

Operativ-administrative Daten, Ontologien und semantische Technologien – das OpenData Projekt der Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität Leipzig

Hans-Gert Gräbe, Thomas Riechert, Universität Leipzig

{graebe|riechert}@informatik.uni-leipzig.de

Version vom 15. August 2010

Zusammenfassung

Die Organisation von Lernprozessen ist eng mit anderen operativ-administrativen Aufgaben auf Fakultätsebene verknüpft. In der Diskussion um E-Learning muss diese erweiterte Perspektive angemessene Berücksichtigung finden. Im ersten Teil unseres Beitrags setzen wir uns mit bestehenden Ansätzen und neuen Herausforderungen einer solchen integrativen Betrachtung auseinander und diskutieren die Bedeutung des Übergangs von einer werkzeuggetriebenen zu einer datengetriebenen Perspektive. Im zweiten Teil zeigen wir am Beispiel der Neustrukturierung der Lehrveranstaltungs-Planung unserer Fakultät, wie ein solcher datengetriebener Zugang praktisch aussehen kann. Auf der Basis semantischer Technologien wird dazu im Rahmen unseres OpenData-Projekts¹ wiki-basiert eine gemeinsame Datenbasis aufgebaut und gepflegt, auf die mit verschiedenen Werkzeugen auf einheitliche Weise zugegriffen werden kann. Diese leichtgewichtige, mit geringen Ressourcen entwickelte Lösung ist seit dem Sommersemester 2010 im produktiven Einsatz.

Operativ-administrative Daten und E-Learning-Systeme

E-Learning-Portale wie das OLAT²-basierte sächsische Bildungsportal fokussieren stark auf die interaktive Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse *innerhalb* eines Kurses und erlauben es, in diesem Bereich zielgruppengenau Lehrmaterialien zu präsentieren und flexible Lernszenarien umzusetzen. Für die Koordinierung verschiedener operativ-administrativer Aufgaben auf *kursübergreifender* Ebene bieten diese Portale dagegen nur rudimentäre Unterstützung an. So beschränken sich die wesentlichen OLAT-Funktionen in dieser Richtung auf den Katalog, in welchem die Struktur des Lehrangebots abgebildet werden kann, sowie die privaten Kalender, die mit Kurs- und Gruppenkalendern verbunden werden können, um so gemeinsame Termine zu verwalten. Beide Funktionen folgen keinem klar definierten Workflow, sind wenig strukturiert und erfordern umfangreiche Pflege, um kursübergreifend ein Mindestmaß an Datenqualität zu erreichen.

Dies ist nicht verwunderlich, denn im Gegensatz zum Kursbetrieb, in dem mit Kursleitern (Autoren), Studenten (Nutzer) und Tutoren eine überschaubare Anzahl von weitgehend standardisierten Rollen mit gut abgrenzbaren Verantwortungsbereichen und Interaktionslinien identifiziert werden können, ist Anzahl und Zuschnitt von weiteren Rollen im operativ-administrativen Geschäft einer Fakultät in weiten Bereichen nicht standardisiert und – mit Blick auf die sehr verschiedene Größe und auch die sehr verschiedenen kulturellen Traditionen der einzelnen Fächer – übergreifend wohl auch nicht vernünftig standardisierbar. Im Leipziger Projekt AlmaWeb³ wird versucht, durch zentrale Vorgaben für eine Reihe von Prozessen an den Fakultäten eine solche stärkere Standardisierung zu erreichen, aber es bleibt abzuwarten, ob dies mit der Flexibilität vereinbart werden kann, welche auf operativer Ebene erforderlich ist, um den *sehr* verschiedenen Lernbiographien der Studenten zu entsprechen.

1 *OpenData-Projekt* an der Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität Leipzig, siehe <http://bis.informatik.uni-leipzig.de/OLAT/LVPlanung>.

2 OLAT ist ein unter Federführung der Universität Zürich entwickeltes Open Source E-Learning-System, siehe <http://www.olat.org>. OLAT steht für *Online Learning And Training*.

