

Prozessorientierte Komposition von Diensten in der Doktorandenausbildung

Stefanie Betz, Stefan Klink, Yu Li,
Andreas Oberweis, Daniel Ried, Ralf Trunko

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
Universität Karlsruhe (TH)
Hertzstr. 16
76187 Karlsruhe
{betz, klink, li, oberweis, ried, trunko}@aifb.uni-karlsruhe.de

Abstract: Aufgrund der mit dem Bologna-Prozess einhergehenden Hochschulreformen stehen die europäischen Hochschulen vor neuen Herausforderungen bei der Anpassung ihrer Organisations- und Bildungsstruktur an nationale und internationale Vorgaben und Standards. Daraus entstehen neue Anforderungen an die Prozesse im Bereich der Ausbildung von Studierenden und Mitarbeitern. Die logische Konsequenz dieser Entwicklung ist eine prozessorientierte IT-Unterstützung der Doktoranden und Habilitanden bei der Ausübung von Lehr-, Lern- und Forschungstätigkeiten, sowie den damit verbundenen organisatorischen Aufgaben. In diesem Beitrag wird ein Ansatz für eine durchgängige Prozessunterstützung während der Doktorandenausbildung, sowie ein Konzept zur technischen Realisierung vorgestellt.

1 Einleitung

Die Wandlung der Gesellschaft zur so genannten *Informationsgesellschaft* betont die Wichtigkeit der akademischen Ausbildung für Wirtschaft und Gesellschaft. Aus diesem Grund wurden mehrere Initiativen auf nationaler und europäischer Ebene gestartet, um die Ausbildung an Schulen und Universitäten sowie die berufliche Bildung zu unterstützen und zu verbessern. Die Absicht, einen europäischen Bildungsraum zu schaffen, basiert auf der so genannten *Bologna-Erklärung* [EU99]. Die Vorbereitung und Umsetzung dieser Erklärung wird *Bologna-Prozess* genannt. Ziel des Bologna-Prozesses ist es, einen europäischen Bildungsraum durch Harmonisierung akademischer Bildungsabschlüsse und Qualitätssicherungsstandards in ganz Europa zu schaffen. 2003 wurde die Integration der Doktorandenausbildung in den Bologna-Prozess beschlossen [EU03]. Ziel ist hierbei die Verzahnung des europäischen Bildungsraums mit dem europäischen Forschungsraum. In diesem Zusammenhang spielt die Doktorandenausbildung eine verbindende Rolle.

Nur wenige Doktoranden haben die Möglichkeit, ihre gesamte Arbeitszeit für ihre Promotion zu verwenden. Ein großer Teil ihrer Arbeitszeit wird für andere Aufgaben verwendet, die für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter einer Universität anfallen, wie z.B. Aufgaben in der Lehre und administrative Aufgaben. Die Zahl der Dienstleistungen, die von Doktoranden bereitgestellt werden müssen, ist oft extrem hoch aufgrund der häufig unzureichenden personellen Kapazitäten der Universitäten. Während die Integration der Doktoranden in größere Projekte und in ein größeres Team hilft, das Qualifikationsprofil zusätzlich zur Dissertation zu vervollständigen, sind Doktoranden oft mit Lehr- oder Administrationsaufgaben belastet, die geringen Bezug zum eigenen Forschungsthema haben. Dies verlängert im Allgemeinen die Promotionsdauer, ohne die Chancen auf dem Arbeitsmarkt zu verbessern [Ke05].

Obwohl auf organisatorischer Ebene umfassende Initiativen und Programme existieren, besteht jedoch nach wie vor ein Mangel an IT-basierten Systemen, die Prozesse in der kollaborativen Forschung und der Doktorandenausbildung unterstützen. Der vorliegende Beitrag beschreibt einen Ansatz für ein service-orientiertes Konzept zur Unterstützung der während einer Promotion ablaufenden Prozesse.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert: nach einer Beschreibung der momentanen Situation und ähnlicher Arbeiten werden Anforderungen an ein service-orientiertes Informationssystem zur Unterstützung von Prozessen während einer Promotion diskutiert. Danach führen wir Petri-Netze und XML-Netze – ein Typ der höheren Petri-Netze – für die Modellierung von Prozessen ein und diskutieren einen Anwendungsfall für die Prozessunterstützung der Doktorandenausbildung basierend auf der Orchestrierung von Web Services. Anschließend wird eine Architektur für den beschriebenen Ansatz vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

2 State of the Art

Im Gebiet der Forschung und Hochschulausbildung ist die Systemlandschaft sehr breit gefächert, insbesondere aufgrund der organisatorischen Struktur von Universitäten und anderen Forschungs- oder Bildungseinrichtungen. Betrachtet man eine Universität und ihre einzelnen Abteilungen allgemein, so kann man eine Menge unterschiedlicher Informationssysteme finden, die über die Jahre unabhängig voneinander für dieselben oder spezifische Zwecke entwickelt wurden. Aus diesem Grund mangelt es typischerweise einerseits an Kompatibilität, andererseits existieren nur wenig benutzbare Schnittstellen zwischen solchen Systemen, die man in drei Grundtypen einteilen kann. Der erste Typ deckt alle speziellen Arten von ERP-Systemen für die allgemeine Administration sowie für die Verwaltung von Studierenden, Lehrveranstaltungen und Prüfungen ab. Der zweite Typ beinhaltet Systeme, die statische Informationen verwalten und sie über das Internet verfügbar machen, wie z.B. Content Management Systeme und die darunter liegenden Webserver. Systeme, die dem dritten Typ zugehörig sind, bieten personalisierten Zugang zu standardisierten Diensten, z.B. webbasierte Lernunterstützung und webgestützte Bibliotheksdienste.

