

Prof. Dr.-Ing. Klaus Meißner
PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
(Hrsg.)



GENE '06

GEMEINSCHAFTEN IN NEUEN MEDIEN

an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

unter Mitwirkung des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung,
Programm Innovative Arbeitsgestaltung und der
Gesellschaft für Informatik e.V.
GI-Regionalgruppe Dresden

am 28. und 29. September 2006 in Dresden
<http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/geneme2006/>
geneme@mail-mmt.inf.tu-dresden.de

D.4 Serviceorientierte Architekturen im E-Learning

Angela Frankfurth, Jörg Schellhase

*Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, IBWL – Institut
für Betriebswirtschaftslehre*

1. Einleitung

Die Attraktivität einer Hochschule wird auch durch die IT-Infrastrukturen und IT-Strategien bestimmt. Die IT-Infrastrukturen sind für Hochschulen in der Verwaltung, der wissenschaftlichen Arbeit sowie in der Lehre zu einer bedeutenden Ressource geworden. Die dynamische Technikentwicklung sowie geringe Budgets führen aktuell zu Integrationsbestrebungen sowie zum Zusammenwachsen der „IT-Anwendungen in Forschung, Lehre, Bibliothek und Verwaltung“. [Mo05, 1] Diese Infrastrukturänderungen erfordern E-Learning-Strategien, die verstärkt die Zukunftsfähigkeit der Systeme berücksichtigen. Neben Kriterien wie problemgerechter Funktionalität, Stabilität der Technik, Standardisierung, Bedienerfreundlichkeit und Usability [SE03, 17] müssen zunehmend Kriterien wie Pflege, Wartung und Weiterentwicklung betrachtet werden. Die Zukunftsfähigkeit der Systeme wirkt sich auf die technische, organisatorische und qualitative Ebene des E-Learning aus. E-Learning-Strategien müssen zur Gestaltung zukünftiger E-Learning-Systeme¹ neben aktuellen, auch zukünftige technologische Entwicklungen, z. B. die Migration zu Serviceorientierten Architekturen, berücksichtigen.

2. Defizite der aktuellen E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen

Die derzeit eingesetzten E-Learning-Systeme weisen aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre deutliche Defizite auf, die ihre Zukunftsfähigkeit und den Nutzen für die Hochschulen einschränken. Entwicklung und Einsatz einer Vielzahl innovativer E-Learning-Systeme erfolgten in Hochschulen in den letzten zehn Jahren bottom-up an einzelnen Lehrstühlen, oft im Rahmen von E-Learning-Projekten. Auslaufende Förderungen stellten viele dieser Systeme vor Nachhaltigkeitsprobleme, da ihre Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung oft von einzelnen Projekt-Mitarbeitern abhängig und ohne diese nicht oder nur bedingt zu gewährleisten war. Die häufig starke Kopplung zwischen eigenen Systementwicklungen und deren Einsatz in eigenen E-Learning-Veranstaltungen führte zu einer fehlenden Breitenwirksamkeit des E-Learnings in den

¹ Zu E-Learning-Systemen zählen beispielsweise zentrale Lernplattformen, CSCL-Systeme, Wiki-Systeme, Tutorensysteme, Übungssysteme, kursbasierte Systeme, Web Based Trainings sowie Autorensysteme.

Hochschulen. Daneben werden zahlreiche kommerzielle sowie Open-Source-E-Learning-Systeme eingesetzt. Es handelt sich oft um monolithische Systeme, die „für einen flächendeckenden Einsatz an Präsenzhochschulen nur bedingt geeignet“ [RS05, 151] sind. Die Vielfalt von Infrastrukturkomponenten aller Art in allen Bereichen der Hochschule hat inzwischen zu Integrationsbestrebungen geführt, [Mo05, 3; SE05, 61] um verschiedene „IT-Anwendungen zu einem verbundenen Informationsangebot“ [Mo05, 3] zusammen zu führen.²

2.1 Technische Defizite eingesetzter E-Learning-Systeme

Bei der Auswahl der E-Learning-Systeme ist ihre technologische Zukunftsfähigkeit, z. B. in Bezug auf zukünftige technologische Möglichkeiten oder Integrationsmöglichkeiten mit anderen Systemen, oft nur von untergeordneter Bedeutung.³ Aufgabenunabhängige Anforderungen an E-Learning-Systeme, die ihre technologische Zukunftsfähigkeit beeinflussen, sind Erweiterbarkeit, Skalierbarkeit, offene Architekturen, Einhaltung internationaler Standards, Kompatibilität zu anderen Systemen sowie Modularität. [HSS01]

Die eingesetzten monolithischen E-Learning-Systeme verfügen i. d. R. nur über einen festgelegten Umfang an Funktionalitäten. Eine Ergänzung um weitere Funktionalitäten ist oft aufgrund fehlender Schnittstellen nicht möglich. [GMSoJ] Da sich aktuelle Lernplattformen in ihrer Funktionalität meist sehr ähnlich sind, konzentrieren sich E-Learning-Standardisierungsinitiativen primär auf die Mehrfachverwendung von Lernobjekten und vernachlässigen derzeit noch den Aspekt der Mehrfachverwendung von Anwendungsfunktionalitäten.⁴ [We04]

Aus ökonomischer Sicht ist die Mehrfachverwendung von Software (z. B. E-Learning-Systemkomponenten) und multimedialen Lernmaterialien interessant. Hierfür wurden einige bedeutsame Standards (z. B. LOM, SCORM, AICC)⁵ zur Beschreibung von Lernobjekten sowie für die Kommunikationen zwischen Lernobjekten und -plattformen entwickelt. Obwohl die Entwicklung von Lernobjekten, die dem SCORM-

² Die Integration wird auf der softwaretechnischen und der datenbezogenen Ebene angestrebt. [Mo05, 3]

³ Betrachtet werden häufig lediglich die Kriterien Potential für unterschiedliche Lehr- und Lernszenarien, die Möglichkeit zur Datenmigration sowie der Support- und Schulungsbedarf.

