reichelt		
Publikation in	Proceedings of the 2014 IEEE 16th Conference on Business Informatics (CBI 2014)		
Status	Vorgetragen auf 2014 IEEE 16th Conference on Business Informatics (CBI 2014)		
Verfügbar auf	`http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=6904306`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	60% 20% 20%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	70% 10% 20%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	65% 10% 25%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Thomas Schaller Dominik Reichelt	40% 40% 20%

10 PUBLIKATION P7: RESOURCE MANAGEMENT AND AUTHORIZATION FOR CLOUD SERVICES

Tabelle 10.1: Beitrag der Koautoren zum Artikel [LRS15]

Titel	Resource Management and Authorization for Cloud Services		
Autor(en)	Alexander Lawall, Dominik Reichelt, Thomas Schaller		
Publikation in	Proceedings of the 7th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2015)		
Status	Vorgetragen auf 7th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (S-BPM ONE 2015)		
Verfügbar auf	`http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2723864`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	70% 20% 10%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	65% 25% 10%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	60% 30% 10%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall Dominik Reichelt	80% 20%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	65% 25% 10%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall Dominik Reichelt Thomas Schaller	40% 30% 30%

11 PUBLIKATION P8: HYPERGRAPH-BASED ACCESS CONTROL USING FORMAL LANGUAGE EXPRESSIONS – $\mathcal{HGAC}$

Tabelle 11.1: Beitrag des Autors zum Artikel [Law15]

Titel	Hypergraph-Based Access Control Using Formal Language Expressions – $\mathcal{HGAC}$		
Autor(en)	Alexander Lawall		
Publikation in	Proceedings of the 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications (DATA 2015)		
Status	Vorgetragen auf 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications (DATA 2015)		
Verfügbar auf	`http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0005484602670278`		
Schwerpunkt des Autors	Forschungskonzeption	Alexander Lawall	100%
	Identifikation der Theorien	Alexander Lawall	100%
	Argumentative Analyse	Alexander Lawall	100%
	Modellierung und Umsetzung	Alexander Lawall	100%
	Formulierung des Manuskripts	Alexander Lawall	100%
	Kritische Prüfung des Manuskripts	Alexander Lawall	100%

Teil III

Anhang

A AUFBAUORGANISATORISCHES METAMODELL

Die Abbildung A.1 stellt einen Überblick des aufbauorganisatorischen Metamodells dar. Die semi-formale[73] Abbildung dient der Illustration des aktuellen Standes ohne Anspruch auf eine vollständige Integration aller Details. Die Elemente der Darstellung werden nicht gänzlich von den Kernpublikationen der vorliegenden Arbeit abgedeckt.

Der in *PERM* startende berechtigungsspezifische Relationentyp mit dem zugewiesenen Tupel $(\mathcal{L}_{\mathcal{A}}, \mathcal{L}_{\mathcal{M}})$ stellt den Ansatz für die modellinterne Rechtevergabe dar. Die verschiedenen Arten von Rechten (u.a. Lesen, Schreiben) werden, wie in der Kernpublikation P8, über den Typ der (Hyper-)Relation festgelegt. Das Tupel definiert die berechtigten Aufgabenträger über Sprachausdrücke der deklarativen Anfragesprache. Der zweite Teil des Tupels beschreibt die Elemente (Entitäten, Relationen und Attribute), für die das Recht gilt. Ein Beispiel ist eine von *PERM* startende (Hyper-)Relation im Organisationsmodell, die in einer konkreten Abteilung *Produktion* endet. Das Tupel (`Abteilungsleiter(Produktion)`, `SUBS (REL.Structure) OR ATT.Ersthelfer`) berechtigt den Abteilungsleiter der Abteilung Produktion den Aufbau der Abteilung Produktion und aller Unterabteilungen (`SUBS`) zu definieren. Zum Festlegen der Ersthelfer ist der Abteilungsleiter in seiner Abteilung berechtigt. Für untergeordnete Abteilungen fehlt ihm diese Berechtigung.

[73] Eine semi-formale Spezifikation stellt einen Mittelweg zwischen der Formalität und Verständlichkeit dar (vgl. [FL02] und [WH06]). Die häufigsten Darstellungsformen sind graphischer Natur.

