

# Potentiale serviceorientierter Architekturen für E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen

Angela Frankfurth, Jörg Schellhase

Fachgebiet Wirtschaftsinformatik  
Universität Kassel  
Nora-Platiel-Straße 4  
34109 Kassel  
frankfurth@wirtschaft.uni-kassel.de  
schellhase@wirtschaft.uni-kassel.de

**Abstract:** Hochschulen müssen sich in den kommenden Jahren den technologischen Entwicklungen stellen und ihre IT-Infrastrukturen entsprechend anpassen. Dabei werden auf sie dieselben Herausforderungen zukommen, wie auf Unternehmen, nämlich die Integration der heterogenen Systemlandschaft, der Kostendruck sowie die Anforderung, auf Änderungen flexibel zu reagieren. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit den Potentialen serviceorientierter Architekturen sowohl für die technische als auch für die organisatorische Entwicklung des E-Learning-Angebotes.

## 1 Einleitung

Die IT-Infrastruktur ist zu einer wesentlichen Ressource der Hochschulen geworden, die nicht nur im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen und der verwaltenden Tätigkeit, sondern zunehmend auch für die Lehre sowie die Attraktivität der Hochschule von Bedeutung ist. Dies zeigt sich in der Tendenz des Zusammenwachsens der „IT-Anwendungen in Forschung, Lehre, Bibliothek und Verwaltung“ [Mo05, 1]. Dies geschieht nicht zuletzt durch den Veränderungsdruck, den der technische Fortschritt auf die IT-Infrastrukturen der Hochschulen ausübt [Mo05, 1]. Dynamik und Nachhaltigkeitsforderungen stehen sich gegenüber. In Nachhaltigkeitsbetrachtungen wird technische Nachhaltigkeit häufig durch die Aspekte problemgerechte Funktionalität, Stabilität der Technik, Standardisierungsstrategien sowie Bedienerfreundlichkeit und Usability definiert [SE03, 17]. Kriterien wie Pflege, Wartung und Weiterentwicklung fehlen jedoch. Hochschulen stehen nicht nur derzeit vor der Frage, wie technische Nachhaltigkeit im E-Learning geschaffen werden kann. Sie werden auch zukünftig vor der Frage stehen, wie diese technische Nachhaltigkeit aufrechterhalten werden kann. Die technologische Entwicklung wird die derzeit umgesetzten Strategien einholen und die Hochschulen vor neue Herausforderungen sowohl hinsichtlich der Erstellung als auch hinsichtlich der Wartung und Pflege der E-Learning-Angebote stellen. Für die Nachhaltigkeit bestehender und zukünftiger E-Learning-Systeme ist es wichtig, in den E-Learning-Strategien der Hoch-

schulen neben aktuellen auch zukünftige technologische Entwicklungen (z.B. die Migration zu serviceorientierten Architekturen) zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich der Beitrag mit den Potentialen serviceorientierter Architekturen für E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen.

## 2 E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen

Die E-Learning-Strategien werden durch die Position der Hochschule gegenüber E-Learning im Allgemeinen bestimmt. Unterschieden werden das Anreicherungs-, das Integrations- und das Virtualisierungskonzept<sup>1</sup> [DB03, 180; Br04]. Insbesondere für das Integrations- und das Virtualisierungskonzept spielt die zur Verfügung stehende und unterstützte IT-Infrastruktur eine bedeutende Rolle. Für die folgenden Betrachtungen wird von der Umsetzung der Integrations- und Virtualisierungskonzepte ausgegangen. Die Hochschulen verfolgen für diese Konzepte unterschiedliche Ansätze. Einige Hochschulen bieten nur eine zentrale Lösung an, andere Hochschulen verfolgen eine Portfolio-Strategie, die unterschiedliche Lösungen unterstützt [SE05, 61].

### 2.1 Eingesetzte E-Learning-Systeme

In den letzten zehn Jahren wurde in Hochschulen eine Vielzahl innovativer E-Learning-Systeme im Rahmen von E-Learning-Projekten entwickelt und eingesetzt. Zudem gibt es eine Vielzahl von kommerziellen sowie Open-Source-E-Learning-Systemen. Zu E-Learning-Systemen zählen bspw. zentrale Lernplattformen,<sup>2</sup> CSCL-Systeme,<sup>3</sup> Wiki-Systeme, Tutorensysteme, Übungssysteme, kursbasierte Systeme, Web Based Trainings sowie Autorensysteme.