⁴ Der Standard SCORM (Sharable Content Object Reference Model) definiert ein abstraktes Modell für Lernplattformen als eine Menge von Services zur Bereitstellung von Lerninhalten für Lernende sowie zum Tracking der Lerninhaltenutzung. Die Funktionalität innerhalb einer Lernplattform wird dabei jedoch nicht betrachtet. [LSG03] Eine Beschreibung von Potentialen und Defiziten des SCORM-Standards findet sich in [BSW02]. Eine mögliche Umsetzung des SCORM-Standards für einen HTML-basierten Kurs wird in [XGS03] beschrieben.

⁵ LOM: Learning Object Metadata; AICC: Aviation Industry CBT Committee.

Standard entsprechen, die Wiederverwendung und den einfachen Austausch von E-Learning-Inhalten ermöglichen soll, existieren viele "Altsysteme", die Daten in einer proprietären Art speichern. Der Export von Inhalten in andere Systeme, wie er durch die SCORM-CAM-Spezifikation und das IMS⁶ Content Packaging beschrieben wird, ist oft nicht möglich, da die Systeme diese Standards nicht erfüllen.⁷ [VW05a] Die SCORM-Spezifikationen sind komplex und befinden sich noch in der Entwicklung.⁸ Selbst wenn Lernobjekte entsprechend der Spezifikation implementiert werden, bleibt viel Spielraum für Interpretationen durch Lernplattform- und Inhalte-Entwickler. [VW05a] Für die Mehrfachverwendung von Software existieren unterschiedliche Konzepte. Ein viel versprechender Ansatz ist der Aufbau Serviceorientierter Architekturen mittels Web-Services.

2.2 Eigenentwicklung, Open-Source oder kommerziell?

Die Auswahl einer Lernplattform ist intellektuell und zeitlich mit einem hohen Aufwand sowie einer intensiven Recherche verbunden. [MW03, 214] Es handelt sich um einen sozialen Prozess zwischen Beteiligten mit differierenden Interessen. Eine wichtige Frage ist oft, ob eine kommerzielle oder eine Open-Source-Lösung angeschafft oder ob eine Eigenentwicklung durchgeführt werden soll. Die Entscheidung für eine der Varianten hat Auswirkungen auf spätere Lehr-/Lernszenarien und auf den technischen Support.

Ein Hauptgrund für die Wahl kommerzieller Lernplattformen ist, dass von der Gewährleistung einer relativ stabilen Produktentwicklung und langfristigem Support durch den Hersteller ausgegangen wird. [MW03, 214] Jedoch fallen neben teilweise sehr hohen Lizenzkosten auch erhebliche Administrationskosten für den Betrieb der Plattform an. Zudem entsteht eine enorme Bindung an einen Hersteller, da eine spätere Migration hin zu anderen Lernplattformen oft mit sehr hohen Aufwendungen verbunden ist. Organisationsspezifische Anpassungsmöglichkeiten der Lernplattformen beschränken sich i. d. R. auf das Design sowie die Menüstruktur.⁹ Mangelnde Anpassungs-, Erweiterungs- und Integrationsmöglichkeiten kommerzieller Plattformen schränken den Spielraum für innovative Lehr-/Lernarrangements oft erheblich ein.

⁶ Instructional Management System

⁷ In [CI05] wurde die Content-Interoperabilität einer Vielzahl von Lernplattformen in Bezug auf den SCORM-Standard untersucht. Es zeigte sich, dass derzeit der Import und Export von Lernobjekten, die den SCORM-Standard erfüllen, zwischen den Lernplattformen nicht immer reibungslos funktioniert.

⁸ Derzeit ist die vierte Version von SCORM verfügbar.

⁹ Während die Anpassung von Menüstrukturen in der Regel relativ einfach möglich ist, verursacht die Anpassung des Designs meist hohe Zusatzkosten.

Open-Source-Lernplattformen werden von Technik-affinen Betreibern bevorzugt sowie von Betreibern, die nur über geringe finanzielle Mittel verfügen, [MW03, 213] da Open-Source-Plattformen kostenlos verfügbar sind. Open-Source-Lösungen gewährleisten eine größere Unabhängigkeit von einzelnen Software-Herstellern und bieten aufgrund von Erweiterungs- und Anpassungsmöglichkeiten mehr Flexibilität bezüglich individueller Benutzerwünsche [SE05, 61]. Für Open-Source-Lösungen gibt es jedoch i. d. R. keinen oder nur einen begrenzten professionellen Support [MW03, 213f], woraus sich u.U. die Abhängigkeit von teilweise sogar weltweit verteilten Entwickler-Communities ergibt. Die Kostenfreiheit bei Open-Source-Lösungen bezieht sich lediglich auf die Anschaffungs- und Lizenzkosten. Neben den Administrationskosten fallen für eine Open-Source-Plattform i. d. R. hohe Anpassungs- und Entwicklungskosten an. Zudem werden qualifizierte Programmierer benötigt.

