

...unser Admin installiert da mal was! – Zur Nachhaltigkeit von E-Learning-Infrastrukturen – Eine Taxonomie

Thorsten Hampel, Marc Steinbring

Universität Wien
Fakultät für Informatik - Betriebliche Informationssysteme
Dr.-Karl-Lueger-Ring 1
A - 1010 Wien
thorsten.hampel@univie.ac.at, steinb@zitmail.uni-paderborn.de

Abstract: Ziel des Beitrags ist die Analyse von Faktoren der inhaltlichen und organisatorisch-infrastrukturellen Nachhaltigkeit von E-Learning-Infrastrukturen. In Form einer Taxonomie werden die zentralen Aspekte und Einflussfaktoren eines nachhaltigen Einsatzes von E-Learning-Infrastrukturen herausgearbeitet, systematisiert und an Beispielen illustriert.

1 Einleitung

Etymologisch betrachtet geht der Begriff der Nachhaltigkeit auf den Forstwirt Hans Carl von Carlowitz zurück, der in seiner *Sylvicultura oeconomica* von 1713 das erste Mal der Idee einer nachhaltigen Pflege des Baumbestandes nachging. „Wird der halben die größte Kunst, Wissenschaft, Fleiß und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, dass es eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe, weil es eine unentbehrliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“¹ Fielen einst zahlreiche Flächen an forstwirtschaftlichen Kulturen dem mit der Rodung einhergehenden Profitdenken zum Opfer, sind nach Einführung einer nachhaltigen Nutzung deren Vorteile heutzutage offensichtlich und allgemein anerkannt. Die Idee der Nachhaltigkeit aus der forstwirtschaftlichen Definition heraus kann auch für E-Learning-Systeme übertragen und für Handlungsanweisungen einer positiven Entwicklung entliehen werden. In beiden Fällen hat die Definition eine dauerhafte und kontinuierliche Nutzung und Pflege einmal aufgebauter Strukturen zum Inhalt. Die Unterstützung menschlichen Lernens mit Hilfe von Computern ist von Multimedia über Hypermedia und E-Learning in stetiger Entwicklung. Aktuell trifft vielleicht der Begriff der Wissensorganisation die vielfältigen Ansätze am treffendsten. Analog zur stetigen Entwicklung der Terminologien der Wissensorganisation werden fortlaufend neue Systeme geschaffen und bestehende Ansätze erweitert.

¹ Hans Carl von Carlowitz, *Sylvicultura Oeconomica*, 1713

Als sicherlich richtungweisende Erkenntnis steht dabei nicht länger die Frage nach der (einen) richtigen Plattform im Vordergrund. Es geht vielmehr um die Voraussetzungen einer auf Nachhaltigkeit aufbauenden Einbettung unterschiedlicher, miteinander vereinbar, koexistierender Systeme in eine kooperative Dienstinfrastruktur. Sind die Gründe für die Fülle an genutzten Systemen und Ansätzen sehr vielfältig, so gilt dem Augenmerk die Entwicklung eines geeigneten Konzepts der Nachhaltigkeit. Der vorliegende Beitrag wird ausgehend von der Fähigkeit zur Interoperabilität verschiedener E-Learning-Systeme eine Nachhaltigkeitstaxonomie vorstellen.

2 Von funktional ausgerichteter Softwareentwicklung zur nachhaltigen Interoperabilität

Prägender Gegenstand der allgemeinen E-Learning-Diskussion der letzten Jahre war der funktionale Vergleich der verschiedenen auf dem Markt verfügbaren E-Learning-Plattformen und Systeme. E-Learning-Plattformen oder auch Lernmanagementsysteme werden hierbei primär nach funktionalen Eigenschaften und Merkmalen (ihren Features) miteinander verglichen und voneinander differenziert. Treibende Kriterien eines derartigen Vergleichs sind die bereitgestellten didaktischen Lernformen, Kommunikationsmöglichkeiten, aber auch technische Eigenschaften, wie bereitgestellte Schnittstellen oder unterstützte Formate. In diesem Prozess des Benchmarking orientiert sich die Bewertung von Lernplattformen oder auch allgemein eine Bewertung wissensverarbeitender Systeme primär an Eigenschaften des jeweils betrachteten Werkzeugs. Im Zuge dieses Vorgehens sind eine ganze Reihe von teils umfangreichen Vergleichsstudien zu den Eigenschaften verschiedener E-Learning-Plattformen und Lernmanagementsystemen entstanden (vgl. [BHM02] und [Sc03]). Derartige Studien leisten die wichtige Aufgabe, Plattformen zunächst anhand verschiedener Kriterien, wie der unterstützten Lernformen, Übungstypen oder auch Mechanismen der Lernfortschrittskontrolle, also die primär funktionalen Eigenschaften, zu klassifizieren.