Die Entwicklung von E-Learning-Systemen erfolgte in den Hochschulen über viele Jahre bottom-up an einzelnen Lehrstühlen. Mit dem Auslaufen von Projektförderungen stellte sich für viele dieser Systeme ein Nachhaltigkeitsproblem. Die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung der Systeme war zudem häufig von einzelnen wissenschaftlichen Mitarbeitern abhängig und ohne diese nicht oder nur bedingt zu gewährleisten. Zudem fehlte eine gewisse Breitenwirksamkeit des E-Learning in den Hochschulen, da häufig eine starke Kopplung zwischen eigenen Systementwicklungen und der Durchführung von E-Learning-Veranstaltungen bestand. Inzwischen streben Hochschulen häufig zentrale Lösungen (z.B. kommerzielle Lernplattformen) an, um auf diesem Wege die Nachhaltigkeit von E-Learning-Aktivitäten mittels nachhaltiger E-Learning-Systeme zu erreichen sowie Hemmschwellen für die Durchführung von E-Learning-Veranstaltungen bei weniger technologieaffinen Dozenten zu senken.

---

<sup>1</sup> Das Anreicherungskonzept geht vom Selbstverständnis einer Präsenzhochschule aus, die überwiegend Präsenzveranstaltungen bewahren will. Die Präsenzlehre wird durch begleitende Online-Materialien angereichert. Das Integrationskonzept verfolgt die Umsetzung hybrider Lehrveranstaltungen (Blended Learning); Online- und Präsenzphasen wechseln sich ab. Das Virtualisierungskonzept zielt darauf ab, überwiegend Online-Veranstaltungen oder Veranstaltungen mit einem sehr hohen Online-Anteil umzusetzen [Br04].

<sup>2</sup> Englisch: Learning Management Systems (LMS)

<sup>3</sup> Computer Supported Cooperative Learning Systeme

Die primäre Aufgabe einer Lernplattform ist die Lernenden- und Kursadministration. Eine Lernplattform dient als zentraler Einstieg zu E-Learning-Kursen. Kursen können unterschiedlichste Materialien (WBTs, CBTs, Skripte, Übungsblätter, Fallstudien) sowie Kommunikationselemente (Forum, Chat, Whiteboard) zugeordnet werden [HSS01]. Weitere Funktionsbereiche sind die Administration von Lernmaterialien, Lernfortschritten und Terminen, die Präsentation und Verwaltung von Inhalten, die Bereitstellung synchroner und asynchroner Kommunikationswerkzeuge, die Bereitstellung von Autorenwerkzeugen sowie von Evaluations- und Bewertungshilfen [BHM02, 26; HSS01]. Die Lernmaterialien werden oft mit separaten Anwendungen erstellt, können aber auch mit Autorenwerkzeugen der Lernplattform erstellt werden. Zudem bieten Lernplattformen z.T. Komponenten zur Erstellung von automatisiert auswertbaren Online-Übungen (z.B. Multiple-Choice-Tests) sowie für Frage- und Evaluationsbögen.

Die Auswahl einer Lernplattform ist intellektuell und zeitlich sehr aufwändig sowie mit einer intensiven Recherche verbunden [MW03, 214]. Darüber hinaus handelt es sich um einen sozialen Prozess, an dem unterschiedliche Stellen mit differierenden Interessen beteiligt sind. Eine der wichtigsten Fragen ist, ob eine kommerzielle oder eine Open-Source-Lösung angeschafft oder ob eine Eigenentwicklung durchgeführt werden soll.

**Kommerzielle Lernplattformen** werden oft deshalb ausgewählt, weil von der Gewährleistung einer relativ stabilen Produktentwicklung und langfristigem Support durch den Hersteller ausgegangen wird [MW03, 214]. Neben den teilweise sehr hohen Lizenzkosten fallen u.U. erhebliche Administrationskosten für den Betrieb der Plattformen an. Zudem entsteht eine enorme Abhängigkeit von einem Hersteller, da eine spätere Migration hin zu einer anderen Lernplattform mit sehr hohen Aufwendungen verbunden wäre. Organisationsspezifische Anpassungen der Lernplattformen beschränken sich häufig auf das Design sowie die Menüstruktur. Während die Anpassung von Menüstrukturen in der Regel relativ einfach möglich ist, verursacht die Anpassung des Designs meist hohe Zusatzkosten. Die mangelnden Anpassungs-, Erweiterungs- und Integrationsmöglichkeiten der kommerziellen Plattformen schränken den Spielraum für innovative Lehr-/Lernarrangements teilweise erheblich ein.