Eigenentwicklungen entstehen oft in geförderten Pilotprojekten, die maßgeblich vom Mittelbau getragen werden. Laufen Mitarbeiterstellen aus, wandert die Expertise bezüglich des Systems ab. Fehlt der Wille der Hochschule, diese Systeme in ein übergreifendes Medienkonzept zu integrieren, ist ihre Nachhaltigkeit kaum gewährleistet. [MW03, 217] Infolgedessen sind diese innovativen Systeme, die durchaus für andere Lehrstühle interessant sein können, nicht mehr nutzbar. Aktuell streben viele Hochschulen zentrale Lösungen in Form sowohl kommerzieller als auch Open-Source-Lernplattformen an, um die Nachhaltigkeit von E-Learning-Aktivitäten zu erreichen und Hemmschwellen bei weniger Technologie-affinen Dozenten zu senken. Alle Varianten beinhalten jedoch Defizite für eine nachhaltige Infrastruktur.

3. Serviceorientierte Architekturen

Die Potentiale Serviceorientierter Architekturen (SOA) für Unternehmen [We04] lassen Fragen nach Potentialen von SOAs für nachhaltige hochschulische IT-Infrastrukturen aufkommen. Internationale Forschungsartikel der letzten Jahre zeigen, dass SOA zunehmend für die Erstellung von E-Learning-Angeboten interessant werden [VW05a]. Der Einsatz einer SOA für die Erstellung von E-Learning-Angeboten wird bspw. im E-Learning Framework (ELF) angestrebt. [Mi05a] In Großbritannien besteht ein Teil der Strategie des Joint Information Systems Committee (JISC) in der Entwicklung eines SOA-Framework für das E-Learning. [Mi05b] In Australien werden im LeAP Projekt integrierte und interoperable E-Learning-Anwendungen auf Basis eines service-basierten Infrastrukturansatzes entwickelt. [BI04, 5] Im TENCompetence Projekt¹⁰

¹⁰ Das Projekt TENCompetence findet im Rahmen des EU IST-Technology Enhanced Learning Programms mit einer Laufzeit von vier Jahren (12/2005 - 12/2009) statt und ist mit einem Budget von 13,8 Millionen Euro ausgestattet. Vgl. hierzu <http://www.l3s.de/deutsch/projekte/tencompetence.html>.

entwickeln 13 europäische Partner eine Infrastruktur für den lebenslangen Kompetenzaufbau, die auf in eine SOA integrierten sowie untereinander integrierten Open-Source-Komponenten basiert.¹¹ Auch in Deutschland wird über den Einsatz von Web-Services und SOAs für E-Learning- und IT-Infrastrukturen an Hochschulen nachgedacht. In dem Projekt LearnServe¹² (Universität Münster) werden bereits Web-Services entwickelt. [We04; VW05a; VW05b] Veröffentlichungen und Stellenausschreibungen der HIS GmbH¹³ zeigen, dass auch sie sich bereits mit Web-Services und SOAs beschäftigt. [St05, 21]

3.1 Technische Grundlagen einer serviceorientierten Architektur

Grundlegend für SOAs ist das Verständnis des Service-Begriffs. Services sind exakt definierte, gekapselte und eigenständige Funktionalitäten. Services kommunizieren, um bestimmte Aufgabenstellungen zu lösen. Serviceorientierte Architekturen können als eine Menge von miteinander kommunizierenden Services interpretiert werden. Voraussetzung für die Konzeption und Implementierung von Services ist die Zerlegung der jeweiligen Anwendungslogik einer Software in einzelne, atomare Funktionen. Die Verteilung der Anwendungslogik auf unterschiedliche Services bedingt eine intensive Kommunikation der beteiligten Services. Die reibungslose Kommunikation ist allerdings nur gewährleistet, wenn die Services interoperabel sind. Voraussetzung hierfür sind standardisierte Schnittstellen, die eine stark formalisierte Kommunikation erzwingen. [Ba03, 19] Eine Möglichkeit zur Implementierung von SOAs sind Web-Services. Für den Begriff Web-Service existieren viele Definitionen mit unterschiedlichen Bedeutungen, denen jeweils bestimmte Konzepte und Technologien zugrunde liegen. [Al04, 124] Eine präzise Definition liefert die Web-Services-Architekturgruppe des W3C, nach der ein Web-Service ein Software-System ist, das zum Zweck der interoperablen Maschine-Maschine Kommunikation über ein Netzwerk konzipiert wurde.¹⁴ [Bo04]

¹¹ Das Projekt baut auf existierenden Methoden, offenen Standards und Open-Source-Werkzeugen auf.