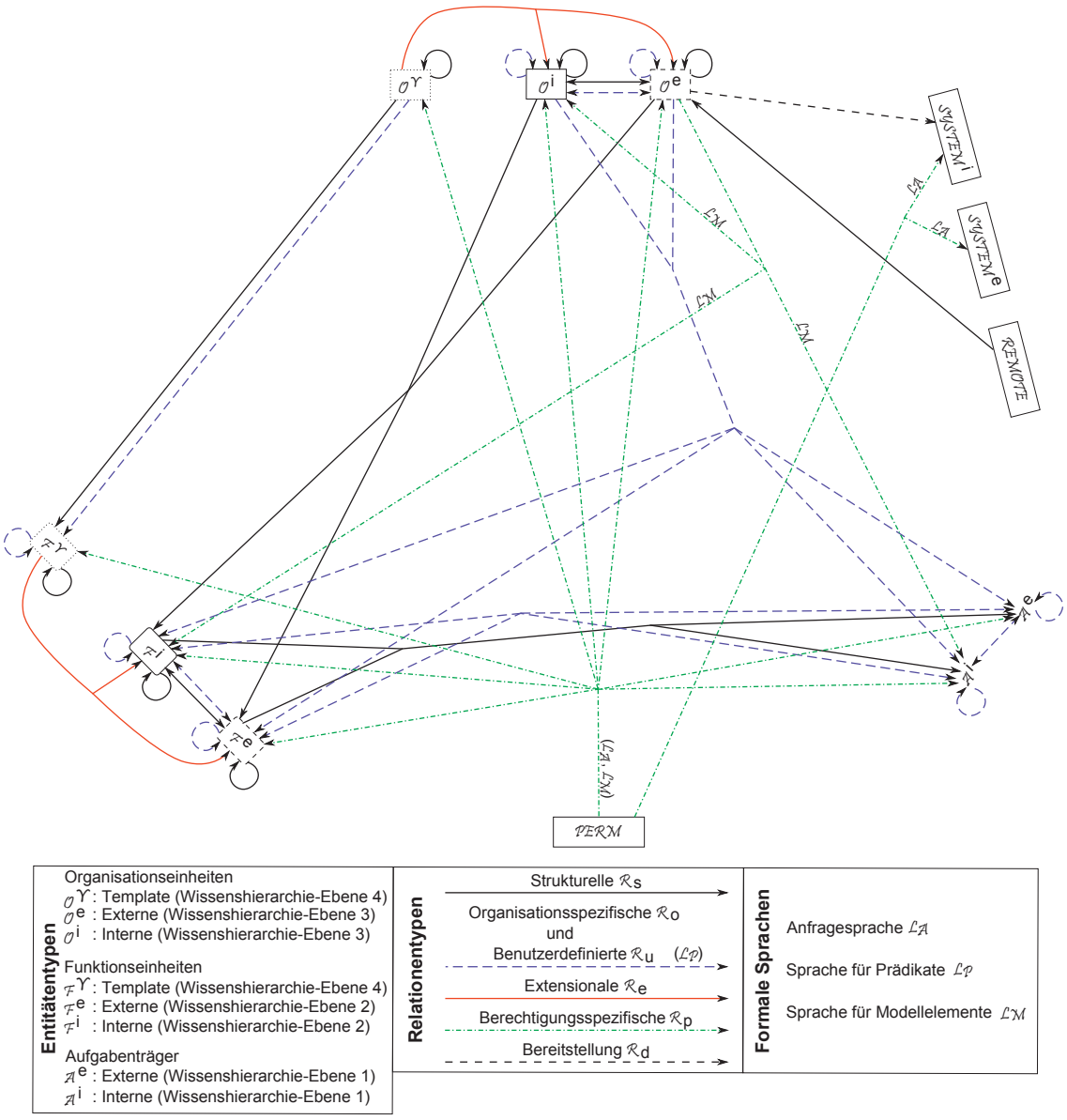

Abbildung A.1: Semi-formale Spezifikation eines Exzerpts des Metamodells

B DIE FORMALEN SPRACHEN

Im Anhang B werden die kontextfreien Grammatiken der deklarativen Anfragesprache, der Sprache für Prädikate und der Sprache für Modellelemente dargestellt. Die Grammatiken G der domänenspezifischen Sprachen sind als Tupel $G = (N, \Sigma, P, S_G)$ aus den Elementen, N für die Menge der Nonterminale, dem Alphabet Σ mit $N \cap \Sigma = \emptyset$, den Produktionsregeln P und dem Startsymbol S_G mit $S_G \in N$, definiert. Jede Produktionsregel P hat das folgende Format: $l \rightarrow r$ mit $l \in N$ und $r \in (N \cup \Sigma)^*$. Die Syntax der Sprachen $\mathcal{L}(G)$ ist durch die kontextfreien Grammatiken G festgelegt. Somit kann die syntaktische Korrektheit von Sprachausdrücken der jeweiligen Sprache anhand der Grammatik beurteilt werden. Ein Sprachausdruck ω ist syntaktisch korrekt, falls er sich aus dem Startsymbol S_G durch die Anwendung der Produktionsregeln P ableiten lässt: $\mathcal{L}(G) = \{\omega \in \Sigma^* \mid S_G \rightsquigarrow_G^* \omega\}$. Die umgekehrte Vorgehensweise ist ebenso möglich. Ausgehend vom Sprachausdruck ω wird der Syntaxbaum bis zu dem Startsymbol S_G entwickelt.
Die Bedeutungen der Meta-Symbole in den Produktionsregeln erstrecken sich über: ? bedeutet kein oder einmaliges, + bedeutet ein bis unendlich viele und * bedeutet beliebiges Auftreten eines Konstrukts.

Die Festlegung von Kommentaren bei Sprachausdrücken der deklarativen Anfragesprache, Sprache für Prädikate und Sprache für Modellelemente ist über Terminalsymbole möglich. Die Terminalsymbole `//` legen einen Kommentar innerhalb einer Zeile fest. Mit `/*` beginnende und mit `*/` endende Kommentare können sich über mehrere Zeilen erstrecken. Somit besteht die Möglichkeit, informative Beschreibungen für Sprachausdrücke anzugeben.

B.1 DEKLARATIVE ANFRAGESPRACHE – $\mathcal{L}_{\mathcal{A}}$

Die deklarative Anfragesprache wird bei der Beschreibung von Aufgabenträgern in den betrieblichen Anwendungssystemen (siehe Abbildung 3.2) und der Rechtevergabe auf Elementen im Organisationsmodell (siehe Anhang A und Abbildung A.1) eingesetzt.