3 Das Projekt *AlmaWeb* befasst sich mit der Einführung eines standardisierten und integrierten Campus-Management-Systems an der Universität Leipzig. <http://service.uni-leipzig.de/almaweb>

Auf der anderen Seite werden operativ-administrative Prozesse auf Fakultätsebene (wie Prüfungsmanagement, Lehrveranstaltungs- und Raumplanung oder die Verwaltung von Moduldatenbanken) durchaus werkzeuggestützt vorbereitet und abgewickelt, wobei in den verschiedenen Einrichtungen für vergleichbare Aufgaben unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz kommen. Die eingesetzten Werkzeuge bestimmen aber die Datenstrukturierung und begrenzen die Interkommunikationsmöglichkeiten zwischen den verschiedenen Anwendungen. Eine Integration – wenn überhaupt auf die entsprechenden Spezifikationen zugegriffen werden kann – ist mit hohem Ressourcenaufwand verbunden, der von den einzelnen Einrichtungen mit ihren beschränkten Budgets kaum aufzubringen ist.

Neue Herausforderungen

Semantische Ansätze, basierend auf semantischen Technologien, versuchen von einer solchen werkzeuggetriebenen zu einer datengetriebenen Sicht zu wechseln. Dies hat nicht nur theoretische, sondern oft sehr praktische Gründe. In der Tat, die meisten Softwareprojekte im operativ-administrativen Bereich treffen heute auf eine bereits existierende Werkzeug- und Datenlandschaft, in der oft alte Werkzeuge durch neue ersetzt werden sollen. Es geht dabei um die Erweiterung von Funktionalitäten oder eine Vereinheitlichung von Architekturen, aber selten treffen sie auf alte Datenbestände, die obsolet werden. Im Gegenteil, im neuen System sollen diese Bestände – möglicherweise in neuen Formaten – weiter operativ verfügbar oder wenigstens mit geringem Aufwand aus einem Archiv beschaffbar sein, wenn es um operativ weniger relevante Daten (etwa Prüfungsprotokolle vergangener Jahre) geht. Mit neuen Werkzeugen müssen die alten Daten wenigstens in der gewohnten Qualität weiter verfügbar sein.

Noch größere Herausforderungen in Richtung Daten-Interoperabilität ergeben sich, wenn für die eigenen operativen Prozesse Werkzeuge (potenziell) verschiedener Anbieter zum Einsatz kommen, die auf den gemeinsamen operativ-administrativen Datenkorpus zugreifen. Eine solche – auch historisch gewachsene – Werkzeugvielfalt ist heute in den meisten Einrichtungen praktische Realität und spielt mit Blick auf eine anzustrebende Anbieterflexibilität im Kontext der nachhaltigen Sicherung eigener Handlungsfähigkeit in strategischen Überlegungen eine zunehmend wichtige Rolle. Aus software-theoretischer Sicht werden die damit zusammenhängenden Fragen in modernen Komponentenarchitektur-Konzepten aufgegriffen.

Es geht also darum, die operativen Daten und deren Verknüpfungen untereinander auf flexible Weise so darzustellen und zu formalisieren, dass mit den verschiedenen Werkzeugen und Komponenten dieser gemeinsame Datenbestand kontrolliert verwaltet und unter definierbaren Integritäts- und Qualitätsgesichtspunkten fortgeschrieben werden kann. In der klassischen Dreischichten-Architektur⁴ (Datenschicht, Geschäftslogik, Präsentationsschicht) ist dazu insbesondere das Konzept der Interaktion zwischen Datenschicht und Geschäftslogik in Richtung größerer Flexibilität der Datenstrukturierung zu überdenken und die Datenschicht entsprechend dieser komplexeren Anforderungen umzubauen. Dazu bedarf es formalisierter Beschreibungsmittel – also einer Datenabstraktionssprache –, um aus der Geschäftslogik heraus die entsprechenden Aufgaben möglichst laufzeitnah *formulieren* zu können.

Aus softwaretechnischer Perspektive wird im Wechselspiel von Werkzeugsicht und Datensicht auch eine Zweiteilung von Verantwortlichkeiten sichtbar. Während IT-Firmen (oder entsprechende zentrale Abteilungen der Hochschulen) als Auftragnehmer für Erstellung und Wartung der entsprechenden Softwaresysteme primär für das reibungslose Funktionieren und die Weiterentwicklung der Werkzeuge zuständig sind, ist der Auftraggeber vor allem an der konsistenten Fortschreibung der Datenlandschaft der von ihm zu verantwortenden operativ-administrativen Prozesse interessiert und für deren Zustand auch verantwortlich. Damit interessiert ihn die Frage nach konkreten Werkzeugen, wenn sie denn leisten, was sie sollen, nicht vordergründig.