¹² <http://www.learnserve.de/>

¹³ Die HIS Hochschul-Informations-System GmbH ist ein bedeutender Anbieter von IT-Systemen für Hochschulen. <http://www.his.de>

¹⁴ „A Web service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network. It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL). Other systems interact with the Web service in a manner prescribed by its description using SOAP messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards.“ [Bo04]

3.2 Potentiale Serviceorientierter Architekturen

Die technologischen Vorteile einer SOA liegen in der Modularität der Services, der Interoperabilität aufgrund standardisierter Service-Schnittstellen, der Adaptierbarkeit, sowie der Erweiterbarkeit, die durch das einfache Hinzufügen neuer Services ermöglicht wird. [Mi05a; TDP05] Die eingesetzten monolithischen E-Learning-Systeme können aufgrund fehlender Schnittstellen nicht um weitere Funktionalitäten ergänzt werden. [GMSoJ] Für dieses Problem stellen Web-Service-Technologien einen möglichen Lösungsansatz dar. Bestehende monolithische Systeme können derart um Schnittstellen erweitert werden, dass diese einerseits bestimmte Kernservices nach außen in Form von Web-Services anderen Systemen anbieten und andererseits die Nutzung von Web-Services anderer Systeme ermöglichen. So können unterschiedliche Services verschiedener Anbieter genutzt und Abhängigkeiten von einzelnen Anbietern vermieden werden.

Die lose Kopplung der Services vermeidet die Notwendigkeit der Implementierung einer Vielzahl von Schnittstellen zwischen proprietären Systemen, so dass verschiedene E-Learning-Systeme besser gekoppelt werden können. Die Kopplung ohne Web-Services erfolgt derzeit meist durch Hyperlinks, wobei an dem verlinkten System u.U. eine erneute Authentifizierung durch den Lernenden erfolgen muss. Könnte das externe E-Learning-System auf einen Authentifizierungs-Web-Service der Lernplattform zugreifen, wäre ein Single-Sign-On möglich. [vgl. XYS03] Erweiterungen vorhandener E-Learning-Systeme für ihre geräteunabhängige Nutzbarkeit könnten mit Hilfe von Web-Services einfacher realisiert werden. Spezielle Präsentationsservices, bspw. für mobile Endgeräte, könnten in bestehende Systeme integriert werden.

Die mangelnde Interoperabilität von Lernplattformen führt zu unnötiger Mehrfacharbeit, z. B. bei interuniversitären Lehrkooperationen. Kurse müssen derzeit oft auf mehreren Plattformen eingerichtet werden. Ist dies nicht der Fall, müssen die Studierenden auf verschiedenen Lernplattformen registriert werden, sich dort anmelden und diese nutzen. Allein die Registrierung bedeutet einen zusätzlichen manuellen Aufwand für die Betreuer, da keine Studierendendaten aus den Studierendensystemen der anderen Hochschulen übernommen werden können. Die geschilderte Problematik gilt oft selbst dann, wenn es sich um identische Lernplattformen eines Anbieters handelt. Web-Service-Technologien könnten hier Abhilfe schaffen.¹⁵ Manuelle Registrierungen, mehrfache Logins sowie die Mehrfachpflege von Kursen auf unterschiedlichen Lernplattformen könnten entfallen.

¹⁵ Zu den Potentialen einer SOA für Kooperationen siehe auch [DD05].

Die größten Potentiale von SOAs sind ihre Integrationspotentiale. Viele E-Learning-Systeme könnten durch den Zugriff auf bereits in anderen Systemen gespeicherte Informationen den Nutzern einen deutlichen Mehrwert bieten. [GMSoJ] Im Hinblick auf die Tendenzen der Integration der Hochschulsysteme könnten durch den Einsatz von SOAs verschiedene Systemarten wie Prüfungsverwaltungs-, Bibliotheks- und E-Learning-Systeme miteinander gekoppelt werden [vgl. Bl04, 11] und ihren Nutzern Mehrwerte bieten, die ohne eine derartige Systemkopplung nicht möglich wären. Bibliotheken könnten bestimmte multimediale Einheiten von Lernplattformen katalogisieren und über einen Bibliothekskatalog verfügbar machen. Andersherum beinhaltet die Möglichkeit der Bibliotheksrecherche aus der Kursumgebung einen Mehrwert. Lernplattformen können mit Prüfungsverwaltungssystemen gekoppelt werden, indem bspw. die Anmeldung zu Klausuren direkt über die Lernplattform unter Nutzung eines Services des Prüfungsverwaltungssystems erfolgen könnte. Anstelle einzelner originärer Komponenten einer Lernplattform, die nicht den Anforderungen individueller Lehr- / Lernarrangements entsprechen, könnten alternative Services von spezialisierten E-Learning-Systemen (z. B. Übungssysteme) eingebunden werden, so dass anspruchsvollere Lehr- / Lernarrangements besser unterstützt und somit die Qualität E-Learning-basierter Lehre erhöht [DD05] werden kann. Eine ausschließliche Nutzung originärer E-Learning-Komponenten einer zentralen Lernplattform würde hingegen eher einfach gehaltene Lehr- / Lernarrangements favorisieren. Beispiele, in denen ein E-Learning-Kurs nur aus einigen Hyperlinks auf verschiedene Dokumente besteht, sind vielfältig. Darüber hinaus wird eine Vielzahl der von einer Lernplattform bereit-gestellten originären Dienste in den meisten Kursen nicht genutzt, da die Gestaltung der Dienste nicht den Vorstellungen der Dozenten entspricht.