**Open-Source-Lernplattformen** werden nicht nur von „Technikfreaks“ bevorzugt, sondern auch von Nutzern, die nur über geringe finanzielle Mittel verfügen, [MW03, 213] da Open-Source-Plattformen kostenlos verfügbar sind. Zudem gibt es bei Open-Source-Lernplattformen die Möglichkeit, Erweiterungen und Anpassungen vorzunehmen. Open-Source-Plattformen können somit in der Regel besser an die Bedürfnisse einer Organisation angepasst werden. Eine Hochschule verfügt so über eine höhere Flexibilität in Bezug auf individuelle Benutzerwünsche. Zudem gewährleistet eine Open-Source-Plattform eine größere Unabhängigkeit von einzelnen Software-Herstellern [SE05, 61]. Für Open-Source-Lösungen gibt es in der Regel keinen oder nur einen begrenzten professionellen Support [MW03, 213f]. Hieraus ergibt sich die Abhängigkeit von teilweise sogar weltweit verteilten Entwickler-Communities. Die Kostenfreiheit bei Open-Source-Lösungen bezieht sich lediglich auf die Anschaffungs- und Lizenzkosten. Neben den Administrationskosten fallen für eine Open-Source-Plattform in der Regel nicht unerhebliche Anpassungs- und Entwicklungskosten an. Zudem werden qualifizierte Programmierer benötigt.

**Eigenentwicklungen** entstehen häufig in Form von Pilotprojekten, die maßgeblich vom Mittelbau getragen werden. Laufen die Mitarbeiterstellen aus, wandert auch die Expertise im Umgang mit dem System ab. Fehlt zudem der Wille der Hochschule, die Systeme in ein übergreifendes Medienkonzept zu integrieren, sind ihre spätere Unterstützung und Nachhaltigkeit kaum gewährleistet [MW03, 217]. Hieraus ergibt sich, dass infolgedessen die gesamte innovative Entwicklung, die durchaus für andere Lehrstühle interessant sein kann, nicht mehr nutzbar ist.

## 2.2 Technische Probleme eingesetzter Lösungen

Bei der Auswahl der Lernplattformen werden häufig lediglich die Kriterien des Potentials für unterschiedliche Lehr- und Lernszenarien, die Möglichkeit zur Datenmigration sowie der Support- und Schulungsbedarf betrachtet. Die technologische Zukunftsfähigkeit der Plattform ist, wenn überhaupt, oft nur von untergeordneter Bedeutung. Die Zunahme von IT-Infrastrukturkomponenten aller Art in allen Bereichen der Hochschule hat zu Integrationsbestrebungen geführt, [Mo05, 3; SE05, 61] die die „Zusammenführung der verschiedenen IT-Anwendungen zu einem verbundenen Informationsangebot“ [Mo05, 3] zum Ziel haben. Die Integration wird sowohl auf der softwaretechnischen als auch auf der datenbezogenen Ebene angestrebt [Mo05, 3].

Aufgabenunabhängige Anforderungen an E-Learning-Systeme, die die technologische Zukunftsfähigkeit von E-Learning-Systemen beeinflussen, sind die Erweiterbarkeit, die Skalierbarkeit, eine offene Architektur, die Einhaltung internationaler Standards, die Kompatibilität zu anderen Systemen<sup>4</sup> sowie die Modularität [HSS01]. Aus ökonomischer Sicht ist die Mehrfachverwendung von E-Learning-Komponenten interessant. Sie kann sich sowohl auf multimediale Lernmaterialien als auch auf Software (z.B. E-Learning-Systemkomponenten) beziehen. Für die Erreichung des Ziels der Mehrfachverwendung multimedialer Lernmaterialien wurde eine Vielzahl bedeutsamer Standards (z.B. LOM, SCORM, AICC)<sup>5</sup> zur Beschreibung von Lernobjekten sowie für die Kommunikationen zwischen Lernobjekten und Lernplattformen entwickelt. Für die Mehrfachverwendung von Software existieren unterschiedlichste Konzepte. Ein vielversprechender Ansatz ist der Aufbau serviceorientierter Architekturen mittels Web-Services.