B.1.1 Syntax

Die kontextfreie Grammatik G_1 für die Formulierung von deklarativen Sprachausdrücken in der Anfragesprache $\mathcal{L}_{\mathcal{A}}$ ist ein Tupel $G_1 = (N_{G_1}, \Sigma, P_{G_1}, S_{G_1})$ bestehend aus:

- der Menge der Nonterminale $N_{G_1} = \{$*start, query, logic, attribute, order, actor, funits, withParams, oudef, relationTokens, attConstraints, macro, kcv, id, string, funit, ounit, ouints, hierarchyLevel, relation, direction, contextDefinition, parameter, querykcv, kvp, comp, context*$\}$
- dem Alphabet der Terminalsymbole $\Sigma = \{$`a,b,...,z,A,B,...,Z,ä,ü,ö,Ä,Ü,Ö,0,1,...,9, _,-,(,),,,.,*,=,<,>`$\}$
- der Menge der Produktionsregeln $P_{G_1} = \{$

  start → *query* | *query logic query*

  start → '`ATTRIBUTE`' *attribute* '`OF`' *query*

  start → *query* '`ORDER BY`' *attribute order*

  query → *actor*|*actor* '`AS`' *funits*

  query → *query* '`NOT`' *query*

  query → *query* '`FALLBACKTO`' *query*

  query → *query* '`WITH`' *withParams*

  query → *funits* '`(`'*oudef*'`)`'

  query → *relationTokens* '`(`'*query*'`)`'

  query → '`(`'*query logic query*'`)`'

  query → '`(`'*query*'`).`'*attConstraints*

  query →'`ABSTRACTION`' *funits* '`(`' *oudef* '`)`'

  query →'`[`' *macro* '`]`'

  attribute → '`ATT.`' *kcv* | '`(`' *attribute logic attribute*'`)`'

  order →'`ASC`' | '`DESC`'

  actor → '`*`' | *id* | *string*

  funits → *funit* | '`(`'*funits logic funits*'`)`'

  funit → '`*`' | *id* | *string*

  oudef → *ounit* | *ounits logic ounits*

ounits → *ounit* | '(' *ounits logic ounits* ')'

ounit → '*' | *id* | *string* | *ounit* 'SUBS'

macro → *id* | *string*

hierarchyLevel → 'DEGREE =' *id* (',' *id*)*

relationTokens → ('NO' | 'ALL' | 'ANY')? *relation direction*

relation → *id*

direction → 'OF' | 'TO'

withParams → *hierarchyLevel* | *contextDefinition* | *parameter*

withParams → *withParams* ',' *withParams*

contextDefinition → 'CONTEXT =' *context* (',' *context*)*

contextDefinition → 'CONTEXT ONLY' *context* (',' *context*)*

context → *string*

attConstraints → 'ATT.' *querykcv*

querykcv → *kcv* | '(' *querykcv logic querykcv* ')'

parameter → *kvp* (',' *kvp*)*

kvp → *id* '=' *string*

logic → 'AND' | 'OR'

kcv → *id comp string*

comp → ('=' | '<=' | '>=' | '<' | '>' | '!=')

id → (['a'-'z','A'-'Z'] | '_' | 'Ä' | 'ä' | 'Ü' | 'ü' | 'Ö' | 'ö') (['a'-'z','A'-'Z'] | 'Ä' | 'ä' | 'Ü' | 'ü' | 'Ö' | 'ö' | ['0'-'9'] | '_' | '-'| '*')*

string → '‘' *id* '’' }

- dem Startsymbol $S_{G_1} = \{start\}$

B.1.2 Semantik

Die Semantik der Sprache ist Bestandteil der in Kapitel 2 dargestellten Kernpublikationen. Eine Auswahl von nicht publizierten Elementen der Anfragesprache wird in der Folge hinsichtlich der informellen Semantik kurz erläutert.

Die Produktionsregel *start* → 'ATTRIBUTE' *attribute* 'OF' *query* beschreibt das Abbild von Werten der Attribute der Aufgabenträger in betrieblichen Anwendungssystemen (siehe Abschnitt 1.4.4.4). Der Sprachausdruck kann neben dem Verwendungszweck von Abschnitt 1.4.4.4 beispielsweise in Geschäftsprozessen Verwendung finden. Formularfelder in Geschäftsprozessen werden mit Werten aus dem Organisationsmodell vorbelegt. Daten von maschinellen Aufgabenträgern, die im Organisationsmodell hinterlegt sind, stellen ein Anwendungsbeispiel dar.

start → *query* 'ORDER BY' *attribute order* sortiert die Liste der resultierenden Aufgabenträger auf- oder absteigend anhand des spezifizierten Attributes.

query → *query* 'FALLBACKTO' *query* erweitert das Stellvertreterkonzept. Bei einer erfolglosen