Zurzeit sind zwei wesentliche neue Phänomene in der Bewertung verschiedener Lernplattformen und Lernmanagementsysteme zu beobachten. Hierbei ist zum einen eine funktionale Konvergenz der auf dem Markt verfügbaren Produkte zu nennen, zum anderen finden zunehmend Interoperabilitäts- und Architekturmerkmale (Standarisierungsaspekte) von Lernplattformen eine Berücksichtigung.² Mit der funktionalen Konvergenz verschiedener Lernplattformen ist zunächst eine zunehmende funktionale Ähnlichkeit typischer Lernplattformen gemeint. Viele Systeme gleichen sich in Art und Umfang der angebotenen Lernformen und Kommunikationswerkzeuge. Lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Ausprägungen und Unterschiede zwischen den Plattformen beobachten, so sind jedoch grundlegende Merkmale und Funktionen ähnlich bzw. vielfach aufeinander abbildbar. Dies erkennt man beispielsweise an ähnlicher Terminologie (Kurs, Übung bzw. angebotene Übungsformen) aber auch an einem sich ausbildenden gewissen Konsens der Gestaltung einer Lernplattform.

² vgl. hierzu auch die Open Knowledge Initiative (O.K.I.), <http://okicommunity.mit.edu/>

Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass sich Open-Source-Systeme in den letzten Jahren den großen kommerziellen Systemen angenähert haben, bzw. diese in einigen Bereichen übertreffen. Insofern bilden Open-Source-Systeme – nicht zuletzt aufgrund des Geschäftsmodells des Verkaufs von Service und Dienstleistung rund um Open-Source – eine ernst zu nehmende Alternative zu verbreiteten kommerziellen Lösungen. Funktionale Konvergenz bedeutet entsprechend auch eine sich ausbildende Vielfalt an möglichen Lizenz- und Kostenstrukturen bei ähnlichem funktionalem Angebot (vgl. [SH06a]).

Gängige Lernplattformen werden sich entsprechend rein funktional betrachtet ähnlicher, wenn auch zum Teil die Fundamente ihrer Architektur erheblich differieren. So führen unterschiedliche architektonische Konstrukte der jeweiligen Plattformen zu sehr differenzierten Möglichkeiten der Verzahnung der angebotenen Werkzeuge/Dienste.³ Eine wesentliche Auswirkung hat die gewählte architektonische Grundlage eines Systems jedoch insbesondere auf dessen Fähigkeit mit anderen Systemklassen zusammenzuarbeiten. Neben der funktionalen Konvergenz von Wissensorganisations- und Lernmanagementplattformen sind als deren besondere Qualitätskriterien die Standardisierung und Interoperabilität, also die Konvergenz auf Interoperabilitätsebene, zu nennen. Der vorliegende Beitrag begreift die Fähigkeit zur Interoperabilität, also die Systemkonvergenz verschiedener Systemklassen des E-Learning als wesentliches Merkmal der Nachhaltigkeit einer aufzubauenden Infrastruktur. Die Fähigkeit mit anderen Systemklassen zusammenzuarbeiten erstreckt sich dabei auf die Dimension des

- standardisierten Austauschs von Daten und Materialien der Lernplattform, also die Nutzung von Standards zur Kodierung der Inhalte und Strukturen,
- auf die funktionale Verzahnbarkeit verschiedener Systemklassen, also die Möglichkeit einzelne Funktionseinheiten und Dienste in verschiedenen Nutzungskonstellationen zusammenführen zu können,
- und schließlich auf den Aufbau von sicheren Authentifizierungs- und Autorisierungsinfrastrukturen, also die Fähigkeit Nutzer- und Gruppenverwaltungen organisatorisch wie technisch zusammenführen zu können.

Alle drei genannten Dimensionen einer Systemkonvergenz sind entsprechend wichtige Aspekte der Nachhaltigkeit einer gewählten Lösung. War noch vor wenigen Jahren das Argument der Wahl einer entsprechenden Plattform aus funktionaler Sicht wesentlich und vorrangig, so verschiebt sich zusehends der Fokus auf die Nachhaltigkeit der zu entwerfenden Gesamtlösung. Vereinfacht ausgedrückt lassen sich verschiedene Systeme weniger durch die besondere eine oder andere Funktion unterscheiden, als durch ihre Fähigkeiten zur Integration in eine Gesamtinfrastruktur.

³ Auf die Aspekte der Integration von medialen Beschreibungsformen, beispielsweise verwirklicht im Konzept der Wissensräume, sei an dieser Stelle nicht genauer eingegangen und auf [Ha02] verwiesen.

3 Taxonomische Darstellung für Dimensionen der Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeit einer E-Learning-Umgebung bzw. eines Lernmanagement-Systems ist von einer ganzen Reihe von Faktoren beeinflusst. Auf dem Weg hin zu einer Taxonomie der Nachhaltigkeit von E-Learning-Systemen lässt sich zunächst die Dimension einer inhaltlichen Betreuung von der Dimension einer organisatorischen Einbettung des genutzten Produkts mit ihren verschiedenen Faktoren differenzieren. Diese Bestandteile führen zu einer klassifizierenden Gliederung der Nachhaltigkeit von E-Learning-Landschaften und können in Form einer Taxonomie dargestellt werden (vgl. Abbildung 1). Die mit der Nachhaltigkeit einhergehenden Umsetzungskonflikte sind in Abbildung 2 tabellarisch aufgeführt.

Dimension 1: Inhaltliche Betreuung

Die inhaltliche Betreuung bezieht sich auf die Art und Weise der Pflege der wesentlichen Bestandteile einer E-Learning-Umgebung. So können einerseits die Verwaltung der Lerner und Lehrende (Faktor 1.1), die Aktualität der Inhalte (Faktor 1.2) und die Betreuung der Nutzer (Faktor 1.3) als Nachhaltigkeitskriterium aus inhaltlicher Sicht ausgemacht werden. Zwischen inhaltlicher und organisatorisch-infrastruktureller Nachhaltigkeit bestehen diverse Abhängigkeiten und ein enger Bezug.