Die Entwicklung von Lernobjekten, die dem SCORM-Standard entsprechen, sollte den einfachen Austausch und die Wiederverwendung von E-Learning-Inhalten ermöglichen. Dennoch existieren im Bereich des E-Learning viele „Altsysteme“, die Daten in einer proprietären Art speichern. Oft gibt es keine Möglichkeit, die Inhalte in andere Systeme zu exportieren, wie dies durch die SCORM-CAM-Spezifikation und das IMS Content Packaging beschrieben wird, weil die Systeme diese Standards nicht erfüllen [VW05a].

---

<sup>4</sup> Insbesondere für den Einsatz in Unternehmen war die Kompatibilität zu anderen Systemen, wie bspw. ERP- oder Human-Resource-Management-Systemen, von Anfang an interessant [HSS01].

<sup>5</sup> LOM: Learning Object Metadata; SCORM: Sharable Content Object Reference Model; AICC: Aviation Industry CBT Committee. Bei AICC handelt es sich um eine Organisation, die zertifizierbare Standards für die CBT- und WBT-Entwicklung erarbeitet. Diese werden als AICC-Standards bezeichnet. Siehe <http://aicc.org/>.

Die SCORM-Spezifikationen sind komplex und befinden sich noch in der Entwicklung. Derzeit ist die vierte Version von SCORM verfügbar. Selbst wenn Lernobjekte entsprechend der Spezifikation implementiert werden, bleibt immer noch viel Spielraum für Interpretationen durch die Lernplattform- und Inhalte-Entwickler [VW05a]. 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.

Aktuelle Lernplattformen sind in ihrer Funktionalität zum Großteil sehr ähnlich. Die E-Learning-Standardisierungsinitiativen konzentrieren sich primär auf den Aspekt der Mehrfachverwendung von Lernobjekten und vernachlässigen derzeit noch den Aspekt der Mehrfachverwendung von Anwendungsfunktionalitäten [We04]. SCORM 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.

### **3 Potentiale serviceorientierter Architekturen für Hochschulen**

Ausgehend von den Potentialen, die serviceorientierte Architekturen (SOA) für Unternehmen beinhalten können, stellt sich die Frage, inwiefern SOAs auch für den Einsatz in Hochschulen Potentiale beinhalten. Wie Forschungsartikel aus den letzten Jahren zeigen, werden serviceorientierte Architekturen zur Erstellung von E-Learning-Angeboten zunehmend für die Forschung und Praxis im E-Learning-Bereich interessant [VW05a]. Insbesondere im Ausland werden derartige Ansätze bereits verfolgt<sup>6</sup> [Mi05a; Mi05b]. Der Einsatz einer SOA für die Erstellung von E-Learning-Angeboten wird bspw. im E-Learning Framework (ELF) angestrebt [Mi05a]. In Großbritannien stellt das Joint Information Systems Committee (JISC) Beratung und Unterstützung zum Einsatz von IKT für Lehre und Lernen zur Verfügung. Ein Teil seiner Strategie besteht in der Entwicklung eines SOA-Framework für das E-Learning [Mi05b].

Im TENCompetence Projekt<sup>7</sup> entwickeln 13 europäische Partner eine Infrastruktur für den lebenslangen Kompetenzaufbau. Die Infrastruktur basiert auf in eine SOA integrierten sowie untereinander integrierten Open-Source-Komponenten. Das Projekt baut auf bereits existierenden Methoden, offenen Standards und Open-Source-Werkzeugen auf.

Auch in Deutschland wird über die Verwendung von Web-Services und den Einsatz einer SOA für das E-Learning an Hochschulen nachgedacht. An der Universität Münster

---

<sup>6</sup> Millard et al. bestätigen der SOA sowie dem Grid-Computing großes Potential im E-Learning [Mi05a].

<sup>7</sup> 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>.

werden bereits Web Services in dem Projekt LearnServe<sup>8</sup> entwickelt [We04; VW05a; VW05b]. Wie Veröffentlichungen und Stellenausschreibungen der HIS GmbH<sup>9</sup> zeigen, beschäftigt sich auch die HIS GmbH bereits mit Web-Services und SOAs [St05, 21].