Suche nach Aufgabenträgern, inklusive der Suche nach Stellvertretern über die Ebenen der Wissenshierarchie hinweg, greift der „hinter" dem Terminal `FALLBACKTO` stehende Ausdruck. Der Ausdruck löst eine vollständige Suche nach Aufgabenträgern aus, inklusive einer weiteren Stellvertretersuche in der Wissenshierarchie.
query → *funits* '(' *oudef* ')' ist eine Erweiterung des Konstrukts aus der Kernpublikation P1. Die Berücksichtigung von mehreren Organisations- und Funktionseinheiten bei der Deklaration der Aufgabenträger ermöglicht ein breiteres Spektrum. Beispielsweise können Aufgabenträger, die im Unternehmen mehrere Funktionseinheiten (*funits*) einnehmen und gleichzeitig mehreren Organisationseinheiten (*oudef*) angehören, spezifiziert werden.
Das Schlüsselwort `ABSTRACTION` in der Produktionsregel *query* →'`ABSTRACTION`' *funits* '(' *oudef* ')' befähigt zu einer speziellen Adressierung von Aufgabenträgern. Durch das Umbenennen von Entitäten im Organisationsmodell werden bestimmte Aufgabenträger bei der Traversierung des Organisationsmodells ausgenommen. Ohne Anpassung des Sprachausdrucks in den betrieblichen Anwendungssystemen kann sich die Menge der Aufgabenträger bei der Suche ungewollt ändern. Durch die Verwendung des Schlüsselwortes `ABSTRACTION` kann diese Problematik abgefedert werden. Das Schlüsselwort weist auf die Traversierung über die Template-Ebene hin. Abgeleitete Entitäten werden bei Umbenennungen somit weiterhin bei der Traversierung berücksichtigt.
Der Teil *ounit* '`SUBS`' der Produktionsregel *ounit* → '`*`' | *id* | *string* | *ounit* '`SUBS`' befähigt zu einer Unterscheidung beim Auftreten von Organisationseinheiten in Sprachausdrücken. Ohne das Schlüsselwort '`SUBS`' werden ausschließlich die Funktionseinheiten, die direkt mit der Organisationseinheit verbunden sind, berücksichtigt. Mit dem Schlüsselwort wird eine „durchdringende" Traversierung basierend auf den ausgehenden strukturellen Relationen durchgeführt. Alle auf den Wegen zu den Aufgabenträgern befindlichen Entitäten (Organisations- und Funktionseinheiten) werden bei der Traversierung beachtet. Ein Beispiel für das Konstrukt ist die Unterscheidung zwischen den Mitarbeitern, die direkt unter der Abteilung Produktion eingruppiert sind, und Mitarbeitern, der Abteilung Produktion und aller Unterabteilungen. Die jeweiligen Sprachausdrücke bei der Rechtevergabe sind für das Beispiel `Mitarbeiter(Produktion)` und `Mitarbeiter(Produktion SUBS)`.
Die Verwendung von Makros, formalisiert durch *query* →'`[`' *macro* '`]`', trägt zur Wiederverwendung und Bündelung von Sprachausdrücken bei. Die Makros sind im Organisationsmodell mit einer Bezeichnung unter der Entität *Makro* strukturiert. Somit ist eine kollektive Verwendung des Makros in betrieblichen Anwendungssystemen möglich. Die wesentliche Wartung der Makros beschränkt sich auf die Pflege im Organisationsmodell. Ebenso können globale Sicherheitsrichtlinien logisch zentral im Organisationsmodell spezifiziert werden und unterliegen nicht einer Verstreuung auf die betrieblichen Anwendungssysteme. Die Durchsetzung und Einhaltung der Sicherheitsrichtlinien wird weiter gefördert. Die Syntax erlaubt eine Kombination von Makros und anderweitig formulierten Sprachausdrücken.
Die Produktionsregel *hierarchyLevel* → '`DEGREE =`' *id* ('`,`' *id*)* schafft die Möglichkeit einer Konfiguration des Mechanismus der Wissenshierarchie. Mit dem Nonterminal *id* können Wissenshierarchie-Ebenen für die Traversierung des Organisationsmodells aktiviert werden. Die Ebenen umfassen, wie in der Kernpublikation P4 beschrieben, die Template-, Organisationseinheit-, Funktionseinheit- und Aufgabenträger-Ebene.
Die Produktionsregel *contextDefinition* → '`CONTEXT =`' *context* ('`,`' *context*)* ist eine Erweiterung hinsichtlich der Übergabe von mehreren Kontexten aus den Anwendungssystemen. Somit können Kontexte mit ihren untergeordneten Kontexten bei der Traversierung des Organisations-

modells mitwirken. Ein Beispiel ist der Kontext `Schadensfall` mit dem untergeordneten Kontext `Kfz-Schaden`. Bei der Traversierung werden die Kontexte aus den Anwendungssystemen mit den Kontexten der Prädikate auf den Relationen verglichen. Ein Beispiel für ein zugewiesenes Prädikat zu einer Relation ist `Schadensfall`. Die aus dem Anwendungssystem übermittelten Kontexte (`Schadensfall` und `Kfz-Schaden`) erlauben eine weitere Traversierung der Relation, da das Prädikat `Schadensfall` einem Kontext `Schadensfall` aus dem Anwendungssystem gleicht. Das Schlüsselwort `ONLY` aus der in der konkreten Syntax folgenden Produktionsregel schreibt die Traversierung einzig der prädikatisierten Relationen vor, die *alle* nach `ONLY` genannten Kontexte erfüllen. Bei dem erwähnten Beispiel ist eine weitere Berücksichtigung der prädikatisierten Relation hinsichtlich der Traversierung ausgenommen, da nicht beide übergebenen Kontexte in dem Prädikat der Relation erfüllt sind.

B.2 SPRACHE FÜR PRÄDIKATE – $\mathcal{L}_{\mathcal{P}}$

Der Zweck der Sprache für Prädikate ist die Einschränkung von organisationsspezifischen und benutzerdefinierten Relationen im Organisationsmodell (siehe Abschnitt 1.4.2). Die Sprache für Prädikate ist im Organisationsserver angesiedelt (siehe Abbildung 3.2).

