Datenbankgestützte Lernumgebungen für das World Wide Web

Peter Kutschera

1 Einleitung

Die wirtschaftlichen Situation innerhalb der letzten Jahre führte seitens der Bundes- und Landesregierungen zu Kosteneinsparungen im öffentlichen Bereich, von denen in zunehmendem Maße auch das Hochschulwesen betroffen ist. Im Hinblick auf die derzeitige finanzielle und personelle Situation an den Hochschulen scheint es deshalb wahrscheinlich, daß die Hochschulen in Zukunft nicht mehr sämtliche Fächerkombinationen anbieten können, sondern sich gemäß ihrer jeweiligen Schwerpunkte auf sogenannte Kernkompetenzen konzentrieren müssen. Diese Tatsache hätte für die Studierenden zur Folge, daß die zu besuchenden Lehrveranstaltungen nicht mehr nur an einer Hochschule stattfinden, sondern im Verbund mit mehreren Hochschulen angeboten werden. Da aber für eine Teilnahme an einer Lehrveranstaltung, die an einer anderen Hochschule durchgeführt wird, eine physische Anwesenheit der Studierenden aus zeitlichen und finanziellen Aspekten wenig sinnvoll erscheint, müssen Vorkehrungen getroffen werden, die eine "virtuelle" Teilnahme an Lehrveranstaltungen ermöglichen. Die Hochschulen sind somit gefordert, unter Einsatz bereits existierender Technologien wie breitbandiger Kommunikationsnetzwerke, Multimedia/Hypermedia und Audio-/Videokonferenzsystemen, Lernumgebungen zu entwickeln, die eine "virtuelle" Teilnahme an Lehrveranstaltungen ermöglichen. Durch den Einsatz von universitären Lernumgebungen erwächst somit letztendlich eine Chance für die Studierenden selbständig zu entscheiden an welcher Lehrveranstaltung sie teilnehmen möchten. Aufbauend auf einen Verbund mit Hochschulen im Ausland wäre sogar die Durchführung eines "virtuellen" Auslandsstudiums möglich.

2 Kosten und Nutzen von universitären Lernumgebungen

Der Aufbau einer leistungsfähigen Infrastruktur für eine Lernumgebung und die Erstellung von multimedialem Lehrmaterial erfordert besonders in der Anfangsphase einen verstärkten Personaleinsatz, da diese Aktivitäten parallel zum bisherigen Lehrbetrieb durchgeführt werden müssen. Somit wird die Realisierung einer Lernumgebung stufenweise erfolgen und in der Anfangsphase nur einzelne Lehrveranstaltungen umfassen während in der Endphase sämtliche Lehrveranstaltungen und Verwaltungstätigkeiten integriert sind. Innerhalb der Anfangsphase muß auch die Grundlage für die Akzeptanz eines solchen Systems geschaffen werden, da ansonsten eine Insellösung einer Hochschule oder einer Fakultät entsteht, die das Potential einer Lernumgebung nicht ausnutzt.

Der größte Vorteil beim Einsatz einer Lernumgebung für die Studierenden ist zweifellos die Möglichkeit unabhängig von Zeit und Ort an fachlich interessanten Lehrveranstaltungen teilzunehmen. Gleichzeitig ermöglicht diese Form des Lehrbetriebs auch flexiblere Fern- bzw. Teilzeitstudienmodelle anzubieten. Auch der häufig genannte Vorwurf des fehlenden Kontaktes zwischen Studierenden und Dozenten unzutreffend, weil die Verwendung von Rechnernetzen auch neue Formen der interaktiven Zusammenarbeit ermöglicht, die oft einen wesentlich höheren Grad der Interaktion aufweisen als dies im klassischen Lehrbetrieb der Fall ist.

Weiterhin erhofft man sich durch den Einsatz einer Lernumgebung eine Verbesserung der Qualität der Lehre, da durch den Einsatz von multimedialen Elementen das Verständnis des Lehrstoffes erleichtert und durch die Einführung von Querverweisen in das Lehrmaterial auf Lehrveranstaltungen, die ggf. von anderen Fakultäten durchgeführt werden, eine interdisziplinäre Darstellung des Lehrgebietes erreicht werden kann.