Faktor 1.1: Verwaltung von Lerner und Lehrende

Für jede auf Nachhaltigkeit ausgelegte Nutzung eines E-Learning-Systems gilt es die Nutzer und Lehrenden der Lernumgebung zu verwalten und geeignete Gruppenstrukturen zu pflegen. Nur wenn Lerner und Lehrende eine strukturierte Lernumgebung vorfinden, ist eine sinnvolle Nutzung überhaupt erst möglich. Eine einfache Verwaltung liefert die Grundvoraussetzung für eine Effizienz und Effektivität des Lernsystems.

Faktor 1.2: Aktualität der Lerninhalte

Inhaltskomponenten (Content), wie Materialien, Multiple-Choice-Tests oder Prüfungen, bedürfen natürlicherweise einer stetigen Aktualisierung und Pflege. Inhalte in Kursen oder Übungen müssen den wechselnden Rahmenbedingungen der Lehre stets überarbeitet und die Aufarbeitung und Darstellungsform neuen Strukturen angepasst werden. Hierzu ist ein organisatorischer wie personell-fachlicher Aufwand zu kalkulieren. Nachhaltige Pflege bezieht sich auf die Umsetzung dieser Anforderung.

Faktor 1.3: Betreuung der Nutzer

Ähnlich komplex wie die Verwaltung und Aktualisierung eines E-Learning-Angebots ist die Sicherstellung der Betreuung und tutoriellen Begleitung der Nutzer während des gesamten Lernprozesses. Nicht nur im Umfeld des Blended-Learnings bedarf es personellem Aufwand, inhaltliche Strukturen aufzubauen und den Lernern anzubieten. Für die Beantwortung von Fachfragen und als Lernbegleiter müssen Tutoren mit unterschiedlichem Fachwissen zur Verfügung stehen, Teilnehmer motivierend unterstützen sowie Gruppenprozesse steuern und begleiten.

Dimension 2: Organisatorisch-infrastrukturelle Nachhaltigkeit

Infrastrukturelle Nachhaltigkeit bezieht sich auf sämtliche Aspekte des Betriebs der notwendigen Infrastruktur, insbesondere auf ihrer Einbettung in eine übergreifende Gesamtinfrastruktur. E-Learning ist integraler Bestandteil von Systemen der Organisation der Lehre, der Prüfungsverwaltung, Kursorganisation, aber auch vielfältiger Formen der Bereitstellung und Recherche von Lernmaterialien, z.B. als Teil digitaler Bibliotheken. Verschiedene E-Learning-Dienste werden Teil einer teils komplexen Infrastruktur, welche vielfältige Aspekte der Wissensorganisation und des Lernens umspannt. Zu einem detaillierten Verständnis der infrastrukturellen Nachhaltigkeit muss einer ganzen Reihe von Fragestellungen nachgegangen werden.

	Nachhaltigkeitskriterium	Inhalte/ Operationalisierung	
Inhaltliche Betreuung	1.1	Verwaltung von Lernenden und Lehrenden	Pflege der Gruppenstrukturen, Anwendung eines geeigneten Konzeptes
	1.2	Aktualität der Lerninhalte	Stetige Anpassung und Aktualisierung der Materialien
	1.3	Betreuung der Nutzer	Bereitstellung von tutoriellen Begleitprozessen
Organisatorisch-infrastrukturelle Nachhaltigkeit	2.1.1	Betriebsmodell der Plattform	Hosting vor Ort, Server-Hosting ausgelagert, Full-ASP-Modelle
	2.1.2	Geschäftsmodell der Anbieter	Open-Source, Closed-Source, Anpassungsfähigkeit der Modelle, Flexibilisierung
	2.2	Nachhaltige Instanzierung der Lernumgebung	Anmelderverfahren, LDAP, AAL, Outsourcing
	2.3.1	Innovationspotential der Architektur	Starr vs. offene Systemarchitekturen, z.B. SOA
	2.3.2	Nutzung zukunftsweisender Standards	Plattform- und herstellerübergreifender Austausch von Materialien, z.B. SCORM
	2.4.1	Verzahnung auf eng gekoppelter technischer Ebene	Klassische Programmierschnittstellen, APIs
	2.4.2	Verzahnung auf lose gekoppelter Diensteebene	Offene Schnittstellen, Web Services

Abbildung 1: Taxonomie einer Nachhaltigkeit von E-Learning-Plattformen

Faktor 2.1: Nachhaltigkeit im Betrieb der Plattform

Die unterschiedlichen Möglichkeiten, wie E-Learning-Systeme grundsätzlich betrieben werden, sind in genauer zu spezifizieren und unterschiedlichen Betriebsmodellen zuzuordnen (Faktor 2.1.1). Eng verknüpft mit der Art der nachhaltigen Nutzungsmöglichkeit einer Plattform sind die jeweiligen, mit den Betriebsmodellen einhergehenden Geschäftsmodelle der Anbieter verbunden (Faktor 2.1.2). Wird von Nachhaltigkeit eines E-Learning-Systems gesprochen, so sind beide Faktoren als Nachhaltigkeitskriterium zu berücksichtigen.