B.2.1 Syntax

Die kontextfreie Grammatik G_2 für die Formulierung von Sprachausdrücken in der Sprache für Prädikate $\mathcal{L}_{\mathcal{P}}$ ist ein Tupel $G_2 = (N_{G_2}, \Sigma, P_{G_2}, S_{G_2})$ bestehend aus:

- der Menge der Nonterminale $N_{G_2} = \{$*internal, relPred, parameteratt, context, parameter, attribute, kcv, logic, id*$\}$
- dem Alphabet der Terminalsymbole Σ (siehe Anhang B.1)
- der Menge der Produktionsregeln $P_{G_2} = \{$

  internal $\rightarrow$ *relPred* | *relPred logic relPred* | ε

  relPred $\rightarrow$ *context* | *parameteratt* | '`(`'*relPred*'`)`' | '`(`'*relPred logic relPred*'`)`'

  parameteratt $\rightarrow$ *parameter* | *attribute* | '`(`'*parameteratt logic parameteratt*'`)`'

  context $\rightarrow$ *id* | '`(`'*context logic context*'`)`'

  parameter $\rightarrow$ *kcv* | '`(`'*parameter logic parameter*'`)`'

  attribute $\rightarrow$ '`ATT.`' *kcv* | '`(`'*attribute logic attribute*'`)`' $\}$

  (für die Produktionsregeln der Nonterminale *kcv, logic* und *id* siehe Anhang B.1)
- dem Startsymbol $S_{G_2} = \{$*internal*$\}$

B.2.2 Semantik

Die Semantik der Sprache ist im wesentlichen Bestandteil der Kernpublikationen P3 (siehe Abschnitt 2.4) und P6 (siehe Abschnitt 2.7).

B.3 SPRACHE FÜR MODELLELEMENTE – $\mathcal{L}_{\mathcal{M}}$

Die Sprache für Modellelemente kann bei der Propagierung von Ausschnitten des Organisationsmodells (siehe Abschnitt 2.6) und der Rechtevergabe auf Elementen im Organisationsmodell (siehe Anhang A und Abbildung A.1) eingesetzt werden. Die Sprache für Modellelemente ist im Organisationsserver angesiedelt (siehe Abbildung 3.2).

B.3.1 Syntax

Die kontextfreie Grammatik G_3 der Sprache für die Modellelemente ($\mathcal{L}_{\mathcal{M}}$) wird durch das Tupel $G_3 = (N_{G_3}, \Sigma, P_{G_3}, S_{G_3})$ beschrieben:

- die Menge der Nonterminale $N_{G_3} = \{$*root, elements, entrelatt, entity, relation, attribute, logic, id*$\}$
- das Alphabet der Terminalsymbole Σ (siehe Anhang B.1)
- die Menge der Produktionsregeln $P_{G_3} = \{$

  root $\rightarrow$ *elements* | *elements logic elements* | ε

  elements $\rightarrow$ *entrelatt* | 'TYPE' *entrelatt* | '(' *elements logic elements* ')' | 'SUBS' '(' *elements* ')'

  entrelatt $\rightarrow$ 'ENT.' *entity* | 'REL.' *relation* | 'ATT.' *attribute*

  entity $\rightarrow$ *id*

  relation $\rightarrow$ *id*

  attribute $\rightarrow$ *id* $\}$

  (für die Produktionsregeln der Nonterminale *logic* und *id* siehe Anhang B.1)
- das Startsymbol $S_{G_3} = \{$*root*$\}$

B.3.2 Semantik

Die Semantik der Sprache ist im Wesentlichen Bestandteil der Kernpublikationen P5 (siehe Abschnitt 2.6) und P7 (siehe Abschnitt 2.8).

Die Produktionsregel *elements* $\rightarrow$ *entrelatt* | 'TYPE' *entrelatt* | '(' *elements logic elements* ')' | 'SUBS' '(' *elements* ')' beschreibt Entitäten, Relationen und Attribute des Organisationsmodells, die Typen der Elemente (TYPE) und die Reichweite (SUBS).

C IMPLEMENTIERUNG DES ORGANISATIONSSERVERS

C.1 ANSICHT DER GRAFISCHEN MODELLIERUNGSKOMPONENTE

Die grafische Modellierungskomponente besteht aus drei Hauptbereichen (siehe Abbildung C.1). Der linke Bereich der Oberfläche besteht aus einer baumartigen Ansicht des Organisationsmodells. Sie beinhaltet die verschiedenen Entitäten, wie die Organisations- (grün), Funktionseinheiten (blau) und Aufgabenträger (braun) und ordnet die Entitäten gemäß ihrer strukturellen Relationen in der Baumstruktur an. Entitäten, die über mehrere strukturelle Relationen erreichbar sind, werden in der Baumstruktur mehrmals angezeigt. Unterhalb der Baumansicht ist die Suchansicht lokalisiert. Die Sucharten differenzieren zwischen der Volltextsuche und der sprachbasierten Suche. Während bei der sprachbasierten Suche Sprachausdrücke der Anfragesprache eingegeben werden, finden bei der Volltextsuche „normale" Suchworte Verwendung. Der Suchtext `Leh*` stellt eine normale Suche dar und liefert als Ergebnis alle Entitäten, deren Bezeichnungen `Leh`, gefolgt von einer beliebigen Buchstabenfolge, enthalten.