Momentan zielen europäische Förderprogramme im Bildungsbereich hauptsächlich auf Studierende im Grund- und Hauptstudium (bzw. Bachelor- und Masterstudium) ab (z.B. COMENIUS, ERASMUS und TEMPUS [EU06]) oder auf berufliche Weiterbildung (z.B. LEONARDO DA VINCI [EU06]).

Das Ziel der kürzlich gegründeten Organisation europäischer Doktoranden EURODOC¹ ist es, die Arbeits- und Studienbedingungen von jungen Wissenschaftlern zu verbessern, um ihren Beitrag zur europäischen Forschung zu steigern und die Ergebnisse der europäischen Wissenschaft zu verbessern.

Im Bereich der IT-Unterstützung für den Bildungssektor gibt es Programme wie MINERVA [EU06] und eLEARNING [EU06], sowie service-orientierte Umgebungen wie XLX [VW03], LearnServe [VW03] und ISETTA [VT06], aber diese zielen hauptsächlich auf Open und Distance Learning bzw. eLearning-Konzepte ab, sowohl für die Ausbildung von Studierenden als auch im Bereich der beruflichen Weiterbildung. Es mangelt jedoch an spezifischen Programmen für den IT-Einsatz zur Unterstützung von Doktoranden.

Spezifische Unterstützung für Doktoranden bietet das Human Potential Programm der Europäischen Union². Dieses Programm zielt darauf ab, Ausbildung und Mobilität von Wissenschaftlern aus nahezu allen Forschungsgebieten in ganz Europa zu unterstützen, z.B. in der MARIE CURIE Action³, bei welcher der Austausch von Doktoranden und Postdoktoranden unterstützt wird. Aber die Unterstützung durch das Human Potential Programm bezieht sich hauptsächlich auf den organisatorischen Bereich.

Angesichts der wachsenden und unterschiedlichen Anforderungen, welche die Doktoranden erfüllen müssen, wird eine IT-basierte Unterstützung der Prozesse, die während der Promotion ablaufen, immer notwendiger.

Viele Universitäten unternehmen heute große Anstrengungen⁴, um ihre Informationssysteme in ein einziges Universitätsportal zu integrieren und bieten Zugang sowohl zu bestehenden Diensten, als auch zu modernen, anspruchsvollen Diensten zur Unterstützung von Studierenden während ihres Studiums. Ein neuartiger Ansatz für eine umfassende Integration, realisiert durch eine service-orientierte Architektur, wird momentan von der Universität Karlsruhe (TH) realisiert [Ju06]. Basisfunktionalitäten von diversen Altanwendungen auf unterschiedlichen Plattformen werden in Web Services gekapselt, die dann zu komplexeren Mehrwertdiensten orchestriert werden.

Die Herausforderung ist es, Doktoranden durch das Anbieten spezieller Dienste, die sie während ihrer Promotion und für ihre Forschungsaktivitäten benötigen, zu unterstützen, indem alle Aspekte aus Forschung und Lehre durchgängig als Prozesse betrachtet und modelliert werden. Hierdurch wird es Doktoranden und Wissenschaftlern ermöglicht,

¹ <http://www.eurodoc.net/>

² <http://www.cordis.lu/improving/>

³ <http://cordis.europa.eu.int/mc-opportunities/>

⁴ In Deutschland z.B. Universität Karlsruhe (TH), die TU München, die RWTH Aachen, die Universität Hamburg und die FU Berlin.

obligatorische Prozessmodelle, die von der Universität bereit gestellt werden, zu nutzen (z.B. Modelle für Promotionsordnungen oder administrative Prozesse), zusätzlich individuelle Prozesse zu modellieren (z.B. persönliche Aufgabenlisten) und andere Personen im Sinne kollaborativer Arbeit (z.B. Koautorenschaft oder Projektmitarbeit) den Prozessen und den zugehörigen Ressourcen zuzuweisen.

3 Anforderungen

Die Aufgaben während einer Promotion umfassen das Recherchieren, das Arbeiten an der Dissertation, das Anfertigen von Publikationen und die Teilnahme an Konferenzen, das Unterrichten und Betreuen von Studierenden, die Mitarbeit in Forschungsprojekten sowie andere wissenschaftliche oder organisatorische Aufgaben (z.B. Verantwortung für Bibliotheken und Infrastruktur, Arbeit in universitären Gremien oder Konferenzkomitees etc.).

Um trotz dieser vielen Aufgaben die Produktivität zu erhöhen und ein schnelleres und zielgerichteteres Arbeiten an der Dissertation zu ermöglichen, ist eine spezifische IT-basierte Unterstützung für Doktoranden hilfreich. Abbildung 1 gibt einen exemplarischen Überblick über die Anforderungen an eine IT-Unterstützung für Doktoranden.