Mehrfach- und Wiederverwendung sind aus ökonomischer Sicht wichtige Punkte. Mit Projektmitteln finanzierte Eigenentwicklungen, die oft nur von einem einzigen Lehrstuhl eingesetzt werden, könnten derart umgestaltet werden, dass sie bestimmte spezialisierte Services über eine zentrale Plattform vielen Nutzern zu Verfügung stellen. Getätigte Investitionen können in Teilen erhalten und Neuinvestitionen reduziert werden. [Vgl. NJ05] Kosteneinsparungen sind möglich, wenn durch den Einsatz von SOAs die Weiterentwicklung der Lernsoftware erleichtert, Interoperabilität und Integrationsmöglichkeiten erhöht sowie Kosten für nicht erforderliche Module monolithischer Systeme gespart werden können. [Da05]

Entwicklungsanstrengungen von E-Learning-Systemanbietern sowie von Forschern könnten sich darauf konzentrieren, Kreativität bei der Entwicklung spezieller E-Learning-Services zu entfalten und Komplett-Systeme auf Basis vorhandener Services zu realisieren, statt komplette Systeme vollständig neu zu entwickeln. Der Entwick-

lungs- und Pflegeaufwand für E-Learning-Systeme würde so im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Systeme deutlich sinken. Es wäre ein Beitrag zum Schutz bereits getätigter Investitionen.

Die Mehrfachnutzung vorhandener Services kann zu Einsparungen bei Entwicklungs- und Anschaffungskosten für Software führen, in dem bspw. Kommunikationsservices einer Lernplattform auch von anderen Anwendungen genutzt werden könnten. Die strategische Entscheidung für den Einsatz einer Open-Source-, kommerziellen oder Individualentwicklung könnte entschärft werden, wenn externe Services sowohl als Open-Source-Lösung, kommerzielle Lösung als auch als Eigenentwicklungen eingebunden werden könnten. So käme es zu potenziell kostengünstigeren Mischformen verbunden mit einer größeren Flexibilität.

Viele eigenentwickelte E-Learning-Systeme werden von einzelnen Lehrstühlen betrieben und exklusiv von diesen genutzt. Denkbar wäre, dass diese Anwendungen Services für die zentrale Lernplattform anbieten und so die Mehrfachnutzung dieser Systeme zu forcieren. Sehr gute Individuallösungen könnten universitätsübergreifend zur Verfügung gestellt werden. Der Konkurrenzdruck auf kommerzielle Anbieter würde sich erhöhen und somit potenziell Abhängigkeiten von einzelnen Anbietern reduzieren [DD05] sowie die Verhandlungsbasis der Hochschulen in Bezug auf Lizenzen verbessern. Sollten einzelne Services nicht nachhaltig sein, berührt dies nicht die Nachhaltigkeit der gesamten E-Learning-Infrastruktur, da einzelne Services unproblematisch ersetzbar sein sollten.

Durch die Eigenentwicklungen wurde in den letzten Jahren an den Hochschulen ein großes Entwicklungs-Know-how in Bezug auf E-Learning-Systeme erworben. Eine ausschließliche Ausrichtung auf zentrale Lösungen ohne Berücksichtigung und Einbindung dezentraler Lösungen könnte zu Akzeptanzproblemen zentraler Lösungen und zur Einstellung eigener Entwicklungsaktivitäten sowie einem daraus folgenden Know-how-Verlust führen. Der Einsatz von Web-Services könnte diese Problematik entschärfen, indem vorhandenes Know-how sowie vorhandene Lösungen weiterhin genutzt würden und somit eine Demotivation von E-Learning-Protagonisten vermieden würde.

4. Voraussetzungen für die Umsetzung einer SOA an Hochschulen

Die Voraussetzungen für die Umsetzung von SOA an Hochschulen sind sowohl innerhalb als auch außerhalb der Hochschulen zu schaffen. Außerhalb der Hochschulen sind insbesondere die Entwicklungen auf dem Markt für E-Learning-Systeme entscheidend, wobei sich hier durch den Einsatz von SOA erhebliche Veränderungen ergeben können. Daneben spielt die technische Entwicklung von SOA, die nicht nur im

Bereich des E-Learning erfolgt, sondern von unterschiedlichen Communities beeinflusst wird, eine Rolle. Die im Folgenden dargestellten Voraussetzungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

4.1 Entwicklungen in den Hochschulen

Die Voraussetzungen für die Umsetzung einer SOA müssen innerhalb der Hochschulen auf strategischer, technischer und organisatorischer Ebene geschaffen werden. Auf strategischer und technischer Ebene muss die Bereitschaft vorhanden sein, monolithische Systeme mittelfristig durch offene, beispielsweise serviceorientierte Systeme abzulösen. Hierfür sind weiterhin Repositorien zu schaffen, die die an der entsprechenden Hochschule entwickelten Services enthalten und recherchierbar machen.¹⁶

In organisatorischer Hinsicht sollte innerhalb der Hochschule(n) sowie in der Beziehung zu Plattform-Herstellern ein kooperatives Klima geschaffen werden, bspw. in Form einer Zusammenarbeit mit kommerziellen Anbietern zur Entwicklung von Services. Lernplattformanbieter könnten sich stärker auf die Kernfunktionalitäten einer Lernplattform konzentrieren und das System möglichst interoperabel gestalten. Weiterhin sind auf organisatorischer Ebene IT-Dienstleister an Hochschulen davon zu überzeugen, sich mit dem Konzept der SOA auseinanderzusetzen und diese zu unterstützen. Schließlich sollten die mit SOAs verbundenen technologischen Entwicklungen von vielen Hochschulbeteiligten aktiv begleitet werden, um eine allzu technikgetriebene Entwicklung zu vermeiden.