Der mittlere Bereich der Modellierungskomponente stellt das Organisationsmodell als Graph dar. In dem Graph werden die Entitäten (Organisations-, Funktionseinheiten und Aufgabenträger) und unter anderem die strukturellen, organisationsspezifischen und benutzerdefinierten Relationen abgebildet. Die Modellierung des Organisationsmodells in Bezug auf die Neuanlage, das Löschen und das Verändern von Relationen und Entitäten wird in dieser Ansicht vollzogen. Die Schaltfläche über der Darstellung des Organisationsmodells dient für die Konfiguration der Ansicht. Das *Layout* gibt dem Benutzer die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Darstellungsarten wie Netzwerk, hierarchisch, basierend auf Abstoßung und Anziehung von Entitäten usw. zu wählen. Das folgende Bedienelement legt die Auswahl für die im Graphen dargestellten Relationen fest. Somit kann der Umfang der angezeigten Elemente eingeschränkt werden. Die beiden Regler für *in* und *out* zielen auf die Anzeige des Graphen ab. Die Darstellungstiefe bezüglich der ausgewählten Entität gibt die Länge der Pfade vor. Die *Forschungsgruppe* (Tiefe 1) und die verbundenen Organisationseinheiten *Informationsmanagement*, *Multimediale Informationssysteme*, *Systemintegration* und *Analytische Informationssysteme* (Tiefe 2) werden beispielsweise bei der selektierten Organisationseinheit *Technologiebereich* angezeigt, wenn die Regler *out* auf 2 und *in* auf 0 gestellt sind. Der Graph der Abbildung C.1 berücksichtigt die Regler nicht, da er über einen „Drag and Drop"-Mechanismus in Verbindung mit dem Mausmenü aufgebaut wurde.
Die beispielhafte Darstellung des Graphen zeigt neben den strukturellen Relationen (schwarz) auch zwei organisationsspezifische Stellvertreterrelationen (blau gestrichelt). Eine geht von dem Aufgabenträger *Schaller* zur Funktionseinheit *Wissenschaftliche MitarbeiterIn* und ist auf den Kontext *Lehre* beschränkt. Bei Angelegenheiten, die dem Kontext *Lehre* zugesprochen werden, agieren die Aufgabenträger *Reichelt* und *Lawall* als vollwertige Stellvertreter in *allen* am Organisationsserver angebundenen betrieblichen Anwendungssystemen. Die Stellvertretung auf Funktionseinheit-Ebene ist genereller Natur und für alle Angelegenheiten gültig. Im Fall einer Abwesenheit

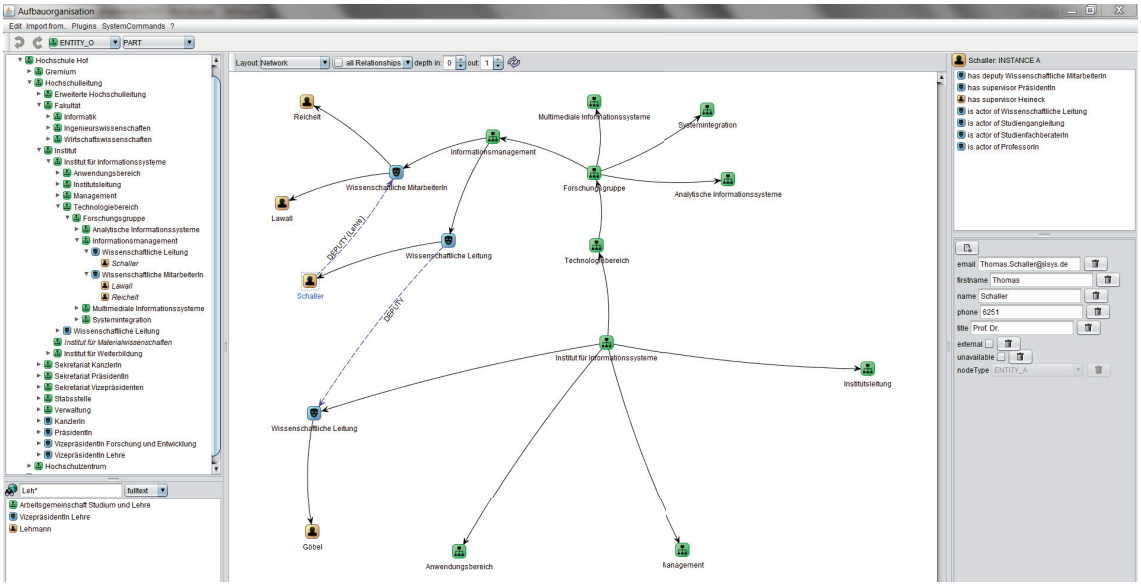

Abbildung C.1: Grafische Modellierungskomponente des Organisationsservers

des Aufgabenträgers *Schaller* und der Stellvertreter erster Ordnung (*Reichelt* und *Lawall*), falls der Kontext erfüllt ist, resultiert der Aufgabenträger *Göbel* und agiert analog in allen betrieblichen Anwendungssystemen als Stellvertreter.

Der rechte Bereich der Modellierungskomponente besteht aus einer Umgebungsansicht für ein ausgewähltes Element (Entität oder Relation) in der Ansicht des Graphen. In der Abbildung C.1 ist der Aufgabenträger *Schaller* selektiert. Die Umgebungsansicht zeigt das Umfeld an. Unter anderem werden Entitäten und Relationen aufgelistet, die unter Umständen in der Ansicht des Graphen ausgeblendet wurden. Die Funktionseinheit *Wissenschaftliche Leitung* ist sowohl in der Ansicht im Graphen als auch in der Umgebungsansicht dargestellt. Die weiteren Funktionseinheiten, wie *Studiengangleitung*, *StudienfachberaterIn* und *ProfessorIn*, sind in dem Beispiel nur auf der Umgebungsansicht enthalten. Die Umgebungsansicht zeigt weitere Relationen und Entitäten an. *Heineck* und die Funktionseinheit *PräsidentIn*, folglich der Inhaber der Stelle, sind als Vorgesetzte von *Schaller* dargestellt. Die erwähnte kontextabhängige Stellvertretung ist ebenfalls enthalten.
Die Ansicht für Attribute stellt die Attribute mit den dazugehörigen Werten des im Graphen ausgewählten Elementes dar. Die Auswahl einer Relation ermöglicht beispielsweise die Festlegung eines Prädikates mithilfe eines Sprachausdrucks (kontext-, parameter- und attributbasiert). In dem dargestellten Beispiel ist der Aufgabenträger *Schaller* selektiert. Die Ansicht beinhaltet somit alle definierten Attribute, wie *E-Mail*, *Vorname*, *Name*, *Telefonnummer*, *Titel*, die Markierung für einen *externen* Aufgabenträger und den *Abwesenheitsstatus*. Das Attribut *nodeType* ist nur im Administratorenmodus sichtbar. In dem Beispiel weist es auf einen Aufgabenträger hin. Die Bedienelemente mit der Beschriftung „Mülleimer“ löschen Attribute von den ausgewählten Elementen (Entitäten und Relationen). Das Bedienelement für die Hinzunahme von Attributen zu dem selektierten Element ist mit einem „Blatt mit Stern“ gekennzeichnet.