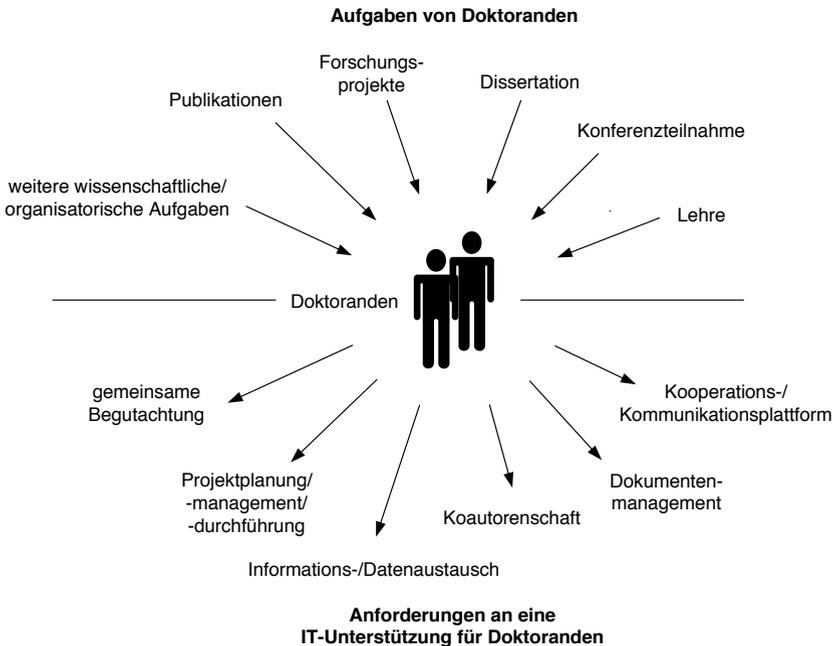


Abbildung 1: Exemplarische Übersicht der Anforderungen

Die Implementierung eines Informationssystems zur Unterstützung kollaborativer Forschung und Doktorandenausbildung muss die momentanen Promotionsgegebenheiten und fächerspezifische Besonderheiten (z.B. unterschiedliche Promotionsordnungen, unterschiedliche Publikationsrichtlinien etc.) berücksichtigen. Die notwendigen Veränderungen verlangen eine stärkere Formalisierung der Struktur der Promotionsordnungen. In diesem Zusammenhang müssen die Prozesse innerhalb einer Promotion stärker als bisher strukturiert werden.

Hinsichtlich der bereits erwähnten Aufgaben kann eine Menge von Basisfunktionalitäten identifiziert werden, die in ein Informationssystem zur Unterstützung kollaborativer Forschung und Doktorandenausbildung integriert werden müssen. Betrachtet man die Doktorandenausbildung aus einer prozessorientierten Sicht, so wird der Ausbildungsprozess durch unterschiedliche Arten von Regularien oder Richtlinien allgemein definiert, die von der Universität, ihren Fakultäten oder ihren Instituten vorgegeben werden. Mehrere obligatorische Aufgaben und Restriktionen werden von einem Doktoranden erfüllt, abhängig von seiner jeweiligen Rolle (z.B. als Autor, als Lehrender, als externer Doktorand, als Stipendiat, oder als Angestellter).

Auf oberster Ebene ist der Promotionsprozess durch eine Promotionsordnung für jede Fakultät unterschiedlich definiert. Solche Regularien spezifizieren allgemein die Menge und die Art der Arbeit, die von einem Doktoranden in einer definierten Zeitperiode erledigt werden muss, z.B. Forschungsaktivitäten, Veröffentlichung von Ergebnissen, Projektmitarbeit oder Promotionsprüfung. Zusätzlich ist jede Aufgabe mit verschiedenen administrativen Aufgaben verbunden wie z.B. der Dienstreiseantrag oder der Urlaubsantrag, die ebenso durch mehrere Regularien und Restriktionen definiert werden. Jede dieser Aufgaben wird als ein eigenständiger Teilprozess aufgefasst und modelliert, um anschließend bei der Instanzierung individuell vom Doktoranden angepasst zu werden.

Für die Unterstützung kollaborativer Arbeit muss ein Informationssystem einen verteilten Arbeitsplatz für Informations- und Datenaustausch sowie für Kooperation und Kommunikation zwischen Doktoranden und anderen Wissenschaftlern repräsentieren. Allgemeine Szenarien sind Planung, Management und Durchführung von Projekten, kollaborative Forschung, Koautorenschaft, gemeinsame Begutachtungen etc. In dieser Hinsicht muss ein Doktorand, der für einen Teilprozess (z.B. als Hauptautor einer Koautorenschaft oder als Projektleiter) verantwortlich ist, in der Lage sein, anderen Akteuren bestimmte Aufgaben zuzuweisen (z.B. die Zuweisung von Kollegen zu Aufgaben in einem internen Begutachtungsprozess). Jedem Akteur, der an einem Prozess teilnimmt, werden verschiedene Dienste angeboten. Solche Dienste sind beispielsweise Monitoring, Controlling und Reporting des gesamten Prozesses oder einzelner Aufgaben.

Die Erfüllung dieser Anforderungen bietet Doktoranden die Möglichkeit, zielgerichteter zu arbeiten. Der in diesem Beitrag präsentierte Ansatz fokussiert die Prozessunterstützung. Die Verwendung eines hierarchischen Prozessmodells und die Kapselung bestimmter Prozesse durch Dienste ermöglicht das Angebot von höherwertigen und wieder verwendbaren Diensten.

4 Prozessmodellierung mit Petri-Netzen

Petri-Netze [Re86, RR98] sind eine formale Beschreibungssprache mit einer grafischen Repräsentation und einer mathematischen Fundierung. Aufgrund dieser Eigenschaften werden sie häufig als Prozessmodellierungssprache verwendet. Im Gegensatz zu anderen grafischen Notationen ermöglichen sie die Simulation von Prozessmodellen und die Analyse des Verhaltens. Notationen wie Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) [SN00], die in praktischen Anwendungen für die Geschäftsprozessmodellierung weit verbreitet sind, können als semi-formale Varianten von Petri-Netzen mit einer spezifischen grafischen Schnittstelle betrachtet werden.