Faktor 2.1.1: Entscheidung des Betriebsmodells

Betriebsmodelle im E-Learning können unterschiedliche Ausprägungen aufweisen. Beispielsweise können eine Betreuung, Wartung und Hosting vor Ort (Inhouse-Betrieb einer eigenen Plattform) in der jeweiligen Institution erfolgen oder ein Outsourcing von Bestandteilen der Plattform vorgenommen werden. Ein Outsourcing kann über Strategien des vollständigen externen Hostings einer Lernplattform mit Inanspruchnahme der Dienste eines (Full) Application Service Providers bis hin zu Varianten reichen, die nur einzelne Bestandteile auskoppeln.

Hierzu zählt beispielsweise das Server-Housing, bei dem lediglich Rechenleistung und Infrastruktur (wie Hardware und Netzwerkinfrastruktur) eines Dienstleisters in Anspruch genommen werden, um auf die eigene Anschaffung und Betreuung notwendiger (kostenintensiver) Hardware zu verzichten; eine Betreuung der E-Learning-Plattform findet seitens des Dienstleisters nicht statt. Vor- und Nachteile gilt es in allen Lösungen gegeneinander abzuwägen. So erlaubt ein Betrieb vor Ort natürlicherweise eine intensive Anpassung und ein Zuschnitt der jeweiligen Dienste auf den Kontext des Anwendungsfalls. Auch ist die Kostenstruktur durch vor Ort anfallende Kosten, wie Hardware und Infrastruktur, geprägt. Notwendig ist entsprechendes Know-How für den Betrieb und die Pflege der notwendigen Infrastrukturen aufzubringen. Externes Hosting (auch von Teilen der jeweiligen Infrastruktur) entbindet genau von diesem notwendigen Wissen bzw. Hardwarekosten. Auch sind Kostenstrukturen zum Teil transparenter abschätzbar, da sie in Vertragsverhandlungen mit dem Dienstleister offengelegt werden. Externes Hosting geht oftmals einher mit der Nutzung von Standard-Lösungen, welche durch die jeweiligen Provider vorgegeben sind, allerdings in zunehmendem Maße auch mit Individualanpassungen angereichert werden. Somit bestimmt die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Betriebsmodell auch die Nachhaltigkeit des eingesetzten E-Learning-Systems. Denn nicht zuletzt erweist sich eine zu ungenau durchgeführte Kostenkalkulation oftmals als Ursache des nicht reibungslosen Funktionierens, wenn nicht sogar der Einstellung von E-Learning-Aktivitäten.

Faktor 2.1.2: Geschäftsmodell der Anbieter

Die richtige Wahl des angebotenen Geschäftsmodells beeinflusst in erheblichem Maße die weitere Zukunftsfähigkeit eines E-Learning-Systems. Nachhaltigkeit aus Sicht der Provider besteht in dem Anbieten geeigneter lizenzorientierter Vertragsbedingungen, die schlussendlich die Kunden über Akzeptanz oder Ablehnung eines Dienstes entscheiden und direkten Einfluss auf den finanziellen Erfolg eines Produktes haben. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Lizenzmodelle gleichwohl als Bestandteil eines erfolgreichen Geschäftsmodells so ausgerichtet werden, dass sie auf Akzeptanz seitens der Nachfrager stoßen und zu Vertragsabschlüssen führen. Seitens der Nachhaltigkeit aus Nachfragersicht gilt es zunächst zu unterscheiden, inwieweit Anpassungen, z.B. lediglich durch einen Anbieter (Closed Source) oder im Idealfall einer Gruppe möglicher Anbieter (Open-Source), möglich sind. E-Learning-Infrastrukturen auf Open-Source-Basis nehmen in dieser Form eine besondere Stellung in einer Diskussion um die Nachhaltigkeit eines Produktes ein. Eine Nachhaltigkeit bezogen auf das vorliegende Geschäftsmodell von Anbieter und Nachfrager erstreckt sich entsprechend über die Dimensionen:

- Open-Source – kommerzielles Produkt
- Freie Verfügbarkeit – Lizenzierung
- Verfügbarkeit von Support – Kosten von Supportleistungen
- Aktive Entwicklergemeinde – nachhaltige Betreuung/Support durch Anbieter
- Diversifikation der Dienstleister und Dienstleistungen – Herstellersupport