4 Siehe dazu etwa <http://de.wikipedia.org/wiki/Schichtenarchitektur>

Diese Gesamtverantwortung für eine konsistente Datenlandschaft wird oft in eine Reihe von Teilverantwortlichkeiten heruntergebrochen, die konkreten Mitarbeitern des Auftraggebers zusammen mit *Rollen* zugeordnet werden. Die damit verbundene lokale Verantwortung für Teilbereiche der Datenintegrität *innerhalb* des bestehenden IT-Systems steht im schlechtesten Fall im Konflikt mit der operativ-administrativen Herausforderung, einen konkreten Vorgang so zu bearbeiten, dass er sachgerecht entschieden wird *und* die dabei anfallenden Daten in das bestehende System integriert werden können. Das Argument „Der Computer lässt mich dies und das nicht machen“ darf einer solchen sachgerechten Entscheidung letztlich nicht im Wege stehen. An der Stelle wird deutlich, dass ein Ansatz nicht skaliert, der nicht auch den lokalen Akteuren die Möglichkeit einräumt, sachlich veranlasste Veränderungen auch an der *Datenstrukturierung* auf kontrollierte Weise zu veranlassen oder selbst vorzunehmen und dazu – vielleicht – sogar auch eigene Werkzeuge einzusetzen.

Der operativ-administrative Datenkorpus „lebt“ also nicht nur in dem Sinne, dass sich Dateninhalte ändern, sondern – über einen längeren Zeitraum betrachtet – sind auch Datenstrukturierungen weiterzuentwickeln. In klassischen Datenbanklösungen bedeutet dies einen schwerwiegenden Eingriff in die Datenschicht und löst umfangreiche Arbeiten auf Werkzeugebene aus, wenn dazu Datenbankschemata neu zu strukturieren sind. Dies kann bei hochgradig monolithischen Lösungen nur im Rahmen von einschneidenden Releasewechslern ausgerollt werden, während bei komponentenbasierten Lösungen – je nach Architektur – die entsprechenden Änderungen vielleicht auch schrittweise eingespielt werden können.

Der „lebende“ Datenkorpus ist allerdings nur ein Abbild der „einen großen realweltlichen Erzählung“ über die operativ-administrativen Vorgänge im entsprechenden Einzugsbereich, die mit verteilten Rollen und Stimmen vorgetragen wird. Könnte man diese Erzählung ausreichend detailliert formalisiert erfassen, so wäre dies eine erstklassige Quelle wenigstens für alle Beobachter, die etwas über diesen Einzugsbereich wissen wollen oder müssen. Deren Werkzeuge könnten an dieser Formalisierung andocken und die für sie relevanten Sätze herausfiltern. Genau dieser Weg wird mit modernen semantischen Ansätzen beschritten.

Semantische Ansätze und Linked Data

In den letzten Jahren wurden semantische Ansätze zu Datenstrukturierung und Zugriffsmöglichkeiten über Webprotokolle entwickelt. Die in diesem Zusammenhang wichtigsten Elemente⁵ sind

- die Einführung von Unicode und UTF-8⁶ zur plattform-übergreifenden einheitlichen Zeichendarstellung,
- die Standardisierung von XML als Markup-Sprache, mit der einzelne semantisch bedeutsame Textteile markiert werden können,
- RDF⁷ als (XML-basierte) Beschreibungssprache, um diese semantische Bedeutung im Rahmen von *Ontologien* formalisiert auszudrücken und damit entsprechende *Wissensbasen* aufzubauen,
- OWL⁸ als (ebenfalls XML-basierte) Beschreibungssprache, um diese Ontologien selbst formal zu beschreiben und damit einem maschinengestützten *logischen Reasoning* zugänglich zu machen und
- Reasoning-Konzepte, um in Wissensbasen implizit vorhandene Informationen durch Verknüpfungen zu explizieren.

Insbesondere die Abtrennung der Ebene der Ontologien (bzw. der Datenbeschreibung) von der

⁵ Detaillierte Informationen zu Datenformaten und das Semantic Web sind u.a. hier zu finden: <http://semanticweb.org>

⁶ UTF-8 steht für 8-bit UCS Transformation Format für die Kodierung von Unicode-Zeichen

⁷ RDF steht für Resource Description Framework : <http://www.w3.org/RDF>

⁸ OWL steht für Ontology Web Language: <http://www.w3.org/TR/owl-features>

Ebene der Datenhaltung eröffnet neue Möglichkeiten der verteilten Verwaltung und Fortschreibung von Datenbeständen entsprechend operativer Verantwortlichkeiten, wenn Einigkeit über eine gemeinsame Ontologie hergestellt werden kann.