Ein Petri-Netz ist ein gerichteter bipartiter Graph, der aus einer Menge von statischen Elementen, *Stellen* genannt, und einer Menge von dynamischen Elementen, *Transitionen* genannt, besteht; Stellen und Transitionen werden durch gerichtete Kanten verbunden. Ein Petri-Netz wird formal durch das Tripel $N = (S, T, F)$ definiert. S ist die Menge der Stellen, T ist die zu S disjunkte Menge der Transitionen und $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$ ist eine *Flussrelation*, welche die Menge der Kanten bezeichnet. Die Elemente aus S werden grafisch repräsentiert durch Kreise, Elemente aus T durch Rechtecke und Elemente aus F als gerichtete Kanten zwischen Stellen und Transitionen.

Eine Stelle $s \in S$ ist Eingabestelle einer Transition $t \in T$, wenn eine gerichtete Kante von s nach t existiert. Eine Stelle s ist Ausgabestelle einer Transition t , wenn eine gerichtete Kante von t nach s existiert. Die Menge aller Eingabestellen einer Transition t wird mit $\bullet t$ bezeichnet und *Vorbereich* genannt. Die Menge aller Ausgabestellen einer Transition t wird mit $t\bullet$ bezeichnet und *Nachbereich* genannt [Re86].

Eine Stelle eines Petri-Netzes wird interpretiert als Container für Datenobjekte, die als *Marken* bezeichnet werden. Die Anzahl der Marken einer Stelle wird durch die *Markierung* dieser Stelle repräsentiert. Für die Modellierung von Prozessen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen wurden zwei Klassen von Petri-Netzen vorgeschlagen, die eine Vielzahl von Varianten abdecken, welche unterschiedliche Interpretationen einer Markierung zulassen. In der Klasse der einfachen Petri-Netze werden Boolesche Datenobjekte durch genau eine Marke (Bedingungs-/Ereignis-Netze) bzw. durch eine Multimenge von nicht unterscheidbaren Marken (Stellen-/Transitionen-Netze) repräsentiert [Re86]. In der Klasse der höheren Petri-Netze (z.B. Gefärbte Petri-Netze [Je93], Prädikate-/Transitionen-Netze [GL81], XML-Netze [LO03]) repräsentieren die Marken Datenobjekten, die einem bestimmten Datentyp entsprechen.

In jeder Variante von Petri-Netzen kontrollieren Transitionen den Fluss von Datenobjekten, die aus den Stellen ihres Vorbereichs entnommen und den Stellen ihres Nachbereichs zugewiesen werden. Transitionen können mit einem logischen Ausdruck (Prädikatenlogik der ersten Stufe) beschriftet sein, bestehend aus einer Bedingung und einer Operation für den Verbrauch, die Produktion oder Manipulation der Datenobjekte.

In einem XML-Netz [LO03] wird jede Stelle durch ein XML Schema-Diagramm beschriftet, wobei das XML Schema den so genannten *Stellentyp* repräsentiert. Stellen werden daher als Container für XML-Dokumente, welche dem jeweiligen Stellentyp ge-

nügen, interpretiert. XML-Dokumente stellen hier die prozessrelevanten Datenobjekte dar. Die Ausführung der Aktivitäten wird durch den Fluss der XML-Dokumente, d.h. das Schalten der Transitionen, definiert. Eine Transition wird mit einem prädikatenlogischen Ausdruck beschriftet, dessen freie Variablen in den Inschriften der adjazenten Kanten, den so genannten *Filterschema*-Diagrammen, enthalten sein müssen. Filterschema-Diagramme repräsentieren Lese- oder Manipulationsfilter für die jeweiligen Zugriffsarten Lesen bzw. Ändern, Erzeugen oder Einfügen und Löschen eines oder mehrere Datenobjekte. Beim Schalten einer Transition werden für eine existierende Variablenbelegung XML-Dokumente aus den Markierungen der Vorbereichsstellen gelesen oder gelöscht und in die Markierungen der Nachbereichsstellen eingefügt bzw. bereits existierende XML-Dokumente werden geändert. Ein Beispiel für ein beschriftetes XML-Netz zeigt Abbildung 4 im folgenden Abschnitt "Anwendungsfall".

5 Anwendungsfall

Ein typischer Prozess im Rahmen einer Promotion ist die Teilnahme an einer Konferenz. Die Teilnahme kann einerseits aktiv erfolgen durch Einreichen eines Konferenzbeitrags und den Vortrag einer Präsentation über das eigene Forschungsgebiet sowie das Erhalten von Kritik und Anregungen von anderen Wissenschaftlern. Andererseits kann man auch passiv als Zuhörer an einer Konferenz teilnehmen. Beide Arten der Teilnahme bieten die Möglichkeit zum Austausch wissenschaftlicher Ideen mit anderen Wissenschaftlern.

Für diesen Beitrag wurde der Prozess "Konferenzteilnahme" als Anwendungsfall ausgewählt, um den präsentierten Ansatz zu illustrieren. Abbildung 2 beschreibt den genannten Anwendungsfall auf vereinfachte Weise als einfaches Petri-Netz. In diesem Anwendungsfall entscheidet sich ein Doktorand für eine aktive Teilnahme an einer Konferenz. Hierdurch wird ein komplexer Teilnahme-Prozess angestoßen, der als Komposition aus mehreren Teilprozessen gesehen werden kann. Hierzu gehören das Verfassen und Einreichen eines Konferenzbeitrags, das Beantragen einer Dienstreise, die Berücksichtigung organisatorischer Aspekte einer Konferenzteilnahme (z.B. Registrierung und Bezahlung der Konferenzgebühr), die Anfertigung einer Präsentation, die Organisation der Reise und schließlich die eigentliche Teilnahme an der Konferenz. Diese Teilprozesse können als lose gekoppelte, aber disjunkte Dienste betrachtet werden. Diese kommunizieren über einheitliche Schnittstellen miteinander und weisen spezifische Abhängigkeiten auf. Dies bedeutet, dass jeder Teilprozess als eigenständiger Prozess gehandhabt werden kann, der für andere Zwecke wieder verwendet werden kann. Der Teilprozess bzw. Dienst "Publikation einreichen" kann auch für die Anfertigung von Zeitschriftenartikeln verwendet werden, die Services "Reiseantrag einreichen" und "Reise organisieren" können für jegliche Art von Dienstreisen verwendet werden, die Services "Teilnahme organisieren" und "An Konferenz teilnehmen" können sowohl für aktive als auch für passive Teilnahme an jeder Art von Veranstaltung verwendet werden. Der Service "Präsentation anfertigen" kann verwendet werden für die Anfertigung von Präsentationen für jegliche Zwecke.