4.2 Technische Voraussetzungen

Technische Anforderungen an serviceorientierte Lösungen sind insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Endgeräteheterogenität zu stellen. Wesentlich sind hier die Möglichkeiten zur endgeräteunabhängigen und individuellen Oberflächengestaltung. Hinsichtlich der angestrebten Integration der IT-Infrastrukturkomponenten in den Hochschulen muss eine leichte Erweiterbarkeit und Integration in andere Systeme sowie die leichte Austauschbarkeit einzelner Services erfüllt sein. Dabei sollten SOA trotz höherer technischer Komplexität einfach bedienbar und beherrschbar bleiben. Auch ihre sichere Gestaltung sowie die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen, insbesondere im Umgang mit sensiblen Daten, müssen beachtet werden. [GMSoJ] Eine allgemeine technische aber sehr wesentliche Voraussetzung, die nur innerhalb der Standardi-

¹⁶ Im Folgenden wird in Anlehnung an Fetteke, Loos und Tann zwischen Repositorien und Marktplätzen unterschieden. Repositorien enthalten Komponenten aus dem hochschulinternen Bereich, Marktplätze hingegen meinen eine hochschulexterne oder hochschulübergreifende Ausgestaltung. [FLT02]

sierungsorganisationen erfüllt werden kann und sollte, ist die Weiterentwicklung der E-Learning-Standards.

4.3 Entwicklung eines Marktes

Kommerzielle Anbieter scheinen zunächst kein Interesse an den skizzierten Entwicklungen zu haben. Hersteller von E-Learning-Systemen sollten jedoch ihre Systeme öffnen und entsprechende Erweiterungen vornehmen. Lernplattformanbieter wie Blackboard, IBM, Oracle, Saba und WebCT nutzen bereits Web-Service-Technologien (s. [Fa05; Mo03]). Zudem werden bereits erste serviceorientierte Open-Source- und Individual-Lösungen entwickelt. Kommerzielle Anbieter, die sich dieser Entwicklung verschließen, laufen eventuell Gefahr, nicht am Markt zu überleben.¹⁷ Gerade im Hochschulbereich stehen kommerzielle Anbieter nicht nur in Konkurrenz zu anderen kommerziellen Anbietern, sondern auch weiterhin und möglicherweise gerade aufgrund der Entwicklungen im Bereich SOA in Konkurrenz zu Open-Source- und Individual-Lösungen, da in den letzten Jahren an den Hochschulen ein großes Know-how in der Entwicklung von E-Learning-Systemen geschaffen wurde. Durch Public Private Partnerships könnten sich kommerzielle Anbieter am Aufbau Serviceorientierter Architekturen für E-Learning an den Hochschulen beteiligen.¹⁸

Für den Austausch der Web-Services sind darüber hinaus Marktplätze zu schaffen. Die Idee der Schaffung von Marktplätzen für Software und Software-Komponenten ist nicht neu. Die Idee der Wieder- und Mehrfachverwendung von Software-Bestandteilen sollte bereits früher schon die Effizienz und Effektivität der Entwicklung von Anwendungssystemen steigern. Das World Wide Web und die elektronische Verfügbarkeit der Komponenten ermöglichen dabei den effizienten Austausch über elektronische Marktplätze. [FLV03, 1ff] Marktplätze können nach den von ihnen unterstützten Transaktionsphasen unterschieden werden.¹⁹ Marktplätze für Software- bzw. Fachkomponenten unterstützen derzeit überwiegend nur die Informationsphase. Eine ausführliche Darstellung von Komponentenmarktplätzen findet sich in [FLV03].

¹⁷ Ähnliche Effekte haben sich bereits vor Jahren im Bereich proprietärer Client-Server-Lösungen gezeigt. Zunächst wurden offene Internetprotokolle von vielen Anbietern ignoriert. Mit der Zeit konnten sich die Anbieter dem Marktdruck jedoch nicht widersetzen, so dass sie ihre Systeme um offene Internetprotokolle und weitere offene Internetstandards erweitern mussten.

¹⁸ Hierfür wären entsprechende Geschäftsmodelle und Anreizsysteme zu entwickeln.

¹⁹ Fettke, Loos und Viehweger bezeichnen als Marktplatz im engeren Sinn nur diejenigen Marktplätze, über die alle Transaktionsphasen (Information, Kontakt, Vereinbarung, Abwicklung) unterstützt werden. Marktplätze im weiteren Sinn sind diejenigen Marktplätze, die lediglich einzelne Transaktionsphasen unterstützen. [FLV03, 3]

Aufgrund der flexibleren Kombinierbarkeit von kommerziellen, Open-Source- und eigenentwickelten Services sind neue Verrechnungsmodelle, d.h. auch neue Lizenzmodelle erforderlich. Im Bereich des Web-Contents haben sich bspw. Boles und Schmees mit kostenpflichtigen Web-Services beschäftigt. [BS03]

5. Fazit

Die Potentiale, die E-Learning-Systeme bieten können, werden durch die aktuell eingesetzten Systeme aufgrund technischer sowie organisatorischer Defizite und unzureichender Supportstrukturen nicht ausgeschöpft. Aktuell zeichnet sich ein zunehmendes Interesse an dem Einsatz von SOA für die Entwicklung von E-Learning-Systemen ab. Durch die Realisierung ihrer Potentiale könnten einige Defizite der aktuellen IT- und insbesondere der E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen behoben werden. Auch der Austausch von Services sowohl innerhalb der Hochschulen selbst als auch mit anderen Anbietern von Services wie anderen Hochschulen, kommerziellen und nicht kommerziellen Anbietern kann erleichtert werden. Das größte Potential liegt jedoch in dem schonenden Übergang, der den Erhalt und die Weiterentwicklung bestehender kreativer Ansätze sowie eine Steigerung der Flexibilität und Individualisierung ermöglicht.