Immer wieder werden Studien zum Kostenvergleich von Open-Source-Plattformen mit kommerziellen Plattformen durchgeführt, deren Ergebnisse zu unterschiedlichen Aussagen führen. Daher wird auf das Pro und Contra von Open-Source an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Vielmehr gilt es für den Anwender verschiedene, auf das einzusetzende Produkt bezogene Faktoren gegeneinander abzuwägen. Für viele auf dem Markt verfügbare nicht-kommerzielle E-Learning-Plattformen existieren durchaus kommerzielle Anbieter, welche kostenpflichtig Support leisten und Erweiterungen an den jeweiligen Produkten vornehmen. Das verbreitete Argument Open-Source-Software wäre einerseits umsonst, würde andererseits aber wenig professionellen Support bieten können, ist nicht mehr in dem Maße gültig. Vielen Orts kehrt sich das genannte Argument um, indem Software, welche vom Quelltext offen liegt, eine breitere Vielfalt an möglichen Anbietern von Dienstleistungen und Erweiterungen nach sich zieht. Der Kunde ist in diesem Fall nicht vom Geschäftsmodell eines einzelnen Herstellers abhängig. Kriterien für *gute* Open-Source-Software im Sinne der Nachhaltigkeitsdiskussion orientieren sich an dem Vorhandensein einer aktiven Entwicklergemeinde.⁴ Letztere ist gleichzeitig auch der Garant für das Vorhandensein einer ausreichenden Zahl kommerzieller Anbieter rund um ein Open-Source-Produkt (vgl. [SH06b]). Hieraus ergibt sich eine Kosten-Nutzen-Relation aus eingesparten Lizenzkosten eines kommerziellen Produktes zu eingekauftem Support und Entwicklung durch einen externen Dienstleister für eine Open-Source-Lösung. Es gilt ebenso abzuwägen wie viel Know-How zur Nutzung und Erweiterung/Entwicklung an einer Open-Source-Plattform aufzubauen ist.

Anpassbarkeit und Zukunftsfähigkeit von Lernplattformen werden in den nächsten Jahren wesentlich durch serviceorientierte Architekturen an Flexibilität gewinnen. Schon jetzt sind mit Hilfe verschiedener architektonischer Konzepte, wie beispielsweise Webservices, Architekturmodelle erkennbar, in denen sich Dienste von *verschiedenen* Anbietern, also auch Open-Source-Anbietern, in Lern- und Arbeitsumgebungen zusammenführen lassen. Möglichst offene Schnittstellen führen hierbei zu neuartigen Systemarchitekturen in denen verschiedene Diensteanbieter ihre spezifischen Services erbringen. Gleichzeitig ergeben sich neue Geschäftsmodelle, als Teil derer sich Dienste beispielsweise mieten lassen.

Faktor 2.2: Nachhaltige Instanziierung einer Lernumgebung

Eine nachhaltige Instanziierung ist wesentlich mit der Betreuung der Nutzer und Gruppenstruktur (Dimension 1) verknüpft. Das Einrichten neuer Nutzer und Gruppen und die Pflege und Aktualisierung der bestehenden Gruppenstruktur sind wichtige Bestandteile eines Nachhaltigkeitskonzepts einer E-Learning-Infrastruktur. Auch wenn seit einigen Jahren Ansätze der dezentralen Administration⁵ existieren und verschiedene Verfahren der automatischen oder halbautomatischen Anmeldung zu E-Learning-Umgebungen Anwendung finden, verbleibt ein nicht unerheblicher Aufwand an notwendiger Betreuung und Pflege der Nutzerstruktur.

⁴ vgl. die weltumspannende Entwicklergemeinschaft der Plattform Moodle (www.moodle.org)

⁵ Als Teil einer dezentralen Administration werden Nutzer- und Gruppenstruktur durch eine größere Gruppe von Administratoren gepflegt – nicht wie sonst üblich durch einen oder wenige Administratoren.

Bereits heute wird in diesem Zusammenhang die Einbindung eines E-Learning-Systems in einen zentralen Verzeichnisdienst angewendet, wie beispielsweise über eine LDAP-Schnittstelle⁶. Autorisierungs- und Authentifizierungsinfrastrukturen führen letztlich zu einer Zentralisierung von Aufgaben, Pflege und Verwaltung von Nutzerinformationen. Der enge Zusammenhang von Nachhaltigkeit und entsprechender Interoperabilität der genutzten Werkzeuge zeigt sich am Beispiel der Integration verschiedener Angebote des SprachChancen-Verbunds⁷ in die der Virtuellen Hochschule Bayern (vhb). Die vhb stellt ein zentrales Portal zur Belegung verschiedener Kursangebote bereit. Die eigentlichen Kursmaterialien verbleiben in den Lernumgebungen der jeweiligen Kursanbieter. Dieses Vorgehen macht entsprechende Schnittstellen zur automatischen Kursregistrierung auf Seiten der Kursanbieterplattformen notwendig. Im Idealfall wäre der Aufbau einer zentralen Authentifizierungs- und Autorisierungsinfrastruktur (AAI) beispielsweise auf Basis der Shibboleth-Software⁸ wünschenswert, die es den Lernenden erlaubt sich transparent zwischen Lernplattformen und dem vhb-Studierendenportal mit einem Single-Sign-On zu bewegen. Denkbar sind in diesem Zusammenhang auch Szenarien des Outsourcings von Betreuungsleistungen der Nutzer- und Gruppenstruktur (vgl. Faktor 2.1). Teil der Nachhaltigkeitsanalyse einer Lernumgebung ist die Prüfung des Vorhandenseins flexibler Schnittstellen zur Nutzerverwaltung (Verwendbarkeit externer Werkzeuge bzw. Einbettung in Autorisierungs- und Authentifizierungsinfrastrukturen). Gleichzeitig sind die innerhalb des Systems angebotenen Werkzeuge zur Administration von Nutzer- und Gruppenstrukturen bezogen auf die Größe und Struktur, sowie Komplexität des geplanten Einsatzes und der damit erforderlichen Gruppenstruktur in die Betrachtung einzubeziehen.