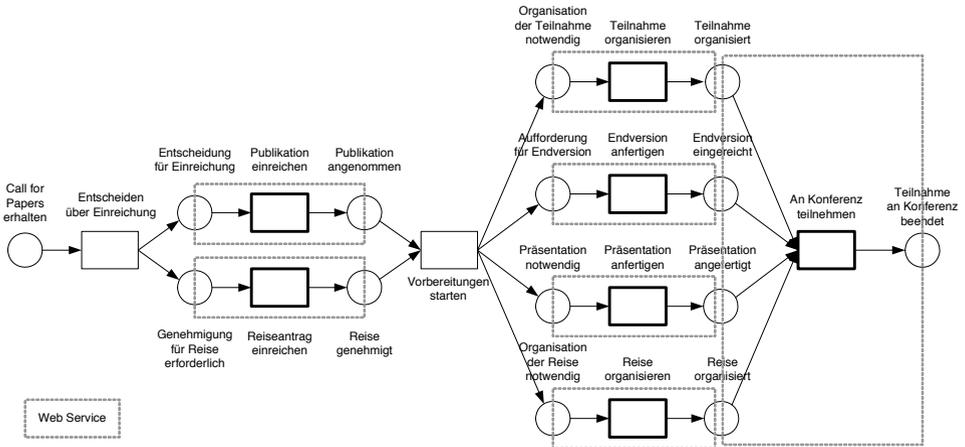


Abbildung 2: Prozess "Konferenzteilnahme"

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Teilprozesse in Abbildung 2 als aggregierte Transitionen (dick umrandet) modelliert. Im Zusammenhang mit Petri-Netzen bedeutet *Aggregation* das Ersetzen eines stellen- oder transitionsberandeten Teilnetzes durch jeweils eine einzelne Stelle oder Transition. Die Umkehrung der Aggregation wird *Verfeinerung* genannt [GL81].

Abbildung 3 zeigt die unterschiedlichen Abstraktionsebenen des Teilprozesses "Publikation einreichen". Das Teilnetz, welches der aggregierten Transition "Publikation einreichen" zugrunde liegt, zeigt zwei alternative Pfade. Diese sind abhängig davon, ob ein Abstract vor Einreichung des eigentlichen Beitrags eingereicht werden muss. In diesem Teilnetz kann z.B. die Transition "Publikation anfertigen" eine Schnittstelle für die Koordination mit den möglichen Koautoren des Beitrags besitzen. Ein Teilnetz kann weitere Teilnetze (d.h. aggregierte Transitionen) beinhalten. Im vorgestellten Beispiel repräsentiert die aggregierte Transition "Publikation mit Abstract anfertigen" ein Teilnetz auf der nächsten Abstraktionsebene, welches über weitere Schnittstellen verfügen kann, um die Anfertigung des Abstracts und des eigentlichen Konferenzbeitrags zusammen mit möglichen Koautoren zu koordinieren. Das Anfertigen von Publikationen kann auch Services wie Videokonferenzen oder Literaturrecherche in digitalen Bibliotheken beinhalten. Der Einfachheit halber zeigt das beschriebene Prozessmodell einen idealisierten Prozessverlauf (wie die Stelle "Publikation angenommen" zeigt). Üblicherweise sollten Mechanismen zur Ausnahmebehandlung in das Prozessmodell integriert werden, um Situationen wie "Ausfall eines Koautors", "Ablehnung einer eingereichten Publikation" oder "Ablehnung eines eingereichten Dienstreiseantrags" abzufangen. Außerdem beschreibt der vorgestellte Anwendungsfall eine aktive Konferenzteilnahme. Eine passive Teilnahme könnte aus den Teilprozessen "Reiseantrag einreichen", "Teilnahme organisieren", "Reise organisieren" und "An Konferenz teilnehmen" bestehen. Die technische Umsetzung des vorgestellten Ansatzes kann realisiert werden, indem jede aggregierte Transition als Web Service gekapselt wird (in Abbildung 3 angedeutet durch die grau gestrichelten Kästchen). Die Stellen des Vor- und Nachbereiches der jeweiligen Transition fungieren als Schnittstellen für die Kommunikation zwischen den verschiedenen

Web Services. Aufgrund der Tatsache, dass Web Services auf XML-Technologie basieren, sind XML-Netze sehr gut geeignet für die Prozessmodellierung im Allgemeinen [LO03] und für die Orchestrierung von Web Services [LO04] im vorgestellten Ansatz.