Die Übertragung von Lehrveranstaltungen über Netze ermöglicht außerdem den Studierenden aufwendige Experimente und Demonstrationen in besserer Qualität zugänglich zu machen als bei einer Teilnahme in einem Hörsaal, da das Geschehen unmittelbar am PC mitverfolgt werden kann. Außerdem ist es möglich in Lehrveranstaltungen dieser Art entweder als Teil der Lehrveranstaltung selbst oder auf Nachfrage der Studierenden elektronische Bibliotheken, Datenbanken, Simulationssysteme, usw. zu integrieren.

Ein häufig genannter Einwand gegen die Einführung einer Lernumgebung sind die, aufgrund der Anschaffung von Spezialhardware (Videokamera, multimediafähige Graphikkarte, Modem), entsprechender Software (Audio-/Videokonferenzsystem) und den anfallenden Telefonkosten, zusätzlich anfallenden Kosten für das Studium. Dieses Argument ist richtig, jedoch ist eine Hochschule durch den Einsatz einer Lernumgebung in der Lage aufgrund des verminderten Raumbedarfs Kosten für die Miete, Heizung, Strom, etc. einzusparen. Diese Mittel könnten somit für die Finanzierung der Telefonkosten und der Anschaffung der notwendigen Hard- und Software verwendet werden und den Studierenden auf Leihbasis zur Verfügung gestellt werden.

Weiterhin ermöglicht der Einsatz einer Lernumgebung einer Hochschule als Anbieter von kommerziellen Kursen zur Aus- und Weiterbildung zu fungieren. Heutzutage befinden sich viele Arbeitnehmer in der Situation, daß von ihnen die Aneignung von aktuellem Wissen oder der Erwerb neuer Qualifikationen gefordert wird. Da viele Lehrinhalte, die an den Hochschulen vermittelt werden, auch für die berufliche Weiterbildung relevant sind, kann auch externen Teilnehmern gegen Zahlung einer gewissen Gebühr die Teilnahme an Lehrveranstaltungen direkt vom Arbeitsplatz ermöglicht werden. Auf diese Weise wird es einer Hochschule ermöglicht Einnahmen zu tätigen und gleichzeitig ihr Renommee zu verbessern.

3 Anforderungen an universitäre Lernumgebungen

3.1 Funktionale Anforderungen

Generell sollte eine universitäre Lernumgebung in der Lage sein den bisherigen konventionellen Hochschulbetrieb zu unterstützen als auch eine Teilnahme an Lehrveranstaltungen über Netze ermöglichen.

Der konventionelle Hochschulbetrieb gliedert sich aus Sicht einer universitären Lernumgebung wiederum in zwei Teilbereiche, die Unterstützung bei administrativen Tätigkeiten und die zentrale Bereitstellung von hochschulbezogenen Informationen. Die Unterstützung von administrativen Tätigkeiten umfaßt sowohl universitätsweit durchgeführten Aktivitäten wie Einschreibung, Rückmeldung oder Prüfungsanmeldung als auch institutsweit durchgeführte Aktivitäten wie die Erstellung automatischer Raumbelegungspläne oder die Einteilung von Übungsgruppen. Auf diese Weise ist es möglich die Verwaltung bei einer Vielzahl von Routinetätigkeiten zu entlasten. Die zentrale Bereitstellung von hochschulbezogenen Informationen ermöglicht den Zugriff auf spezifische Informationen über die Hochschule wie Zugangsvoraussetzungen, angebotene Studiengänge oder die aktuellen Studienstatistiken sowie eine Übersicht der angebotenen Lehrveranstaltungen und die Forschungsschwerpunkte der einzelnen Institute in elektronischer Form. Auf diese Weise wird nicht nur der Zugriff auf diese Art der Informationen für Studierende erheblich vereinfacht, sondern führt ebenfalls zu einer verbesserten Präsentation der Hochschule nach außen.