Faktor 2.3: Innovationsgrad einer Plattform

Als weitere Bestandteile einer Nachhaltigkeitsanalyse sind Aspekte des Innovationsgrades der gewählten Plattform zu berücksichtigen. Nachhaltigkeit definiert sich zu einem guten Teil über die Dynamik an Innovationen, d.h. die kontinuierliche Weiterentwicklung und Anpassung der gewählten Plattform. Wachsende Bedürfnisse der Nutzer, aber auch sich ändernde Vorstellungen der Ausgestaltung von E-Learning-Systemen definieren eine kontinuierliche Notwendigkeit zur Innovation der verwendeten Werkzeuge. Aber auch sich laufend ändernde Rahmenbedingungen, wie beispielsweise sich wandelnde Arbeitsumgebungen der Nutzer (Betriebssysteme, verwendete Werkzeuge) und sich ändernde Rahmenbedingungen zum Betrieb der jeweiligen Plattformen (Serverumgebungen, Schnittstellen etc.) machen die kontinuierliche Anpassung der verwendeten Systeme notwendig.

Nachhaltigkeit bedeutet beiden Gegebenheiten in flexibler Weise Rechnung tragen zu können. Beeinflusst wird die Möglichkeit hierzu zu einem guten Stück von der Zukunftsfähigkeit einer Plattform, welche sich zum einen von dem Innovationspotenzial der realisierten Systemarchitektur (Faktor 2.3.1) und zum anderen der Nutzung zukunftsweisender Standards (Faktor 2.3.2) ableitet.

⁶ vgl. Verzeichnisdienste wie das Lightweight Directory Access Protocol.

⁷ vgl. www.sprachchancen.de

⁸ vgl. <http://shibboleth.internet2.edu/>

Faktor 2.3.1: Innovationspotential der Architektur

Die realisierte Systemarchitektur beeinflusst entsprechend unmittelbar die Art und Weise, wie sich eine E-Learning-Umgebung auf sich ändernde Ansprüche anpassen lässt. Handelt es sich beispielsweise um eine Architektur, welche auf ein eher starres Datenbankschemata zurückgreift, lassen sich nur schwer weitere Attribute in ein System einfügen oder strukturelle Änderungen an der Systemarchitektur vornehmen. Flexible und vor allem moderne erweiterungsfähige Architekturansätze bieten hier erheblich mehr Spielraum. Beispiele sind so genannte serviceorientierte Architekturmodelle (SOA), welche sich aus Sicht der Systemarchitektur durch besonders flexibel kombinierbare und damit erweiterbare Teilkomponenten auszeichnen. Problematisch ist im Zusammenhang mit der Einschätzung eines realisierten Architekturmodells, dass es auf die meisten verfügbaren Systeme bezogen äußerst schwer fällt, die Systemarchitektur eines Werkzeugs im Detail zu ermitteln. Ein kritischer Blick auf die realisierte Architektur lässt sich entsprechend meist nur in engem gedanklichen Austausch mit den Entwicklern/Softwarearchitekten des jeweiligen E-Learning-Systems erzielen.

Faktor 2.3.2: Nutzung zukunftsweisender Standards

Standards definieren einen plattform- und herstellerübergreifenden Weg der Speicherung und des Austauschs von Materialien. Standards beziehen sich auch auf die Integrierbarkeit der jeweiligen Plattform in umfassendere Infrastrukturen. Mit Blick auf die Nachhaltigkeit einmal entwickelter Materialien spielt ihre Übertragbarkeit und Wiederverwendbarkeit mit Hilfe verschiedener Standards eine ausgezeichnete Rolle. So gelingt es, Materialien, wie Kurse oder auch einzelne Aufgaben von einem E-Learning-System in ein weiteres System zu überführen und dort zu nutzen. E-Learning-Standards sind entsprechend kein theoretisches Qualitätskriterium, sondern ein wirkliches Kriterium der Nachhaltigkeit einer genutzten Umgebung. Standards, wie SCORM⁹, LOM¹⁰, QTI¹¹ oder IMS Learning Design¹² bieten sehr unterschiedliche Möglichkeiten und bedürfen einer ganzen Reihe von Voraussetzungen. Allerdings gelingt es in der Praxis nur sehr bedingt, in einem der genannten Standards abgelegte Materialien ohne größeren Aufwand oder Anpassung von einer E-Learning-Umgebung in eine weitere Umgebung zu überführen. Dies zeigt sich z.B. daran, dass Export-Funktionen von Materialien in verschiedenen Standards oftmals ausgeprägter ausgestaltet sind als notwendige Import-Funktionen.

Entsprechend sollte im Rahmen einer Nachhaltigkeitsdiskussion auch kritisch hinterfragt werden, wie konkret der jeweilig unterstützte Standard ausgestaltet ist. In vielen Fällen werden lediglich Subsets des genormten Standards unterstützt; auch werden Standards in vielen Fällen durch proprietäre Erweiterungen ergänzt. Beides macht das ursprüngliche Ziel einer Übertragbarkeit von Materialien schwierig und in der Praxis teils unmöglich.