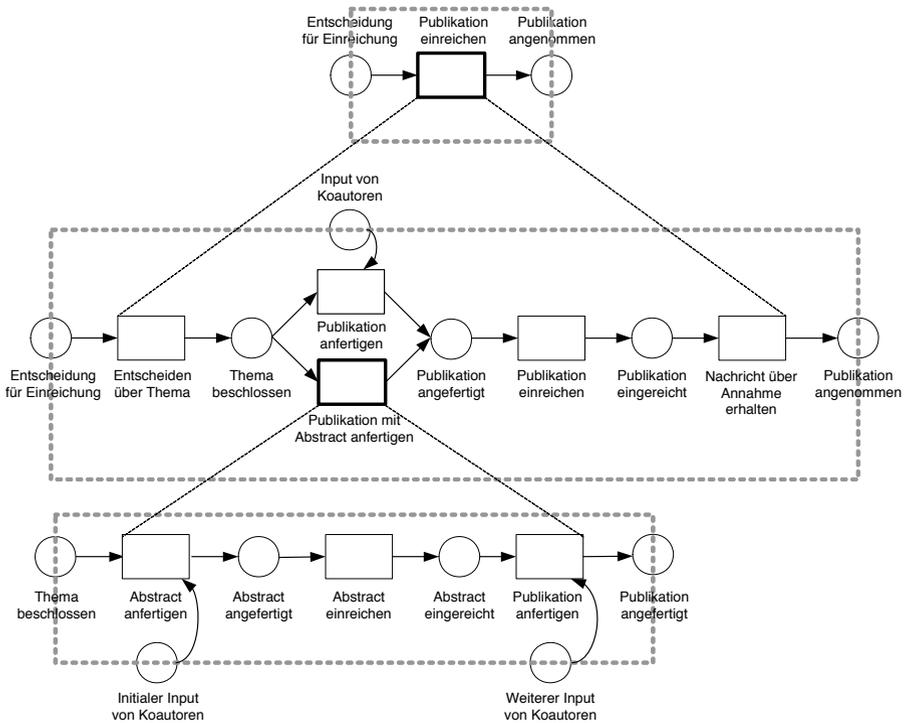


Abbildung 3: "Publikation einreichen"

Durch den vorgestellten Ansatz wird die Wiederverwendbarkeit der unterschiedlichen Teilprozesse erhöht. Außerdem ermöglicht der Ansatz eine effiziente Modellierung und Ausführung von spezifischen Prozessen, die während der Promotionszeit durchgeführt werden müssen.

Bezüglich der Unterstützung kollaborativer Forschung ist anzumerken, dass die im Anwendungsfall beschriebenen Services von mehreren Doktoranden verwendet werden können, z.B. wenn sie eine gemeinsame Publikation anfertigen. Die Abstimmungsbe-mühungen unter den teilnehmenden Doktoranden können als Kommunikation zwischen den jeweiligen individuellen Publikationsprozessen (gekapselt in Web Services) betrach-tet werden. Weitere mögliche Anwendungsfälle sind z.B. die Organisation von Dokto-randenseminaren oder die gemeinsame Arbeit an einem Forschungsthema.

Abbildung 4 zeigt ein einfaches XML-Netz für den Teilprozess "Publikationseinrei-chung" mit XML Schema- und Filterschema-Diagrammen, die jeweils den Stellen und Kanten zugeordnet sind. Das XML-Wurzelement "Publikation" besteht aus den Kind-elementen "Titel", "Autor", "Referenz" und "Angenommen", wobei das Element "Refe-renz" auf die eigentliche Publikation verweist. Das Element "Angenommen" ist vom Typ

Boolean und beschreibt den Annahmestatus der Publikation. Beim Schalten der Transition "Publikation einreichen" werden die XML-Dokumente, welche die Metadaten von Publikationen enthalten, also einen Titel, einen oder mehrere Autoren und ein Element "Angenommen" mit dem Wert "false" besitzen, aus der Stelle "Entscheidung für Einreichung" gemäß dem zur ausgehenden Kante gehörenden Filterschema gelöscht. Entsprechend dem Filterschema, das zur aus der Transition "Publikation einreichen" ausgehenden Kante gehört, und dem XML Schema der Stelle "Publikation angenommen" werden XML-Dokumente erzeugt, wobei der Wert des Elements "Angenommen" auf "true" gesetzt wird. Die schwarzen Balken in den Filterschema-Diagrammen repräsentieren *Manipulationsfilter*, die zum Erzeugen oder Löschen von Dokumenten eingesetzt werden. Die Rechtecke mit einem stilisierten "A" stellen jeweils einen *Elementplatzhalter* dar, der den Datentyp *AnyType* der XML Schema Definition (XSD) [FW04] besitzt und den allgemeinsten Elementtyp darstellt. In einer Instanz dieses Datentyps können an Stelle dieses Elementplatzhalters Elemente beliebigen Typs stehen.

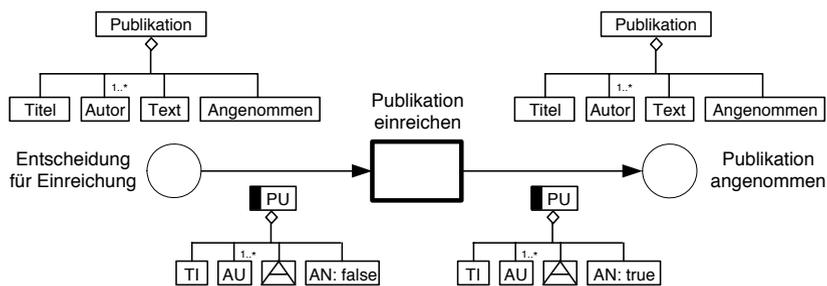


Abbildung 4: XML-Netz "Publikation einreichen"

6 Architekturkonzept

Die Integration von Informationssystemen innerhalb einer heterogenen IT-Infrastruktur ist nach wie vor ein wichtiger Aspekt der Softwareentwicklung. Jedoch existieren für Hochschulen keine umfassenden Integrationslösungen, wie z.B. kommerzielle Lösungen zur Anwendungsintegration in Unternehmen (Enterprise Application Integration, EAI). Viele dieser Lösungen basieren auf dem Konzept der *Service-orientierten Architektur* (SOA), welches eine prozessorientierte Integration von bestehenden Altsystemen (Legacy-Systeme) in einer heterogenen IT-Infrastruktur realisiert. Die Idee der SOA ist es, Zugriff auf Funktionalitäten bestehender Systeme in Form von Diensten mit einheitlichen Schnittstellen zu ermöglichen.