Webgestützte Zugriffskonzepte gestatten es, Wissensbasen dezentral im Zuständigkeitsbereich der jeweiligen Verantwortlichen anzusiedeln. Über Lese- und Schreibrechte entsprechend der verschiedenen Rollenbilder – auch dies lässt sich in einer Wissensbasis ablegen – kann so der Zugriff auf die operative Datenbasis feingranular gesteuert werden. Eine solche Infrastruktur setzt allein eine zentrale Authentifizierungsstruktur voraus, mit der realweltlichen Akteuren ihre digitalen Identitäten sowie die zugehörigen Rechte zugeordnet werden können. Eine solche Infrastruktur existiert aber in den meisten Einrichtungen bereits zusammen mit der Vernetzung der Arbeitsplatzrechner und der zentralen Verwaltung dieses Netzzugangs.

Auf der Ebene des logischen Reasoning hat sich in den letzten Jahren der Fokus von schwergewichtigen informatik-theoretischen Konzepten hin zur Übertragung klassischer SQL-Anfrageszenarien verschoben. Mit der Anfragesprache SPARQL⁹ können verteilte Wissensbasen mit gemeinsamen Ontologien oder Ontologiefragmenten wesentlich flexibler durchsucht werden. Dezentrale Anfrageszenarien lassen sich dazu mit *Mashup-Techniken* zu verschiedenen Zwecken zusammenführen.

So wie es im Bereich der klassischen Datenbanken eines entsprechenden Servers mit einer Datenbank-Engine bedarf, um Antworten auf Datenbankabfragen zu erhalten, muss ein Webserver einen *SPARQL-Endpunkt* anbieten, um SPARQL-Anfragen an eine dort verwaltete Datenbasis verarbeiten und Antworten verschicken zu können.

Katalog von Lehrveranstaltungen im OLAT

Basierend auf den vorangegangenen Ausführungen über Motivation und Einbettung der Thematik dieses Aufsatzes, soll nun das eingangs beschriebene Beispiel des Workflows der Erstellung von OLAT-Katalog-Informationen betrachtet werden. Die dort aggregierten Informationen über die einzelnen Kurse sind in der aktuellen Version OLAT 6.3 (ebenso in OPAL¹⁰) durch die Kursautoren nach einem fest vorgegebenen Schema bereitzustellen. Neben den damit verbundenen Einschränkungen, welche Informationen überhaupt kursübergreifend aggregierbar sind, wird auch der entsprechende operativ-administrative Prozess nur ungenügend abgebildet, weil die auf Einrichtungsebene Verantwortlichen für eine konsistente Darstellung *aller* aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen nicht einbezogen sind. Das bei diesen Verantwortlichen *strukturiert* (wenn auch nicht unbedingt schon formalisiert) vorhandene Gesamtwissen wird durch das partielle Wissen der Kursverantwortlichen über diesen Prozess ersetzt, die zudem in ihrer Mehrzahl das OLAT-Portal gar nicht nutzen. Entsprechend unvollständig geben die Kataloginformationen das volle Spektrum des Lehrangebots wieder.

Für die vollständige und konsistente Darstellung des Lehrveranstaltungsangebots einer Einrichtung innerhalb von OLAT müsste dieser Workflow umgekehrt werden – aus Quellen über das gesamte Lehrangebot, die bei der Planung oder zur digitalen Darstellung des Lehrangebots der jeweiligen Einrichtung sowieso erstellt werden und wenigstens teilformalisiert vorliegen, wäre zunächst der Katalog zu generieren. In einem zweiten Schritt hätten die Kursleiter Gelegenheit, ihre eigenen Kurse mit den entsprechenden Katalogeinträgen zu verlinken (und nicht umgekehrt eigene Informationen für den Katalog zu produzieren wie bisher, wo Heterogenität und geringe strukturelle Qualität vorprogrammiert sind).

Hierfür muss nicht der komplette Prozess der Stundenplanverwaltung in OLAT integriert sein; insbesondere muss keine weitere OLAT-Rolle „Stundenplanverwalter“ geschaffen werden. Es reicht aus, wenn eine solche Rolle auf Einrichtungsebene besetzt ist, die eine öffentlich zugängliche

9 SPARQL Query Language for RDF: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>

10 Lehr- und Lernplattform des Bildungsportals Sachsen, <https://www.bildungsportal.sachsen.de>

Datenquelle verwaltet und aktualisiert, in der die entsprechenden Informationen zu den Lehrveranstaltungen in einer bekannten Weise strukturiert abgelegt sind.