Eine Übertragung bzw. eine Durchführung von Lehrveranstaltungen über Netze (Online-Lehrveranstaltungen) in Verbindung zu den weiter oben genannten Aufgabenbereiche einer universitären Lernumgebung zu folgenden funktionalen Anforderungen:

- Eine Lernumgebung verwaltet neben allgemein zugänglichen Informationen auch private Informationen, die nur speziellen Personengruppen oder Einzelpersonen zugänglich sind. Aus diesem Grund muß eine **Authentifizierung** der Benutzenden erfolgen, bevor ihnen der Zugang zu den Informationen der Lernumgebung gewährt wird. Der Einsatz von kryptographischen Verfahren gewährleistet nicht nur die *Verbindlichkeit* der durchgeführten Interaktionen, sondern ebenfalls die *Vertraulichkeit* der durchgeführten Interaktionen, da keine Informationen mehr unverschlüsselt über das Netzwerk übertragen werden und so das Aufzeichnen und Fälschen der übertragenen Daten unterbunden wird.

- Eine erfolgreich durchgeführte Authentifizierung der Benutzenden bildet die Voraussetzung um über ihre Autorisierung zu entscheiden. Grundlage dieser Entscheidung ist eine **Benutzerverwaltung,** die unterschiedliche Benutzer und Benutzergruppen mit den entsprechenden Zugriffsrechten verwaltet. In diesem Sinne darf nur Personen, die mit Administratorenrechten ausgestattet sind, gestattet werden Informationen zu verändern oder nur Verwaltungsangestellten den Zugriff auf persönliche Daten von Studierenden und Hochschulpersonal gewährt werden.
- Eine universitäre Lernumgebung muß neben der Teilnahme an Live-Übertragungen von Lehrveranstaltungen ebenfalls die Möglichkeit zum Selbststudium unterstützen, da nur mithilfe dieser Lernform eine Teilnahme an Lehrveranstaltung unabhängig von Zeit und Ort realisiert werden kann. **Unterschiedliche Lernformen** erfordern jedoch auch eine unterschiedliche Hand- und Softwareausstattung auf Seiten der Lernumgebung sowie der Studierenden und ermöglichen auch **unterschiedliche Formen der Interaktion** zwischen Lehrenden und Lernenden. So bietet der Einsatz eines Audio/Videokonferenzsystems bei Live-Übertragungen von Lehrveranstaltungen die Möglichkeit zu Rückfragen oder zur Diskussion. Darüberhinaus müssen für Praktikas, die in Gruppen durchgeführt werden, Werkzeuge für eine synchrone Gruppenarbeit bereitstehen. Prinzipiell ist auf diese Weise auch die Durchführung von Online-Prüfungen möglich. Das Hauptproblem hierbei stellt lediglich die juristische Anerkennung dar. Da im Rahmen eines Selbststudiums die Möglichkeit zu synchronen Rückfragen nicht gegeben ist, müssen hier asynchrone Formen der Kontaktaufnahme zwischen Lehrenden und Lernenden wie zum Beispiel der Einsatz von elektronischer Post (email) oder von Diskussionsforen (news) bereitgestellt werden. Ferner sollte das Lehrmaterial für ein Selbststudium, neben der Aufbereitung des Lehrstoffes in hypermedialer Form, integrierte Testfragen zur Lernfortschrittskontrolle enthalten sowie den Zugriff auf aufgezeichnete Lehrveranstaltungen ermöglichen. Auf diese Weise sind die Studierenden in der Lage die Lerngeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Komplexität des Lehrstoffes, des eigenen Vorwissens und den erzielten Testergebnissen selbst zu wählen. Die Leitungskosten können für diese Lernform erheblich eingeschränkt werden, wenn Teile des Lehrmaterials auf den eigenen PC übertragen und das Lehrmaterial dort anschließend bearbeitet werden kann.
- Die von einer universitären Lernumgebung bereitgestellten Informationen besitzen unterschiedliche Änderungshäufigkeiten. So werden hochschulbezogene Informationen wie die Zugangsvoraussetzungen für die Zulassung sehr selten geändert, während das Lernmaterial aufgrund von Anpassungen an aktuelle Entwicklungen oder Verbesserungen der Präsentation häufiger geändert wird. Unabhängig von der Änderungshäufigkeit muß die Lernumgebung sicherstellen, daß trotz der durchgeführten Änderungen die **Integrität der bereitgestellten Informationen** gewährleistet ist. So muß beispielsweise bei hypermedialen Inhalten dafür gesorgt werden, daß nach Änderungen keine ungültigen Verweise auftreten. Defizite in diesem Bereich führen zu einer Demotivierung der Lernenden und einer verminderten Qualität der Lehre. Im Falle von kommerziellen Lehrangeboten, die im Rahmen einer beruflichen Weiterbildung genutzt werden, können solche Defizite darüberhinaus zu finanziellen Einbußen führen, falls für die nächste Weiterbildungsmaßnahme ein anderer Kursanbieter ausgewählt wird.
- Lernende verfolgen beim Zugriff auf das Lehrmaterial unterschiedliche Intentionen. Gemäß dieser unterschiedlichen Intentionen muß eine Lernumgebung auch entsprechende **Zugriffsmöglichkeiten** auf das Lehrmaterial bereitstellen. Ein Lernender, der sich lediglich einen Überblick über die Inhalte einer Lehrveranstaltung verschaffen will oder sich neuen Lehrstoff anzueignen gedenkt, wird in der Regel **sequentiell** auf das Lehrmaterial zugreifen, wohingegen zur gezielten Wiederholung des Lehrstoffs oder zum Nachschlagen eines bestimmten Sachverhalts ein **assoziativer** Zugriff benötigt wird.
- Um die Effektivität einer Lernumgebung beurteilen zu können muß eine Evaluierung des Lehrmaterials