Die Architektur des vorgestellten Ansatzes beruht im Allgemeinen auf dem Konzept der SOA und im Besonderen auf deren Realisierung mittels Web Services. Web Services sind plattformunabhängig, verfügbar über das Internet und basieren auf gängigen und etablierten Protokollen und Standards, wie z.B. TCP/IP, HTTP, XML, SOAP, WSDL, UDDI sowie zahlreiche Erweiterungen zu Sicherheits- und Interoperabilitätsaspekten. Abbildung 5 zeigt das von [Ju06] abgeleitete vierschichtige Architekturkonzept für den vorgestellten Ansatz.

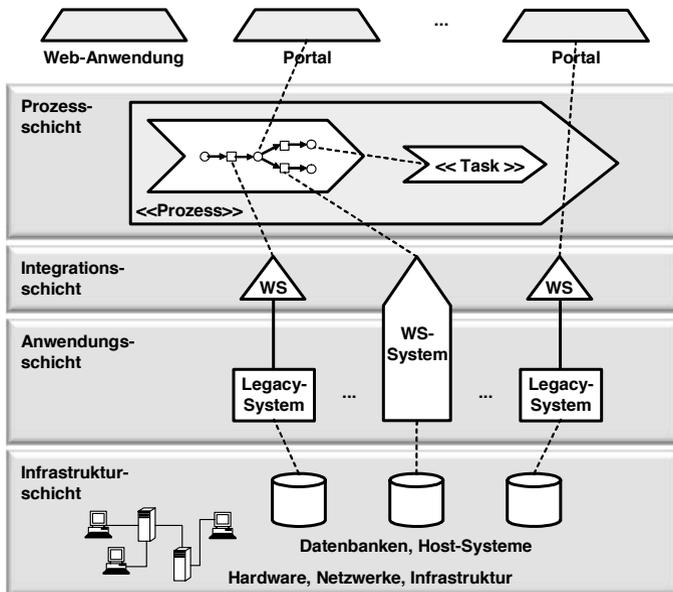


Abbildung 5: Architekturkonzept

Zur Infrastrukturschicht zählen sämtliche Hardware- und Netzwerkkomponenten, sowie Datenbank- und Host-Systeme. Zu integrierende Altsysteme und Anwendungen sowie Systeme, die bereits über Web Service-Schnittstellen verfügen, befinden sich innerhalb der Anwendungsschicht. Die Integrationsschicht beinhaltet sämtliche Web Services, die einen Zugriff auf Systeme der Anwendungsschicht ermöglichen. Innerhalb der Prozessschicht werden Web Services der Integrationsschicht mit Hilfe von XML-Netzen zu höherwertigen Diensten orchestriert (siehe Abschnitt 5). Aufgrund dessen kann der Gesamtprozess der Promotion als ein einziger durchgängiger Prozess auf der Anwendungsschicht, der sich aus mehreren Teilprozessen und Aufgaben zusammensetzt, angesehen werden. Die Benutzerinteraktion wird durch Web-Anwendungen oder Portale ermöglicht. Innerhalb eines Universitätsportals können somit einzelne Web Services der Integrationsschicht oder solche, die Teil einer Orchestrierung sind, integriert und zugänglich gemacht werden.

7 Fazit und Ausblick

Obwohl mehrere Initiativen für die Unterstützung der Ausbildung an Schulen und Universitäten existieren, herrscht nach wie vor ein substanzieller Mangel an IT-basierten Systemen. Der in diesem Beitrag vorgestellte Ansatz bietet spezielle Dienste, die während einer Promotion benötigt werden, indem er alle relevanten Aspekte aus Ausbildung und Forschung als Teilprozesse betrachtet. Für die kollaborative Forschung und Doktorandenausbildung wurde ein neuer Ansatz vorgestellt. Dieser basiert auf einer serviceorientierten Architektur, die eine prozessorientierte Integration von Informationssystemen innerhalb einer heterogenen Systemlandschaft ermöglicht.

Für die Modellierung der Prozesse wurden Petri-Netze als formale Beschreibungssprache mit einer grafischen Repräsentation und einer mathematischen Fundierung eingeführt. Sie können für die Simulation von Prozessmodellen und für die Analyse deren spezifischen Verhaltens und Charakteristika verwendet werden. Durch die Verwendung von XML-Netzen – eine Variante höherer Petri-Netze – können Stellen interpretiert werden als Container für XML-Dokumente, welche die jeweiligen prozessrelevanten Datenobjekte repräsentieren. Die Ausführung der Aktivitäten wird durch den Fluss der XML-Dokumente, d.h. das Schalten der Transitionen, definiert. XML-Netze eignen sich besonders für die Modellierung der komplexen dokumentenbasierten Prozesse, die in Forschung und Lehre auszuführen sind.