### 3.1 Technische Grundlagen serviceorientierter Architekturen

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. Nur wenn die beteiligten Services interoperabel sind, ist gewährleistet, dass die Kommunikation der Dienste reibungslos funktioniert. 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 existiert eine Vielzahl von Definitionen mit unterschiedlichen Bedeutungen. All diesen Definitionen liegen bestimmte Konzepte und Technologien zugrunde [Al04, 124]. Eine sehr präzise Definition liefert die Web-Services-Architekturgruppe des W3C. „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] Gemäß dieser Definition ist ein Web-Service ein Software-System das zum Zweck der interoperablen Maschine-Maschine-Kommunikation über ein Netzwerk konzipiert wurde.

### 3.2 Technologische Potentiale serviceorientierter Architekturen

Die meisten in Hochschulen eingesetzten Systeme, kommerzielle, Open-Source- wie eigenentwickelte Systeme, sind monolithische Systeme. Der Umfang der Funktionalitäten ist festgelegt und kann in der Regel aufgrund fehlender Schnittstellen nicht um weitere Funktionalitäten ergänzt werden [GMS03], dies erschwert u.a. die Individualisierung von E-Learning-Angeboten [RS05, 151]. Ein möglicher Lösungsansatz für die dargestellte Problematik ist die Verwendung von Web-Service-Technologien. Zum einen können bestehende monolithische Systeme derart um Schnittstellen erweitert werden, dass diese bestimmte Kernservices nach außen in Form von Web-Services anderen Sys-

---

<sup>8</sup> <http://www.learnserve.de/>

<sup>9</sup> Die HIS Hochschul-Informationen-System GmbH ist ein bedeutender Anbieter von IT-Systemen für Hochschulen. <http://www.his.de>.

temen anbieten. Andersherum können die bestehenden Systeme so erweitert werden, dass diese die Nutzung von Web-Services anderer Systeme ermöglichen.

Die technologischen Vorteile einer SOA liegen in der Modularität der Services, die zur Laufzeit dynamisch verbunden werden, der Interoperabilität, die sich aufgrund der Standardisierung der Service-Schnittstellen ergibt, der Adaptierbarkeit, sowie der Erweiterbarkeit, die durch die Einfachheit des Hinzufügens neuer Services ermöglicht wird [Mi05a; TDP04, 8]. Es besteht die Möglichkeit über eine entsprechende Plattform unterschiedliche Services unterschiedlicher Anbieter zu nutzen. Auf diese Weise können Abhängigkeiten von Anbietern vermieden werden. Lose Kopplung der Services vermeidet die Notwendigkeit der Implementierung von einer Vielzahl von Schnittstellen zwischen eingesetzten proprietären Systemen. Hieraus ergibt sich, dass eine SOA flexibler auf neue Organisationsformen reagieren kann, indem sie einfacher an neue Strukturen angepasst werden kann. Verschiedene E-Learning-Systeme können besser gekoppelt werden. Möchte man eine Lernplattform mit anderen z.B. stärker kooperativ ausgerichteten E-Learning-Systemen koppeln, so ist dies bislang oft nur bedingt möglich. In der Regel verweist ein Hyperlink eines Kurses auf das externe E-Learning-System, an dem unter Umständen 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, d.h. ein erneutes Anmelden bei dem spezialisierten E-Learning-System wäre nicht notwendig. Erweiterungen vorhandener E-Learning-Systeme hinsichtlich der geräteunabhängigen Nutzbarkeit von Services könnten mit Hilfe von Web-Services einfacher realisiert werden. Spezielle Präsentationsservices für heterogene Endgeräte könnten in bestehende Systeme integriert werden.

### **3.3 Organisatorische Potentiale serviceorientierter Architekturen**

Die mangelnde Interoperabilität von Lernplattformen führt bei interuniversitären Lehrkooperationen zu unnötiger Mehrfacharbeit. Man stelle sich vor, fünf Lehrstühle von fünf verschiedenen Universitäten haben eine interuniversitäre Lehrkooperation und jede Universität verfügt über eine eigene Lernplattform. Nun gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten. Erstens, jeder Lehrstuhl richtet auf allen fünf Lernplattformen denselben Kurs ein. Zweitens eine Universität stellt dem interuniversitären Netzwerk seine Lernplattform zur Verfügung. In diesem Fall müssten zumindest vier Universitäten denselben Kurs auf zwei Lernplattformen einrichten. Im Vergleich zur ersten Variante reduziert sich der Kursverwaltungsaufwand von fünf auf zwei Lernplattformen und auch der Betreuungsaufwand sinkt etwas, da ein Betreuer „nur“ zwei statt fünf Lernplattformen für die Betreuung nutzen muss. Allerdings ist die zweite Variante nachteilig für die Studierenden, da diese nun zwei Lernplattformen nutzen müssen. Zudem müssen von vier Universitäten Studierende auf der interuniversitär genutzten Lernplattform registriert werden. Diese zusätzliche Registrierung von Studierenden bedeutet in der Regel einen zusätzlichen manuellen Aufwand für die Betreuer, da keine Studierendendaten aus den Studierendensystemen der anderen Hochschulen übernommen werden können. Die geschilderte Problematik gilt selbst dann, wenn es sich um identische Lernplattformen eines Anbieters handelt. Das Beispiel zeigt, dass aktuelle Lernplattformen interuniversi-