Leider befinden sich E-Learning-Standards, wie beispielsweise IMS Learning Design in vielen Bereichen noch im Entwicklungsstadium und eignen sich zum Teil nur bedingt zur Codierung von Lernmaterialien in einer alltagstauglichen Art und Weise. Auf der

⁹ SCORM, Sharable Content Object Reference Model

¹⁰ LOM, Learning Object Metadata

¹¹ IMS Question & Test Interoperability Specification, <http://www.imspj.org/question/>

¹² IMS Learning Design Specification, <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

anderen Seite zeugen vorhandene Standards gegenüber rein proprietären Lösungen von einem hohen technischen Niveau und einer gewissen Innovationskraft der jeweiligen Plattform. Ist die praktische Nutzbarkeit vieler Standards, speziell im Übergang zwischen verschiedenen Plattformen oftmals ernüchternd, tragen sie doch entscheidend zur Zukunftsfähigkeit der jeweiligen Lösung bei. Zu hoffen gilt in Bezug auf den letztgenannten Punkt, dass sowohl genutzte Standards, aber auch deren Umsetzung und Ausgestaltung kontinuierlich verbessert werden.

Faktor 2.4: Verzahnung auf organisatorisch-infrastruktureller Ebene

Infrastrukturelle Nachhaltigkeit erstreckt sich auch auf die organisatorisch-infrastrukturelle Verzahnung des E-Learning-Produkts mit seinen ihn umgebenden Systemen. Wie schon im Bereich der Nutzerverwaltung angedeutet, können E-Learning-Systeme nicht länger als isolierte Einheiten verstanden werden, vielmehr sind sie Bestandteil einer offenen Dienstinfrastruktur. Als Teil dieser offenen und flexiblen Dienstinfrastruktur werden Schnittstellen wichtige Grundvoraussetzung der Integrierbarkeit des jeweiligen Systems. Zu unterscheiden gilt es zunächst inwieweit eine Verzahnung auf enger technischer Kopplungsebene (Faktor 2.4.1) oder eine voneinander unabhängige, lose gekoppelte Dienste Verzahnung erfolgt (Faktor 2.4.2).

Faktor 2.4.1: Verzahnung auf enger technischer Kopplungsebene

Eine Verzahnung auf enger technischer Kopplungsebene bildet die klassische Form der Verknüpfung verschiedener E-Learning-Systeme, z.B. auf Basis verschiedener Programmierschnittstellen. Gängige E-Learning-Systeme zeichnen sich durch verschiedene Schnittstellen zum Datenaustausch, z.B. zur externen Anbindung einer Nutzerverwaltung aus. Zum Teil existieren Programmierschnittstellen (oftmals ausgelegt als APIs für typische Scripting-Sprachen), bei denen der Austausch innerhalb der jeweiligen Institution erfolgt. Hierbei werden Systeme z.B. auf Ebene der Nutzerverwaltung sehr direkt miteinander verbunden (z.B. Anbindung an einen zentralen Verzeichnisdienst/LDAP-Server). Zu einer Kopplung verschiedener Systeme und Systemklassen ist ein sehr spezifisches Wissen um die Strukturen und das Verhalten des jeweiligen Systems notwendig. E-Learning-Standards sind ein erster wichtiger Schritt um Datenformate und Metadaten zwischen verschiedenen Systemen zu normieren. Diese Normierung findet in der Regel auf Basis verschiedener XML-Beschreibungen statt. Als oftmals problematisch erweist sich in diesem Zusammenhang die fehlende technische und strukturelle Anbindungsmöglichkeit einiger E-Learning-Lösungen an die Verzeichnisdienste einer Nutzerdaten verwaltenden Institution (z.B. Rechenzentrum).

Faktor 2.4.2: Verzahnung auf loser technischer Dienste-Ebene

Eine nächste wichtige Stufe der Koppelbarkeit von E-Learning-Systemen bilden offene Interoperabilitätsschnittstellen. Ziel ist hier auch die institutionsübergreifende Kopplung von Systemen zu ermöglichen. E-Learning-Systeme treten als Dienstnehmer und Dienstgeber auf.

Merkmale sind zum einen die Selbstbeschreibungsfähigkeit der bereitgestellten Dienste zu fördern. Die konkrete Realisierung (Implementierung) des jeweiligen Systems tritt zugunsten einer Datenkapselung in den Hintergrund. Zum anderen führen dienstorien-

tierte Ansätze zu einer gewissen Austauschbarkeit der jeweiligen Dienste. Wichtige architektonische und technische Grundlagen bilden die so genannten Webservices. Webservices im E-Learning-Umfeld erlauben es beispielsweise auch sehr heterogene Systemklassen funktional zu koppeln. Beispielsweise lässt sich eine Suche aus einem E-Learning-System in einer digitalen Bibliothek vornehmen oder Lernmanagement-Systeme werden funktional an E-Learning-Systeme angebunden (Belegung eines Kurses o.ä.) (vgl. [Bo06]). Unter dem Gesichtspunkt einer Bewertung der Nachhaltigkeit bilden offene und flexible Interoperabilitätsschnittstellen die wesentlichen Grundlagen zur Realisierung erfolgreicher Systemkonvergenzen. Im letzteren Bereich findet sich sicherlich das größte Innovationspotenzial von E-Learning- und Lernmanagement-Systemen, wengleich auch von Kommunikationssystemen und Plattformen für Zusammenarbeit. Die Grenzen eines einzelnen Produktes werden zu Gunsten einer durch offene Schnittstellen ermöglichte Dienstintegration zu einem Konstrukt aufgehoben, das auf Individualität und Flexibilität ausgerichtet ist.