und des Lernprozesses der Studierenden durchgeführt werden. Zu diesem Zweck ist es notwendig Zugriffsstatistiken zu erstellen und auszuwerten. Die **Evaluierung des Lehrmaterials** kann beispielsweise anhand der Zugriffscharakteristik auf das Lehrmaterial vorgenommen werden. Falls sehr häufige Zugriffe auf das Lehrmaterial von unterschiedlichen Lernenden registriert werden, deutet diese auf eine hohe Relevanz des Lehrstoffes hin. Demhingegen weisen mehrfache Zugriffe auf Lehrmaterial von den selben Personen darauf hin, daß die Präsentation des Lehrstoffes verbessert werden sollte. Ebenso deutet eine häufige Unterbrechung des sequentiellen Zugriffs darauf hin, daß das Lehrmaterial schlecht strukturiert ist und eine andere Art der Strukturierung gewählt werden sollte. Eine **Evaluierung des Lernprozesses** kann aus einer Kombination der Ergebnisse der Kontrollfragen und der Analyse der Zugriffscharakteristik durchgeführt werden. Aus der Verweildauer bei einzelnen Teilen des Lehrmaterials kann unter Berücksichtigung der Lerngeschwindigkeit die persönliche Einschätzung des Wissensstandes der Lernenden abgeleitet werden. Aufgrund einer Analyse der Testergebnisse kann weiterhin festgestellt werden, ob die Lernenden ihre Lernmethodik aufgrund der erzielten Testergebnisse verändern und damit Erfolge erzielt werden.

- Es besteht die Möglichkeit innerhalb einer Lernumgebung auch kommerzielle Informationsdienste bereitzustellen, die gebührenpflichtig sind. Aus diesem Grund muß auch eine Komponente zur **Systemüberwachung** integriert werden, die alle Lernenden vor der Nutzung dieses Dienstes über die Höhe der anfallenden Gebühren aufmerksam macht. Weiterhin muß eine Komponente zur Abrechnung der die Gebühren (**Accounting**) bereitstehen, die nach erfolgter Nutzung des Dienstes die Gebühren aufgrund der Nutzungsdauer, der übertragenen Datenmenge bzw. der Anzahl der Zugriffe abrechnet.