Der vorgestellte Ansatz trägt hierbei in vielerlei Hinsicht zur Unterstützung von Doktoranden bei:

- Durch die Möglichkeit einer intensiveren Beschäftigung mit dem eigenen Forschungsthema kann die Promotionsdauer verkürzt werden.
- Die Promotionsbedingungen verbessern sich im Allgemeinen durch teilweise Entlastung von administrativen Aufgaben.
- Durch die Verwendung eines service-orientierten Ansatzes verbessern sich die Kommunikation der Doktoranden untereinander und die Kommunikation zwischen Doktoranden und anderen Experten.
- Ebenso unterstützt der Ansatz das kollaborative Problemlösen bei der gemeinsamen Arbeit an Forschungsthemen, was auch der Internationalisierung der Doktorandenausbildung zugute kommt.
- Eine kollaborative Qualitätssicherung (z.B. durch Integration von externen Gutachtern in die Betreuung von Doktoranden) wird in der Doktorandenausbildung ermöglicht.
- Die Integration von digitalen Bibliotheken, Recommender-Systemen, kontextabhängigen Diensten etc. für Publikationen erleichtert die Arbeit der Doktoranden.
- Durch die Verwendung von Web Services wird die Interoperabilität in heterogenen Software- und Hardware-Umgebungen gewährleistet.
- Auch mobile Arbeitsplätze (z.B. beim Besuch einer Konferenz) werden durch den Web Service-orientierten Ansatz unterstützt.
- Die Wiederverwendbarkeit von Teilprozessen als Web Services ermöglicht eine Modularität mit geringen Redundanzen und trägt zur Flexibilität der eingesetzten IT-Systeme bei.

Da der vorgestellte Ansatz sich noch in einem frühen Forschungsstadium befindet, wurde nur das Konzept an sich beschrieben. Weitere Schritte beinhalten die Implementierung des Systems, basierend auf einer service-orientierten Architektur und die technische Umsetzung durch Web Services. Des Weiteren sind Analyse, Simulation und Monitoring der Prozesse Aufgaben, die für ein solches System notwendig sind.

Aufgrund der zunehmenden Globalisierung in der Hochschulausbildung – einerseits mit Hilfe des weltweiten Informationsnetzwerkes und andererseits aufgrund des internationalen Wettbewerbs zwischen Universitäten – muss die IT-Unterstützung für junge Wissenschaftler initiiert werden. Das aus dem vorgestellten Ansatz resultierende System wird eine Basis bilden, um eine umfassende Informations- und Kommunikationsinfrastruktur mit hohem Informations-, Planungs- und Management-Potenzial aufzubauen.

Literatur

- [EU99] The Bologna Declaration. Joint declaration of the European Ministers of Education. Bologna, 19. Juni 1999.
- [EU03] Realising the European Higher Education Area. Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education. Berlin, 19. September 2003.
- [EU06] Programmes and Actions of the European Commission. http://ec.europa.eu/education/programmes/programmes_en.html [letzter Abruf am 08.09.2006].
- [FW04] Fallside, D.C.; Walmsley, P. (Hrsg.): XML Schema Part 0: Primer Second Edition. W3C Recommendation. World Wide Web Consortium, 28. Oktober 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-0-20041028/primer.html> [letzter Abruf am 08.09.2006].
- [GL81] Genrich, H.J.; Lautenbach, K.: “System modelling with high level petri nets”. In *Theoretical Computer Science*, (13):109-136, 1981.
- [Je93] Jensen, K.: “An Introduction to the Theoretical Aspects of Coloured Petri Nets”. In de Bakker, J.; de Roevers, W.P.; Rozenberg, G. (Hrsg.): *A Decade of Concurrency – Reflections and Perspectives. Lecture Notes in Computer Science*, Nr. 803. Springer, 1993; S. 230-272.
- [Ju06] Juling, W. et al.: “Architektur für ein universitätsweit integriertes Informations- und Dienstmanagement“. In *Proceedings des Workshops „Pervasive University“ im Rahmen der 36. GI-Jahrestagung “Informatik 2006“, 02.-06. Oktober 2006 [zur Veröffentlichung angenommen]*.
- [Ke05] Kehm, B.: “Developing Doctoral Degrees and Qualifications in Europe. Good Practice and Issues of Concern”. In *Beiträge zur Hochschulforschung*, 27(1):10-33, 2005.
- [LO03] Lenz, K.; Oberweis, A.: “Interorganizational Business Process Management with XML Nets”. In Ehrig, H. et al. (Hrsg.): *Petri Net Technology for Communication Based Systems. Lecture Notes in Computer Science*, Nr. 2472. Springer, 2003; S. 243-266.
- [LO04] Lenz, K.; Oberweis, A.: “Workflow Services: A Petri Net-Based Approach to Web Services“. In *Proceedings of the International Symposium on Leveraging Applications of Formal Methods (ISoLA 2004)*, Paphos, Cyprus, November 2004. Technical Report, Nr. TR-2004-6. Department of Computer Science, University of Cyprus, 2004; S. 35-42.
- [SN00] Scheer, A.-W.; Nüttgens, M.: “ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management”. In van der Aalst, W.M.P.; Desel, J.; Oberweis, A. (Hrsg.): *Business Process Management – Models, Techniques and Empirical Studies. Lecture Notes in Computer Science*, Nr. 1806. Springer, 2000; S. 376-389.

- [Re86] Reisig, W.: Petrinetze – Eine Einführung. Studienreihe Informatik. Springer, 2. Auflage, 1986.
- [RR98] Reisig, W.; Rozenberg, G. (Hrsg.): Lectures on Petri Nets I: Basic Models. Lecture Notes in Computer Science, Nr. 1491, Springer, 1998.
- [VT06] Vossen, G.; Thies, G.: “ISETTA: Service Orientation in the “Bologna Process” of a Large University”. In Nilsson, A.G. et al. (Hrsg.): Advances in Information Systems Development: Bridging the Gap between Academia & Industry. Springer, 2006.
- [VW03] Vossen, G.; Westerkamp, P.: “E-Learning as a Web Service (Extended Abstract)”. In Desai, B.C.; Ng, W. (Hrsg.): Proceedings of the Seventh International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS 2003). IEEE, 2003; S. 242-249.