		Nachhaltigkeitskriterium	Umsetzungskonflikte
Inhaltliche Betreuung	1.1	Verwaltung von Lerner und Lehrende	Personelle und technische Aufwände
	1.2	Aktualität der Lerninhalte	Notwendigkeit der Pflege, geeignete Prozesse
	1.3	Betreuung der Nutzer	Kostenintensiver personeller Aufwand
Organisatorisch-infrastrukturelle Nachhaltigkeit	2.1.1	Betriebsmodell der Plattform	Kalkulatorischer Aufwand
	2.1.2	Geschäftsmodell der Anbieter	Kalkulatorischer Aufwand, Vergleichbarkeit, betriebspolitische Entscheidungen
	2.2	Nachhaltige Instanzierung der Lernumgebung	Komplexität
	2.3.1	Innovationspotential der Architektur	Schwer zu ermittelnde Architekturdetails, Menge der zu erfüllenden Voraussetzungen
	2.3.2	Nutzung zukunftsweisender Standards	Dauer der Etablierung, Vielzahl an Erweiterungen
	2.4.1	Verzahnung auf eng gekoppelter technischer Ebene	Fehlende Offenheit und Möglichkeit zur Interoperabilität
	2.4.2	Verzahnung auf lose gekoppelter Dienstebene	Hohe Komplexität, (noch) verhältnismäßig geringe technische Umsetzung und Vernetzungsmöglichkeit, Sicherheitsdenken

Abbildung 2: Konfliktpotential bei angewendeter Nachhaltigkeit

4 Ausblick: Nachhaltigkeit auf Handlungsebene

Der Entwurf einer Taxonomie verschiedener Faktoren der Nachhaltigkeit hat deutlich gemacht, wie wichtig sich Nachhaltigkeit für die aktuelle Landschaft der Wissensorganisation und des klassischen E-Learning darstellt. E-Learning-Systeme fungieren nicht länger als weitgehend isolierte Einheiten; sie nehmen ihren Platz in einem komplexen Geflecht aus miteinander interagierenden Diensten ein und bilden entsprechend im Idealfall eine durchgängige Infrastruktur. Zum Aufbau einer derartigen Infrastruktur sind eine ganze Reihe technischer, aber auch organisatorischer Voraussetzungen zu erfüllen.

Diese reichen von der Wahl und Architektur der jeweiligen Plattform der Pflege und Erweiterbarkeit bis zu Fragen ihres Betriebs als Bestandteil einer Dienstinfrastruktur. Aktuell viel diskutierte Fragen betreffen insbesondere die Integration einer plattform-

übergreifenden Nutzer- und Gruppenstruktur. Die nächste Stufe einer Interoperabilität und Systemkonvergenz betrifft sicherlich plattformübergreifende Interaktionen der Lernenden und Lehrenden. Erst wenn es gelingt Lernmaterialien unabhängig der Grenzen der beteiligten Lern- und Arbeitsplattformen zu verwalten und für die Lernenden manipulierbar machen zu können, kann von wirklichen virtuellen Wissensräumen (vgl. [Ha02] und [KHE05]) gesprochen werden. Ziel sollte sein, die Limitierungen medialer Handlungsmöglichkeiten bedingt durch die beteiligten Systeme auf ein Minimum zu reduzieren. Die Reduzierung von Medienbrüchen ist hierzu ein wesentliches Kriterium.

Literaturverzeichnis

- [BHM02] Baumgartner, P., Häfele, H. & Maier-Häfele, K.: E-Learning Praxishandbuch, Studien Verlag, Innsbruck, 2002.
- [Bo06] Bopp, T., Hampel, T., Hinn, R., Lützenkirchen, F., Prpitsch, C. & Richter, H.: Alltags-taugliche Mediennutzung erfordert Systemkonvergenz in Aus- und Weiterbildung. In: Seiler Schiedt, E., Kälin, S. & Sengstag, Ch. (Hrsg.), E-Learning – alltagstaugliche Innovation?. Waxmann, Münster, 2006, Bd. 38, S. 87-96.
- [Ha02] Hampel, T.: Virtuelle Wissensräume. – Ein Ansatz für die kooperative Wissensorganisation, Universität Paderborn, Informatik, Dissertation, 2002.
- [KHE05] Keil-Slawik, R., Hampel, T., Eßmann, B.: Re-Conceptualizing Learning Environments: A Framework for Pervasive eLearning. In: Proceedings of the Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, IEEE Press, 2005, S. 322-326.
- [Sc03] Schulmeister, R.: Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik. Oldenbourg Verlag, München, 2003.
- [SH06a] Steinbring, M. & Hampel, T.: Nachfragerorientierte Lizenzierung in e-Learning-Umgebungen – Eine Klassifikation typischer Lizenzmodelle. In: Mühlhäuser, M., Rößling, G., Steinmetz, R. (Hrsg): DeLFI 2006, Darmstadt, 2006, Lect. Notes Inform., Proc. (Vol. 87), S. 363-374.
- [SH06b] Steinbring, M & Hampel, T.: Finanzierungsalternativen und Dienstleistungsmodelle von Open-Source-Software in webbasierten Umgebungen. In: Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Hrsg): Informatik 2006, Informatik für Menschen, Dresden, 2006, Lect. Notes Inform., Proc. (Vol. 94), S. 71-76.