täre Lehrkooperationen aus organisatorischer Sicht nicht optimal unterstützen. Web-Service-Technologien könnten an dieser Stelle Abhilfe schaffen.<sup>10</sup> Im Idealfall wären somit keine zusätzlichen manuellen Studierenden-Registrierungen notwendig. Studierende und Betreuer von interuniversitären Online-Kursen müssten sich lediglich auf den Lernplattformen ihrer Universitäten einloggen. Eine Mehrfachpflege von Kursen auf unterschiedlichen Lernplattformen könnte ebenfalls entfallen.

### **3.4 Qualitative Potentiale serviceorientierter Architekturen**

Mit SOAs sind Integrationspotentiale verbunden. So können z.B. unterschiedliche Systemarten wie Prüfungsverwaltungssysteme, Bibliothekssysteme und E-Learning-Systeme miteinander gekoppelt werden. Für ein Bibliothekssystem ist es bspw. von Interesse, bestimmte multimediale Einheiten von Lernplattformen zu katalogisieren und über einen Bibliothekskatalog verfügbar zu machen. Für Lernplattformen bietet es sich an, die Anmeldung zu Klausuren direkt über die Lernplattform unter Nutzung eines Services des Prüfungsverwaltungssystems zu ermöglichen. Ferner ist die Möglichkeit der Bibliotheksrecherche aus der Kursumgebung einer Lernplattform von Interesse. Auf diese Weise können alle beteiligten Systeme ihren Nutzern Mehrwerte schaffen, die ohne eine derartige Systemkoppelung nicht möglich wären. Für einzelne originäre Komponenten einer Lernplattform, die nicht die Anforderungen an ausgefeiltere Lehr-/Lernarrangements erfüllen, könnten alternative Services von spezielleren E-Learning-Systemen (z.B. kommerzielle Übungssysteme) eingebunden werden. Auf diese Weise können anspruchsvollere Lehr-/Lernarrangements besser unterstützt werden und somit die Qualität E-Learning-basierter Lehre erhöht werden [DD05]. Eine ausschließliche Nutzung von originären E-Learning-Komponenten einer zentralen Lernplattform würde hingegen eher sehr einfach gehaltene Lehr-/Lernarrangements favorisieren. Es gibt genügend Beispiele bei denen ein E-Learning-Kurs lediglich aus ein paar Hyperlinks auf verschiedene Dokumente besteht. Häufig zeigt sich auch, dass die Mehrzahl der von einer Lernplattform bereitgestellten originären Komponenten in den meisten Kursen überhaupt nicht genutzt wird, da die Ausgestaltung der Komponenten nicht den Vorstellungen der Dozenten entspricht.

### **3.5 Ökonomische Potentiale serviceorientierter Architekturen**

Mit Projektmitteln finanzierte aufwendige Eigenentwicklungen könnten dahingehend umgestaltet werden, dass sie bestimmte spezielle Services über eine zentrale Lernplattform einer Vielzahl von Lernplattformnutzern zu Verfügung stellen. Entwicklungsanstrengungen von E-Learning-Systemanbietern sowie von Forschern könnten sich stärker darauf konzentrieren, ihre Kreativität in Bezug auf die Entwicklung spezieller E-Learning-Services zu entfalten und Komplett-Systeme auf der Basis vorhandener Services zu entwickeln anstatt komplette Systeme vollständig neu zu entwickeln. Insgesamt würde auf diese Weise der Entwicklungs- und Pflegeaufwand für E-Learning-Systeme im Ver-

---

<sup>10</sup> Auch [DD05] heben die Potentiale einer SOA für Kooperationen hervor.



hältnis zur Leistungsfähigkeit der Systeme deutlich sinken. Es wäre ein Beitrag zum Schutz bereits getätigter Investitionen.