3.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Die Auswahl einer **Client/Server Struktur** für die Realisierung einer Lernumgebung läßt sich direkt aus der Art der Nutzung ableiten. Der Lernende besitzt die Möglichkeit von seinem PC (Client) zuhause oder am Arbeitsplatz an Lehrveranstaltungen teilzunehmen, die von der Lernumgebung (Server) angeboten werden.

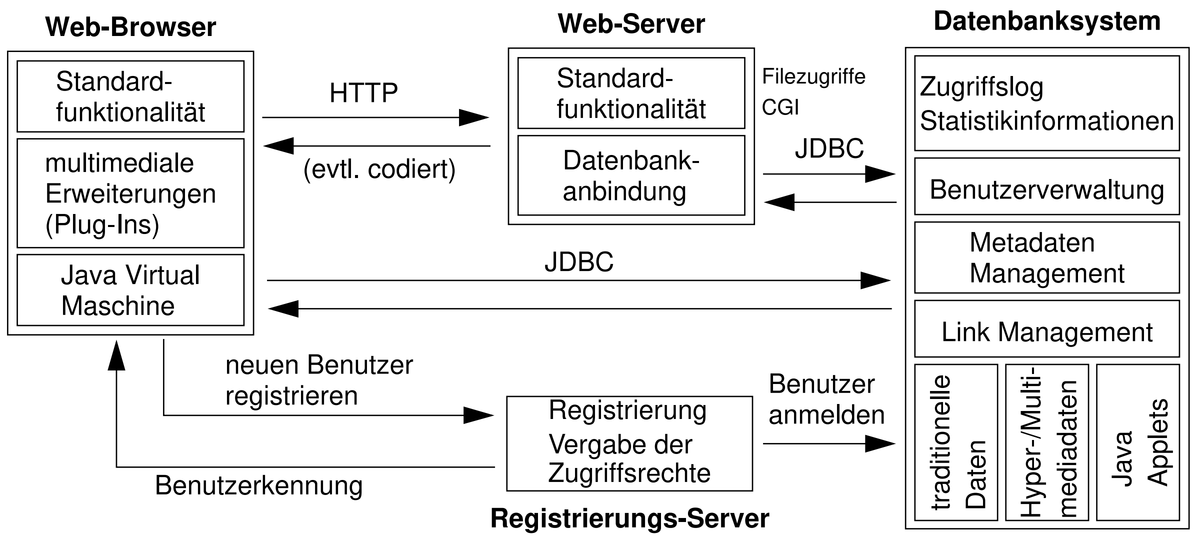
Bei der Realisierung einer Lernumgebung muß auch die Tatsache berücksichtigt werden, daß die Lernenden nicht nur unterschiedliche Hardware (PCs, Macs oder Workstations) besitzen, sondern ebenfalls die unterschiedlichsten Betriebssysteme (MacOS, Windows-Varianten, Unix-Derivate) einsetzen. Somit muß eine Lernumgebung, um einer breiten Mehrheit den Zugriff zu ermöglichen **die gängigen Hard- und Softwareplattformen unterstützen**.

Heutzutage werden Lehrveranstaltungen meist mit Folien und Overhead-Projektoren durchgeführt. Für den Einsatz in einer Lernumgebungen muß dieses traditionelle Lehrmaterial durch multi-/hypermediale Präsentationen ersetzt werden. Aufgrund des erhöhten Aufwandes bei der Erstellung, sollten existierende **Standards** berücksichtigt werden. Auf diese Weise können Lehrende von unterschiedlichen Hochschulen bei der Erstellung von Präsentationen zusammenarbeiten und innerhalb ihrer Lernumgebung einsetzen.