Auf dieser Basis kann OLAT um einen Modul erweitert werden, der auf diese externe Quelle mit Stundenplaninformationen *lesend* zugreift, um daraus eine eigene Sicht auf die Stundenplandaten der Einrichtung zu generieren und diese Informationen mit anderen Informationen zu verknüpfen. Beim Entwurf einer solchen OLAT-Erweiterung ist zu bedenken, dass das Änderungsmanagement dieser Quelle – etwa durch ein tägliches Update der primären Stundenplandaten – geeignet propagiert werden muss.

Ein solches Konzept lässt sich auf andere Bereiche der operativ-administrativen Verwaltung öffentlicher Daten (Mitarbeiter der Einrichtung, Modulbeschreibungen, Raumsituation usw.) der Einrichtung ausdehnen.

Für einrichtungsübergreifende OLAT-Einsatzszenarien wie am Bildungsportal Sachsen oder der Universität Zürich sind weitere Fragen zu lösen, da das in diesem Aufsatz entwickelte Konzept von einer 1-zu-1-Beziehung zwischen OLAT-Instanzen und Einheiten der operativ-administrativen Verwaltung ausgeht. Die Vorteile eines solchen Zugangs wurden anderenorts¹¹ genauer erläutert. Die im Weiteren beschriebene RDF-basierte Lösung skaliert jedoch ohne wesentliche Probleme unter der Voraussetzung, dass die Einrichtungen die relevanten Stundenplaninformationen in einem einheitlichen RDF-basierten Format über SPARQL-fähige Endpunkte bereitstellen.

OpenData-Projekt der Fakultät für Mathematik und Informatik

Mit dem Ausscheiden des dafür Verantwortlichen aus dem aktiven Dienst war die Lehrveranstaltungsplanung unserer Fakultät zum Sommersemester 2010 neu zu organisieren und der Einsatz geeigneter Werkzeuge zur Unterstützung der damit verbundenen Prozesse zu überdenken. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden die Lehrveranstaltungen weitgehend händisch geplant, die Transparenz des Prozesses für die Betroffenen war gering. Im Ergebnis der Planung erhielten die Mitarbeiter kleine Zettel mit ihren Stundenplandaten für das nächste Semester. Diese Daten wurden durch den Webseiten-Redakteur der Fakultät in das Stundenplansystem übertragen, eine vor Jahren durch einen Studenten entwickelte Webanwendung¹², die nur fest eingetragene Sichten auf die Daten erlaubte. Aktuellere Entwicklungen in Richtung Bachelor-Master-System konnten über zehn Jahre später nur umständlich und in keinem Falle adäquat abgebildet werden.

Unter diesen Umständen war nur ein Neuanfang sinnvoll, der – fast ohne verfügbare Entwicklungsressourcen – wenigstens die folgenden Aufgaben abdecken sollte:

- Transparentere Planung der Lehrveranstaltungen für das kommende Semester, so dass sich die Mitarbeiter der Fakultät stets über den aktuellen Stand der Planung informieren können;
- Einführung einer Weblösung für den neuen Stundenplan, in der die aufgelaufenen Umstellungen in der Studienorganisation eingearbeitet sind;
- Prototypische Implementierung einer OLAT-Sicht auf diese Stundenplandaten.

Grundlage des neuen Systems bildet eine RDF-Wissensbasis¹³ als primäre Datenquelle, in der die aktuellen Planungsinformationen über Lehrveranstaltungen der Fakultät verwaltet werden. Die in einem agilen wiki-basierten Knowledge-Engineering Prozess entworfene Struktur der Wissensbasis hat sich im Laufe eines Jahres über zwei Planungsphasen (Sommersemester 2010 und Wintersemester 2010/11) evolutionär stabilisiert. Nach einem „monolithischen“ Anfang wurde aus der Struktur inzwischen ein generischer Teil mit semesterübergreifenden Informationen (insbesondere über Lehrkräfte und Räume), die sonst von Semester zu Semester zu kopieren wären, abgespalten.