Die für den reibungslosen Austausch wichtigste Voraussetzung aus technischer Sicht ist die Weiterentwicklung der E-Learning-Standards sowie der Web-Service-Technologien. Darüber hinaus sind organisatorische Voraussetzungen zu schaffen, die insbesondere die Austauschstrukturen innerhalb der Hochschulen, zwischen Hochschulen sowie mit anderen, bspw. kommerziellen Anbietern betreffen. Diese Umstellung beinhaltet auf allen Seiten die Bereitschaft, E-Learning-Systeme offen zu gestalten und kooperativ zu arbeiten. Aber auch neue Lizenzmodelle sind erforderlich.

Auf strategischer Ebene ist die Verankerung eines neuen Verständnisses von Nachhaltigkeit in den E-Learning-Strategien der Hochschulen erforderlich. Hochschulen müssen Entwicklungen aus der eigenen Hochschule als kreative und praxisorientierte Leistungen (Investitionsschutz) und als wichtigen Beitrag zum Kompetenzaufbau anerkennen, sowie ihre Auswahlkriterien für E-Learning-Systeme um Aspekte zur Zukunftsfähigkeit der technischen und organisatorischen Strukturen ergänzen.

Literatur

[Al04] Alonso, G. et al.: Web Services: Concepts, Architectures and Applications. Springer, Berlin, 2004.

[Ba03] Barry, D.: Web-Services and Service-Oriented Architecture. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2003.

- [BHM02] Baumgartner, P.; Häfele, H.; Maier-Häfele, K.: E-Learning Praxishandbuch. Auswahl von Lernplattformen. Marktübersicht – Funktionen – Fachbegriffe. Studien Verlag. Innsbruck 2002.
- [Bl04] Blinco, K.; Curtis, G.; Mason, J.; McLean, N.: LeAP Project Case Study: Implementing Web Services in an Education Environment. <http://www.education.tas.gov.au/admin/ict/projects/imsdoecasestudy/-LeAPProjectCase.pdf>, Abruf am 16.04.2006.
- [Bo04] Booth, D. et al.: Web Services Architecture. <http://www.w3.org/TR/ws-arch>, Abruf am 06.01.2006.
- [Br04] Bremer, C: E-Learning Strategien als Spannungsfeld für Hochschulentwicklung, Kompetenzansätzen und Anreizsystemen. http://www.bremer.cx/paper26/bremer_beitrag_buch2004.pdf, Abruf am 06.01.2006.
- [BS03] Boles, D.; Schmees, M.: Kostenpflichtige Web-Services. In: (Uhr, W.; Esswein, W.; Schoop, E. Hrsg.) Wirtschaftsinformatik 2003. Band I: Medien - Märkte - Mobilität. Tagungsband 6. Physica-Verlag, Heidelberg. S. 385-403.
- [BSW02] Bohl, O.; Schellhase, J.; Winand, U.: A Critical Discussion of Standards for Web-based Learning. Proceedings E-Learn 2002, Montreal, Canada. S. 850-855.
- [Cl05] Clarke, E.: Reuse and Repurposing of Resources for Content Exchange, including Technical Considerations on Interoperability. <http://www.staffs.ac.uk/COSE/X4L/X4Ltechnical.pdf>, Abruf am 06.01.2006.
- [Da05] Davies, W. M. et al.: Aggregating Assessment Tools in a Service Oriented Architecture http://eprints.ecs.soton.ac.uk/10940/03/-aggregating_assessment_tools_in_a_SOA.pdf, Abruf am 27.02.2006.
- [DB03] Dittler, M.; Bachmann, G.: Entscheidungsprozesse und Begleitmaßnahmen bei der Auswahl und Einführung von Lernplattformen – Ein Praxisbericht aus dem LearnTechNet der Universität Basel. In: (Bett, K.; Wedekind, J., Hrsg.) Lernplattformen in der Praxis. Waxmann Verlag, Münster, 2003; S. 175-192.
- [DD05] Davies, W., Davis, H.: Designing Assessment Tools in a Service Oriented Architecture. First International ELGI Conference on Advanced Technology for Enhanced Learning. 2005.
- [Fa05] Fardon, M.: iLecture System Version 3.0 - System Overview. http://www.duke.edu/~frednash/documents/ilec-sys-v3_0.pdf, Abruf am 2006-02-27.
- [FLT02] Fette, P.; Loos, P.; Tann von der, M.: Entwicklung eines Repositoriums für Fachkomponenten auf Grundlage des Vorschlages zur Vereinheitlichung der Spezifikation von Fachkomponenten. In: (Turowski, K., Hrsg.) Modellierung