Die Effektivität des Lernprozesses ist nicht nur von der Qualität des angebotenen Lehrmaterials abhängig, sondern wird ebenfalls von der Interaktion zwischen Lernumgebung und Lernenden beeinflußt. Eine Überschreitung der maximalen Antwortzeit, die von den Lernenden noch tolerierten wird, führt zu einer Konzentrationsminderung und somit zu einer verminderten Effizienz des Lernprozesses. Aus diesem Grund muß die Architektur einer Lernumgebung **skalierbar** sein, d.h. bei einer steigenden Anzahl von Benutzern durch die Bereitstellung von mehr Hardware gleichbleibende Antwortzeiten erzielt werden können. Außerdem muß eine Lernumgebung auch **robust** gegenüber Bedienungsfehlern sein, so daß eine Fehlbedienung nicht zum Ausfall oder einer Blockierung der Lernumgebung führt, sondern die Benutzenden auf ihre Fehler aufmerksam macht und ihnen Hilfestellungen zur Fehlervermeidung anbietet. Neben einer Robustheit muß eine Lernumgebung auch **Fehlertoleranzeigenschaften** besitzen, so daß Hardwareausfälle durch Replikation und die Bereitstellung alternativer Pfade in einem gewissen Maße toleriert werden können. Auf diese Weise kann für eine Lernumgebung ein hohes Maß an Verfügbarkeit erzielt werden.

4 Entwurf

Eine Softwareumgebung mit einer Client/Server Struktur, die auf sämtlichen Hard- und Softwareplattformen verfügbar ist, und zur Zeit den Standard für netzbasierte hypermediale Anwendungen darstellt, ist das World Wide Web. Außerdem sind heutige Web-Browser durch entsprechende Erweitertungen nicht nur in der Lage Dokumente im HTML-Format, sondern ebenso verschiedene Video- und Audioformate wie dreidimensionale Darstellungen im VRML-Format und Animationen, die mithilfe von Authoring-Tools erstellt wurden, darzustellen. Viele dieser Erweiterungen sind, wie ein Großteil der World Wide Web Software selbst, für den Einsatz an Hochschulen und Forschungseinrichtungen public-domain verfügbar. Ebenso existieren kommerzielle Erweiterungen mit deren Hilfe der Web-Browser als Audio/Videokonferenzsystem oder für die Durchführung kooperativer Aktivitäten eingesetzt werden kann. Obwohl das World Wide Web eine Reihe der funktionalen und auch der nicht-funktionalen Anforderungen an eine universitäre Lernumgebung erfüllt, besitzt es jedoch auch einige Schwächen wie die sehr eingeschränkten Fähigkeiten eine Autorisierung der Benutzer vorzunehmen, die Existenz von ungültigen Querverweisen und die fehlenden Suchmöglichkeiten innerhalb der verwalteten Ressourcen. Doch diese Schwachpunkte des World Wide Webs können durch einen Einsatz von Datenbanksystemen, die neben konsistenzerhaltenden Zugriffsoperationen und die Durchführung von assoziativen Zugriffen auf die verwalteten Informationen zu unterstützen auch eine vereinfachte Administration und die Möglichkeit zur Vorverarbeitung von Informationen zu Verfügung stellen, eliminiert werden. Auf diese Weise kann durch eine Kopplung von Datenbanksystemen und dem World Wide Web die Funktionalität erzielt werden, die für den Aufbau einer universitären Lernumgebung benötigt wird. Die Komponentenarchitektur einer universitären Lernumgebung könnte somit folgendermaßen aussehen:



Die Interaktion zwischen den einzelnen Komponenten soll nun im folgenden Abschnitt näher erläutert werden. So muß sich jeder Benutzende zuerst bei der Lernumgebung registrieren lassen, bevor ein Zugriff auf die angebotenen Informationen gewährt wird. Im Rahmen dieser Registrierung wird neben einer Vergabe der Zugriffsrechte auch eine Benutzerkennung erzeugt, die zur Berechnung eines privaten Schlüssels dient, mit dem die Interaktion zwischen Benutzer und Lernumgebung verschlüsselt werden kann. Nachdem die Registration durchgeführt wurde, können sich die Benutzenden nun bei der Lernumgebung anmelden und entsprechend ihrer Zugriffrechte auf das Lehrmaterial zugreifen, das innerhalb der Datenbank verwaltet wird. Um diese Datenbankzugriffe durchführen zu können, muß der Web-Server eine entsprechende Erweiterung besitzen, die ihm diese Funktionalität ermöglicht. Bei jedem Zugriff auf hypermediale Ressourcen wird mithilfe des Link Managers die Gültigkeit der existierenden Verweise überprüft und die ungültigen Verweise automatisch entfernt, so daß der Benutzende nur Zugriff auf gültige Verweise erhält. Das Link Management stellt die Schnittstelle zwischen den Anwendungen und der Datenbank dar, die sowohl beim Zugriff als auch bei der Modifikation von hypermediale Informationen deren Integrität sicherstellt. Beim Einfügen und Modifizieren von multi- und hypermedialen Informationen ist zusätzlich noch eine weitere Komponente involviert, die als Metadaten Management bezeichnet wird. Diese Komponente hat die Aufgabe aus multi- bzw. hypermedialen Informationen entsprechende Metadaten zu extrahieren, die den assoziativen Zugriff auf diese Art der Informationen ermöglichen. Die Verwendung einer Log-Komponente dient zur Aufzeichnung sämtlicher Zugriffe der Benutzenden auf die angebotenen Informationen und bildet so die Grundlage um deren Zugriffscharakteristiken zu ermitteln. Weiterhin existieren jedoch auch eine Reihe von Aktivitäten wie die Kommunikation zwischen Lehrern und Lernenden oder die Beantwortung von Testfragen zur Lernfortschrittskontrolle für die keine Interaktion mit dem Web-Server notwendig ist. Diese Aktivitäten können wesentlich effizienter direkt zwischen dem Web-Browser und der Datenbank durchgeführt werden.

Da im Rahmen dieses Artikels aus Platzgründen nicht näher auf die Realisierung der Anbindung zwischen World Wide Webs und Datenbanksysteme und die damit verbundene Funktionalität eingegangen werden kann, sei der interessierte Leser hier auf [4] verweisen, wo die entsprechenden Konzepte detaillierter beschrieben werden. Aus dem gleichen Grund wurde auch auf eine Darstellung der Konzepte, die zur Gewährleistung der Skalierbarkeit und der Fehlertoleranzeigenschaften notwendig sind, verzichtet.

5 Zusammenfassung

Der Bereich des computergestützten Lernens, der in der Literatur auch häufig als Tele-Teaching oder Distance Learning bezeichnet wird, ist aufgrund der Popularität des Internets und der Leistungsfähigkeit heutiger Personalcomputer im Multimedia-Bereich, zur Zeit ein sehr aktives Forschungsgebiet [5]. So werden bereits existierende Anwendungen portiert um sie via World Wide Web zugänglich zu machen oder speziell für den Einsatz dort entwickelt [1,2,3]. Der hier beschriebene Ansatz unterscheidet sich jedoch dadurch, daß unter Einsatz des World Wide Webs, und eines Datenbanksystems sowie verschiedener Werkzeuge zur Kommunikation und der Durchführung kooperativer Aktivitäten, nicht nur einzelne Anwendungen über das Netz verfügbar gemacht werden, sondern der gesamten Hochschulbetrieb unterstützt werden soll.

6 Literatur

[1] Goldberg, M.W., Salari, S., Swoboda, P.: World Wide Web - Course Tool: An Environment for Building WWW-Based Courses. *Computer Networks and ISDN Systems* **28(7-11)**, 1219-1231, 1996.

[2] Hubler, A.W., Assad, A.M.: CyberProf: An Intelligent Human-Computer Interface for Asynchronous Wide Area Training. *World Wide Web Journal* **1(1)**, 231-238, 1995.

[3] Lai, M.C., Chen, B.H., Yuan, S.M.: Toward a New Educational Environment. *World Wide Web Journal* **1(1)**, 221-230, 1995.

[4] Kutschera, P.: Combining Database Technology with the World Wide Web for Tele-Teaching Environments, *New Media for Education and Training in Computer Science: Second Russian-German Symposium*, Infix Verlag, 99-108, 1996

[5] Norman, D.A., Spohrer, J.C.: Learner-Centered Education. *Communications of the ACM* **39(4)**, 24-49, 1996.

[6] Schroeder, U., Tritsch, B., Krjerriem-Jasnoch, A.: A Modular Training System for Education in the WWW Environment. *World Wide Web Journa*l **1(1)**, 239-250, 1995.