Die Menüleiste im oberen Bereich der Modellierungskomponente schafft die Möglichkeit, das Aussehen der kompletten Modellierungskomponente zu konfigurieren. Das umfasst unter an-

derem die Farben und Linienarten der Relationen, Farben und Logos der Entitäten und Hintergrundfarben der Modellierungskomponente. Eine gewichtige Rolle nimmt der Menüpunkt *Import from..* ein. Dadurch ist der Import von Inhalten aus betrieblichen Anwendungssystemen möglich. Ein betriebliches Anwendungssystem stellt beispielsweise das Microsoft Active Directory dar. Eine Einführung des Organisationsservers in bestehende Systemlandschaften von Unternehmen ist mit gemäßigterem Aufwand durchführbar. Die Menüpunkte für die *Plugins* und *SystemCommands* nehmen eine nachgelagerte Rolle ein und werden nicht näher beschrieben.
Die Modellierungskomponente enthält auch eine „Drag and Drop"-Funktionalität. Elemente aus der Baum-, der Such- und der Umgebungsansicht können mit der Maus ausgewählt und in der Ansicht des Graphen positioniert werden. Die Ansichten der Modellierungskomponente haben ein eigenes Menü bei einem Rechtsklick mit der Maus. Ein Beispiel ist der Rechtsklick auf die Organisationseinheit *Informationsmanagement* und die Auswahl von *Expand Out* in der Ansicht des Graphen. Alle ausgehenden strukturellen (*out*) Relationen mit den jeweiligen Entitäten werden in die Darstellung aufgenommen. In dem Beispiel sind die Funktionseinheiten *Wissenschaftliche Leitung* und *Wissenschaftliche MitarbeiterIn* das Resultat. Das analoge Vorgehen ist auch für eingehende (*in*) strukturelle Relationen implementiert. Die simultane Anzeige der ein- und ausgehenden strukturellen Relationen und ihrer Entitäten ist ebenfalls möglich.

C.2 MIKROSICHT DES ORGANISATIONSSERVERS

Die Abbildung C.2 stellt die Hauptbestandteile des Organisationsservers dar. Die Graphdatenbank (*GraphDB*) bildet die Basis für den Organisationsserver. Die Daten in Bezug auf das Organisationsmodell mit den Entitäten, Relationen und Attributen werden in dieser Datenbank in Form eines Graphen gehalten. Durch die Abbildung des Organisationsmodells als Graph, die Ermittlung von transitiven Abschlüssen und das Traversieren von „Relationsketten" ist die Wahl auf eine Graphdatenbank gefallen. Die relationalen Datenbanken weisen durch das Bilden von Kreuzprodukten Leistungseinbußen bei der Ermittlung von transitiven Zusammenhängen (u.a. transitiver Abschluss) auf.

Der *Controller* ist die zentrale Komponente für die Entgegennahme und Zuteilung von Kommandos. Ein Beispiel ist die Ansteuerung der Komponenten *Query Parser/Interpreter*, *Traverser* und letztendlich der Komponenten für die verschiedenen *Logging* Aktivitäten. Die Komponente *Controller* steuert somit auch den Zugriff auf die Graphdatenbank. Des Weiteren ist sie für die Verwaltung der Indizes für die Entitäten, Relationen und Attribute des Organisationsmodells verantwortlich. Ein wichtiger Teil der Komponente kommt der Prüfung auf die Konformität des Organisationsmodells hinsichtlich des aufbauorganisatorischen Metamodells zu. Das beinhaltet die fortlaufende Prüfung der Modellierung des Organisationsmodells in der Modellierungskomponente. Die Prüfung der modellinternen Zugriffsrechte ist ebenfalls im *Controller* angesiedelt. Ein weiterer Bestandteil ist die Registrierung und Abmeldung von *Plugins*, sogenannten Adapterkomponenten für die Anbindung der Anwendungssysteme, am Organisationsserver. Durch die Anbindung werden bestimmte Änderungen im Organisationsmodell für die Authentifizierung in den betrieblichen Anwendungssystemen propagiert. Ein Beispiel stellt der Neuzugang eines personellen Aufgabenträgers im Unternehmen dar, der in allen angebundenen Anwendungssystemen unmittelbar für die Authentifizierung automatisiert angelegt wird. Die Autorisierung wird