-
- und Spezifikation von Fachkomponenten: 3. Workshop im Rahmen der MKWI 2002, Nürnberg. http://isym.bwl.uni-mainz.de/publikationen/mkwi02_repositorium.pdf, Abruf am 13.05.2006.
- [FLV03] Fettke, P.; Loos, P.; Viehweger, B.: Komponentenmarktplätze – Bestandsaufnahme und Typologie. Tagungsband des 5. Workshops Komponentensorientierte betriebliche Anwendungssysteme (WKBA 5), Augsburg, S. 1-15. <http://wi-se.wiwi.uni-augsburg.de/downloads/gi-files/WKBA5/Tagungsband-WKBA5-03.pdf>, Abruf am 12.05.2006.
- [GMSoJ] Gehrke, M.; Meyer, M.; Schäfer, W.: Eine Rahmenarchitektur für verteilte Lehr- und Lernsysteme. <http://www.campussource.de/projekte/docs/rahmenarchitektur.pdf>, Abruf am 12.03.2006.
- [HSS01] Hagenhoff, S.; Schellhase, J.; Schumann, M.: Lernplattformen auswählen. In: (Hohenstein, A.; Wilbers, K., Hrsg.) Handbuch E-Learning. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2001.
- [LSG03] Liu, X.; Saddik, A.; Georganas, N.: An Implementable Architecture of an E-Learning System. In: Proceedings of Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 2003.
- [Mi05a] Millard, D. E. et. al.: The Potential of Grid for Mobile e-Learning. <http://www.semanticgrid.org/ubinesc/mlearn-paper-submitted.pdf>, Abruf am 27.02.2006.
- [Mi05b] Millard, D. E. et. al.: Mapping the e-Learning Assessment Domain: Concept Maps for Orientation and Navigation. <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/11553/01/elearn2005millard.pdf>, Abruf am 27.02.2006.
- [Mo03] Moore, C.: E-learning hits Web services books. CIO Magazine, 5.5.2003.
- [Mo05] Moog, H.: IT-Dienste an Universitäten und Fachhochschulen. Reorganisation und Ressourcenplanung der hochschulweiten IT-Versorgung. HIS Hochschul-Informationen-System GmbH, Hannover, 2005.
- [MW03] Meister, D. M.; Wedekind, J.: Lernplattformen im institutionellen Rahmen. In: (Bett, K.; Wedekind, J., Hrsg.) Lernplattformen in der Praxis. Waxmann Verlag, Münster, 2003; S. 210-222.
- [NJ05] Nowicki, C.; Jones, E.L.: A Framework for Extending Online Assessment. ITHET 6th Annual International Conference. 2005. <http://fie.engrng.pitt.edu/ithet2005/papers/2148.pdf>, Abruf am 11.03.2006.
- [RS05] Roth, A.; Suhl, L.: Plattformübergreifende Architekturen in föderativen E-Learning-Umgebungen. In: (Breitner M.H.; Hoppe, G., Hrsg.) E-Learning.

- Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle. Physica-Verlag, Heidelberg, 2005; S. 143-152.
- [SE03] Seufert, S.; Euler, D.: Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen. SCIL-Arbeitsbericht 1, Juni 2003. <http://www.scil.ch/publications/docs/2003-06-seufert-euler-nachhaltigkeit-elearning.pdf>, Abruf am 02.12.2005.
- [SE05] Seufert, S.; Euler, D.: Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen: Fallstudien zu Implementierungsstrategien von eLearning als Innovationen an Hochschulen. SCIL-Arbeitsbericht 4, Januar 2005. <http://www.scil.ch/publications/docs/2005-01-seufert-euler-nachhaltigkeit-elearning.pdf>, Abruf am 02.12.2005.
- [St05] Stepping, M. et al.: CampusSourceEngine - Die Schnittstelle von e-Learning Systemen zum HIS-GX System der HIS GmbH. http://www.campussource.de/projekte/docs/CSE_HIS.pdf, Abruf am 11.03.2006.
- [TDP05] Torres, J.; Doderó, J.; Padrón, C.: A Framework Based on Web Services Composition for the Adaptability of Complex and Dynamic Learning Processes. In (Kinshuk; Hrsg.) IEEE Learning Technology Newsletter, 6(1), 2005.
- [VW05a] Vossen, G.; Westerkamp, P.: Service-Oriented Provisioning of Learning Objects. In: (Grob, H. L.; vom Brocke, J. Hrsg.) Arbeitsberichte E-Learning. ERCIS – European Research Center for Information Systems. http://www.wi.uni-muenster.de/aw/download/e-learning/e-learning_arbeitsbericht_2.pdf, Abruf am 03.03.2006.
- [VW05b] Vossen, G.; Westerkamp, P.: Turning Learning objects into Web services. In: (Sicilia, M.; Lytras, M.; Hrsg.) Learning Objects and Learning Designs 1(1) - AIS SIG RLO, 2005; S. 15-28.
- [We04] Westerkamp, P.: E-learning as a Web Service. In: (Samia, M.; Conrad, S.; Hrsg.) Tagungsband zum 16. GI-Workshop Grundlagen von Datenbanken. 2004, S. 113-117.
- [XGS03] Xiang, X.; Guo, L.; Shi, Y.: Tailoring Learning Management Systems and Learning Contents for the SCORM Model. First IEEE International Workshop on Multimedia Technologies in E-Learning and Collaboration. 2003.
- [XYS03] Xu, Z.; Yin, Z.; Saddik, A.: A Web Services Oriented Framework for Dynamic E-Learning Systems. In: Proceedings of Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 2003.