11 Gräbe, Hans-Gert: Dezentrale E-Learning-Plattformen – einige Überlegungen. Beitrag auf der WEL-07, Juli 2007, HTWK Leipzig. <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe/Texte/wel-07.pdf>

12 Sergej Melnik, 1997

13 Siehe <http://od.fmi.uni-leipzig.de>

Ein solches agiles Vorgehen der Ontologie-Restrukturierung statt umfangreicher vorgängiger ER-Modellierung hat sich auch in anderen Projekten wie z.B. dem Professorenkatalog der Universität Leipzig¹⁴ bewährt. Auch für die Zukunft ist eine weitere Detaillierung und Ausdifferenzierung der Wissensbasis mit der Einbeziehung neuer Informationsbestände wie Modulbeschreibungen explizit vorgesehen.

Die operative Bearbeitung der Wissensbasis erfolgt mit dem durch die Arbeitsgruppe Agile Knowledge Engineering and Semantic Web¹⁵ (AKSW) entwickelten Werkzeug *OntoWiki*¹⁶, welches zugleich einen SPARQL-Endpunkt zur Verfügung stellt. Mit OntoWiki kann die Wissensbasis auch textuell in Form mehrerer RDF-Dateien persistiert werden. Änderungen an diesen Dateien können direkt mit Ontologie-Editoren, XML-Werkzeugen oder – im schlimmsten Fall – einem einfachen Texteditor ausgeführt und umgekehrt auch wieder ins OntoWiki geladen werden. Die Fortschreibung der Wissensbasis ist nicht an das OntoWiki als Werkzeug gebunden.

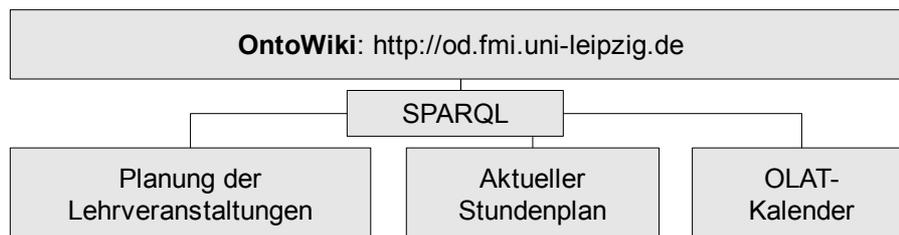


Abbildung 1: Anwendungen des OpenData-Projektes

Abbildung 1 zeigt die drei derzeit implementierten Applikationen, welche Informationen der Wissensbasis abfragen und diese den Studierenden und Lehrenden verfügbar machen:

- (1) In regelmäßigen Abständen wird der aktuelle Stand der Lehrveranstaltungs-Planung für das kommende Semester zur Information für die Mitarbeiter der Fakultät auf Webseiten¹⁷ in vier Sichten (geordnet nach Blöcken, Dozenten, Studiengängen und Räumen) durch ein Perl-Skript (500 Lines of Code) über SPARQL-Anfragen extrahiert.
- (2) Nach demselben Prinzip wurde durch den Webseiten-Redakteur der Fakultät eine neue Darstellung des Stundenplans¹⁸ entwickelt, die auf die Stundenplandaten des aktuellen Semesters zugreift. Änderungen der primären Quelle werden durch regelmäßige Aktualisierungen ebenfalls automatisiert übernommen.
- (3) Im Rahmen des Softwaretechnik-Praktikums¹⁹ im Bachelor-Studiengang Informatik entwickelten zwei studentische Projektgruppen im Sommersemester 2010 OLAT-Erweiterungen, mit denen diese Stundenplaninformationen personalisiert in eigene Stundenplankalender übernommen werden können. Die OLAT-Erweiterung fragt dazu Informationen über die einzelnen Lehrveranstaltungen über die SPARQL-Schnittstelle ab, speichert diese und generiert darauf basierend Kalenderevents, welche die Teilnehmer in ihre privaten Kalender übernehmen können. Ein Update-Management sichert eine regelmäßige Aktualisierung der Daten aus der RDF-Quelle, wobei Änderungen lokalisiert und auf kontrollierte Weise in die privaten Kalender der Abonnenten propagiert werden. Eine dieser Lösungen soll zum Wintersemester in die OLAT-Produktivinstanz²⁰ unserer Fakultät übernommen werden.

14 <http://www.uni-leipzig.de/unigeschichte/professorenkatalog>

15 <http://aksw.org>

16 <http://ontowiki.net>

17 <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe/stdplan/block.html>

18 <http://www.informatik.uni-leipzig.de/ifi/studium/stundenplan/ws2010.html>

19 <http://pcai042.informatik.uni-leipzig.de/SWP-10>

20 <http://olat.informatik.uni-leipzig.de>