Durch die Mehrfachnutzung vorhandener Services können Entwicklungs- und Anschaffungskosten für Software eingespart werden. Beispielsweise könnten Kommunikationsservices einer Lernplattform auch von anderen Anwendungen genutzt werden. Unterstützende externe Services könnten sowohl als Open-Source-Lösung, kommerzielle Lösung als auch als Eigenentwicklungen eingebunden werden. Auf diese Weise würde die strategische Entscheidung Open Source, kommerziell oder Individualentwicklung deutlich entschärft, es käme zu potenziell kostengünstigeren Mischformen verbunden mit einer größeren Flexibilität.

Bislang werden viele E-Learning-Systeme von einzelnen Lehrstühlen betrieben und häufig exklusiv von diesen genutzt. Diese Anwendungen könnten Services für die zentrale Lernplattform anbieten, so dass die Mehrfachnutzung dieser Systeme forciert würde. Bei sehr guten Individuallösungen würde es sich anbieten, diese universitätsübergreifend zur Verfügung zu stellen. Insgesamt würde sich durch eine derartige Entwicklung der Konkurrenzdruck auf kommerzielle Anbieter erhöhen. Zudem würden potenziell Abhängigkeiten von einzelnen Anbietern reduziert [DD05] und somit die Verhandlungsbasis der Hochschulen in Bezug auf Lizenzen verbessert. Sollten einzelne Services nicht nachhaltig sein, so berührt dies nicht die Nachhaltigkeit der gesamten E-Learning-Infrastruktur, da einzelne Services eher unproblematisch ersetzbar sein sollten.

Neben den Investitionen in Eigenentwicklungen ist das in den letzten Jahren an den Hochschulen erworbene Entwicklungs-Know-how in Bezug auf E-Learning-Systeme nicht zu unterschätzen. Eine ausschließliche Ausrichtung auf zentrale Lösungen ohne Berücksichtigung und Einbindung dezentraler Lösungen könnte einerseits zu Akzeptanzproblemen zentraler Lösungen und andererseits zur Einstellung eigener Entwicklungsaktivitäten führen. Damit verbunden wäre ein Know-how-Verlust. Mittels der beschriebenen Integrationsmöglichkeiten könnten Web-Services diese Problematik entschärfen. Das vorhandene Know-how sowie vorhandene Investitionen könnten weiterhin genutzt werden, eine Demotivation von E-Learning-Protagonisten würde hingegen vermieden.

#### **4 Anforderungen für die Umsetzung von SOAs an Hochschulen**

Anforderungen für die Umsetzung einer SOA betreffen die strategische, die technische<sup>11</sup> und die organisatorische Ebene. Auf strategischer Ebene muss die Anforderung gestellt werden, monolithische Systemen mittelfristig durch offene Systeme abzulösen, da monolithische Systeme „für einen flächendeckenden Einsatz an Präsenzhochschulen nur bedingt geeignet“ [RS05, 151] sind, und hochschulintern sowie in der Beziehung zu Plattform-Herstellern ein Klima der Kooperation zu schaffen. Eventuell kann eine Zusammenarbeit mit kommerziellen Anbietern bei der Entwicklung von Services angestrebt werden. Lernplattformanbieter sollten sich unter Umständen wieder stärker auf die

---

<sup>11</sup> Zu technischen Anforderungen vgl. [GMS03; XYS03; Mi05a].

Kernfunktionalitäten einer Lernplattform konzentrieren und das System so interoperabel wie möglich gestalten. Ähnlich wie dies die SAP AG mit ihrem ERP-System plant sollten Lernplattformanbieter andere Anbieter ermuntern, spezifische Services zu entwickeln und so die in Abschnitt 3 beschriebenen Potentiale forcieren.

Auf den ersten Blick können kommerzielle Anbieter kein Interesse an den skizzierten Entwicklungen haben. Es ist jedoch wesentlich, dass die Hersteller von E-Learning-Systemen die Notwendigkeit sehen ihre Systeme zu öffnen und dementsprechende Erweiterungen vorzunehmen. Lernplattformanbieter wie z.B. Blackboard, IBM, Oracle, Saba und WebCT nutzen bereits Web-Service-Technologien für ihre Lernplattformen (siehe hierzu [Fa05; Mo03]). Zudem werden inzwischen bereits erste serviceorientierte Open-Source- und Individual-Lösungen entwickelt. Kommerzielle Anbieter, die sich der beschriebenen Entwicklung verschließen, laufen daher möglicherweise Gefahr nicht am Markt zu überleben. 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. Ferner sollten kommerzielle Anbieter bedenken, dass sie gerade im Hochschulbereich 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 stehen. Zu denken ist auch an Public Private Partnerships, durch die sich kommerzielle Anbieter an dem Aufbau einer serviceorientierten Architektur für E-Learning an den Hochschulen beteiligen können. Hierfür sind jedoch entsprechende Geschäftsmodelle und Anreizsysteme zu entwickeln.