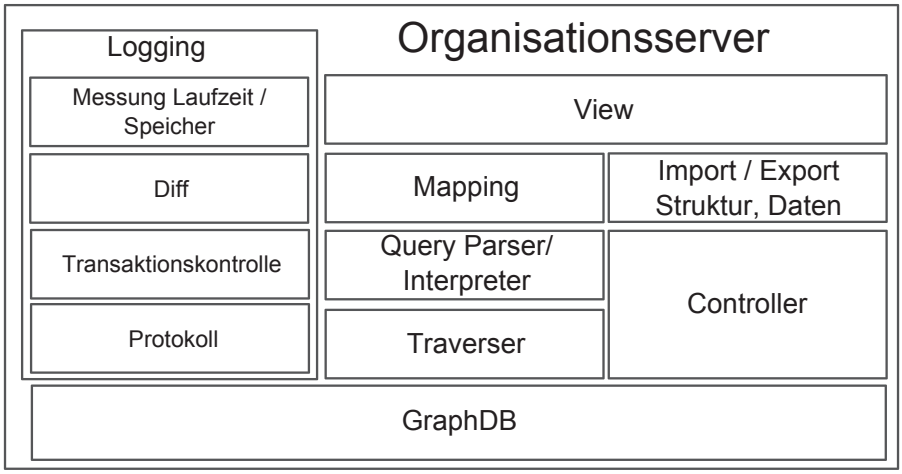

Abbildung C.2: Hauptbestandteile des Organisationsservers

weiterhin über den Ansatz der Forschungsarbeit sichergestellt.

Die syntaktische und semantische Abarbeitung von Sprachausdrücken, die in der Anfragesprache, der Sprache für Prädikate und der Sprache für Modellelemente formuliert sind, wird im *Query Parser/Interpreter* bewerkstelligt. Die Teilkomponente *Query Parser* führt eine lexikalische (Lexer und Scanner) und syntaktische Analyse (Parser) durch. Die vollständige Entwicklung eines Syntaxbaums weist auf die syntaktische Korrektheit des Sprachausdrucks hin (siehe Anhang B). Die semantische Betrachtung kommt der Teilkomponente *Interpreter* zu. Als Methode wird die operationale Semantik, auch Interpretermethode genannt, zu Grunde gelegt. Ein Teil der operationalen Semantik kommt der Regelbildung, wie man schrittweise ein Ergebnis ermittelt, zu. Dieser Teil wird durch die Algorithmen für die Traversierung des Organisationsmodells festgelegt. Die Komponente ist zusammengefasst für die syntaktische Prüfung von Sprachausdrücken und die Vorbereitung der semantischen Interpretation auf dem Organisationsmodell zuständig.

Die Komponente *Traverser* beruht auf der Traversierung der Sprachausdrücke der Anfragesprache am Organisationsmodell. Das wird anhand der Konfiguration des Traversers, die durch die Teilkomponente *Interpreter* entsteht, bewerkstelligt. Der *Traverser* wendet die Algorithmen auf dem graphbasierten Organisationsmodell an und liefert als Ergebnis die Menge von Aufgabenträgern beziehungsweise eine Liste von Attribut-Wert-Paaren. Der *Traverser* stellt die ausführende Komponente für die operationale Semantik dar.

Das *Mapping* ist für Abbildung von Datenelementen zwischen verschiedenen Datenmodellen zuständig. Inhalte aus den betrieblichen Anwendungssystemen werden auf Elemente des Organisationsmodells abgebildet. Ein Beispiel ist die teilweise Abbildung von Gruppen des Microsoft Active Directory auf Funktionseinheiten des Organisationsmodells im Organisationsserver.

Die Komponente *Import/Export Struktur, Daten* befindet sich semantisch in der Nähe der Komponente *Mapping*. Sie stellt die Inhalte der betrieblichen Anwendungssysteme (Import) für das *Mapping* bereit. Beim Export werden die Daten des Organisationsmodells für die Integration in die betrieblichen Anwendungssysteme zur Verfügung gestellt.

Das *Logging* mit den Unterkomponenten *Messung Laufzeit/Speicher*, *Diff*, *Transaktionskontrolle*

und *Protokoll* dient der Erfassung und Speicherung von verschiedenen Daten. Zum einen wird die Laufzeit vom Eingang eines Sprachausdrucks aus den betrieblichen Anwendungssystemen bis zur Übersendung des Ergebnisses an das Anwendungssystem aufgenommen. Eine nachgelagerte Rolle spielt die Erfassung des Speicherverbrauchs des Organisationsmodells in der Graphdatenbank.
Die Unterkomponente *Diff* ermöglicht die Gegenüberstellung von Organisationsmodellen zu konkreten Zeitpunkten. Somit sind Änderungen des Organisationsmodells über die Zeit hinweg nachvollziehbar. Das ist bei der Ergründung von erhaltenen Rechten einzelner Aufgabenträger wichtig. Ein Beispiel ist die Genehmigung einer Beschaffung. Die Frage nach „Wieso hat der Aufgabenträger *Göbel* eine Beschaffung genehmigt und nicht *Schaller*?" könnte beantwortet werden. *Schaller* war eventuell zu dem Zeitpunkt abwesend und *Göbel* hat als Stellvertreter die Beschaffung genehmigt.
Die *Transaktionskontrolle* ist nicht die eigentliche Transaktionskontrolle der Graphdatenbank. Ein Teil der *Transaktionskontrolle* wirkt im Bezug auf die Nachvollziehbarkeit der Transaktionen mit. Der Fokus liegt auf dem Zurückrollen des Organisationsmodells auf einen früheren Stand. Damit ist die Komponente das Pendant zu der Komponente *Diff*.
Das *Protokoll* ist für die Aufnahme sämtlicher Aktionen im Organisationsserver verantwortlich. Das umfasst unter anderem eingehende Sprachausdrücke, ausgehende Ergebnisse, Prüfungen der Syntax, Traversierungen des Organisationsmodells sowie importierte und exportierte Daten.
Der gesamte Komplex der Komponenten für das *Logging* zielt auf die Verifizierung (Audit) der Zugriffskontrolle (Sicherheitsrichtlinien, -modell und -mechanismus) ab.

Die *View* stellt die Modellierungskomponente des Organisationsservers dar und ist in Anhang C.1 beschrieben.