Serviceorientierte Lösungen sollten eine einfache Kombinierbarkeit von Komponenten ermöglichen. Im Hinblick auf heterogene Endgeräte sollten einfache Möglichkeiten zur individuellen Oberflächengestaltung existieren. Die Systeme sollten leicht erweiterbar und leicht in andere Systeme integrierbar sein. Einzelne Services sollten leicht austauschbar sein. Die mit der Gestaltung von SOAs verbundene höhere technische Komplexität sollte nicht zu Lasten einer einfachen Bedienbarkeit und Beherrschbarkeit gehen. Die Systeme müssen möglichst sicher gestaltet werden und Datenschutzbestimmungen beachten, dies gilt insbesondere beim Umgang mit sensiblen Daten [GMS03]. Wesentlich ist auch, dass die mit SOAs verbundenen technologischen Entwicklungen von vielen Hochschulbeteiligten und Forschern aktiv begleitet werden, so dass eine allzu technikgetriebene Entwicklung vermieden wird.

Auf organisatorischer Ebene müssen IT-Dienstleister an Hochschulen bereit sein, sich mit dem Konzept der SOA auseinanderzusetzen und dieses zu unterstützen. Eine allgemeine Anforderung, die nur innerhalb der bisherigen Standardisierungsorganisationen erfüllt und weitergeführt werden kann und sollte, ist die Weiterentwicklung der E-Learning-Standards. Aufgrund der flexibleren Kombinierbarkeit von kommerziellen, Open-Source- und eigenentwickelten Services sind neue Verrechnungsmodelle, d.h. auch neue Lizenzmodelle erforderlich.

## 5 Fazit

Die aktuellen E-Learning-Infrastrukturen weisen in technischer wie in organisatorischer Hinsicht Defizite auf. Die Potentiale von E-Learning-Systemen werden nicht ausgeschöpft. Obwohl im E-Learning die Entwicklung von SOAs erst am Anfang steht, lassen sich bereits vielfältige Potentiale identifizieren, die einige Defizite der aktuellen IT-Infrastrukturen an Hochschulen beheben könnten. Es entstehen neue Möglichkeiten des Supports, des Austausches von Services, der Unterstützung interuniversitärer Lehrkooperationen, des Erhalts bestehender kreativer Ansätze sowie der Steigerung der Flexibilität und Individualisierung. Voraussetzung für diese Entwicklung ist jedoch die Weiterentwicklung der E-Learning-Standards sowie der Web-Service-Technologien. Anbieter von E-Learning-Systemen müssen bereit sein, ihre Architekturen umzustellen bzw. zu erweitern. Hochschulen müssen ihre Strategien anpassen, das heißt 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 technischen Nachhaltigkeit und technologischen Zukunftsfähigkeit ergänzen. Hochschulen können durch den Einsatz serviceorientierter Architekturen technologische, organisatorische, qualitative, ökonomische und motivatorische Potentiale realisieren.

## Literaturverzeichnis

- [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.
- [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](http://www.bremer.cx/paper26/bremer_beitrag_buch2004.pdf), Abruf am 06.01.2006.
- [BSW02] Bohl, O.; Schellhase, J.; Winand, U.: A Critical Discussion of Standards for Web-based Learning. Proceedings E-Learn 2002, Montreal, Canada, 14.-20.10.2002; 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.
- [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 ELeGI 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](http://www.duke.edu/~frednash/documents/ilec-sys-v3_0.pdf), Abruf am 27.02.2006.

- [GMS03] Gehrke, M.; Meyer, M.; Schäfer, W.: Eine Rahmenarchitektur für verteilte Lehr- und Lernsysteme. 2003. <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-Informationssystem 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
- [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](http://www.campussource.de/projekte/docs/CSE_HIS.pdf), Abruf am 11.03.2006.
- [TDP04] 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), January 2004.
- [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](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.