

Entwicklungssystem für integrierte Multimedia- Lernumgebungen zur Unterstützung der wirtschaftswissenschaftlichen Aus- und Weiter- bildung

Prof. Dr. O. K. Ferstl, Dipl. Wirtsch.- Inf. K. Hahn, Dipl. Wirtsch.- Inf. K. Schmitz

<http://www.iaws.sowi.uni-bamberg.de>

Abstract

Das Teilprojekt „Entwicklungssystem für integrierte Multimedia-Lernumgebungen“ erarbeitet im Rahmen des Projekts Meile eine Konzeption für Lernumgebungen im Internet (ILUs, Internet-Lernumgebungen). ILUs unterstützen den Lerner bei dem Erwerb von Kompetenz. Der Kompetenzerwerb kann in verschiedene Phasen unterteilt werden, die der Lerner in unterschiedlichen Rollen durchläuft. Jede Rolle des Lerners wird von einer Teil-Lernumgebung unterstützt.

Die Architektur einer ILU ist als ein offenes, über das Internet verteiltes System konzipiert. Gleichzeitig wird eine Standalone-Lösung konzipiert. Die Komponenten der ILU kommunizieren über standardisierte Protokolle wie HTTP (Hypertext Transfer-Protocol) oder IIOP (Internet-Inter-Orb Protocol) von CORBA.

Der Autor einer Lernumgebung wird durch eine Entwicklungsumgebung unterstützt, die Editoren für die Objekte der Lernumgebung integriert und die Komplexität der Architektur vor dem Autoren verbirgt. Als Teilprojekt des Projekts Meile werden den Projektpartnern entsprechende Dienste zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig werden Dienste der Projektpartner genutzt. Zur Zeit sind Prototypen realisiert, um den Anforderungskatalog an eine ILU zu evaluieren und zu verfeinern.

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	3
1.1	KOMPETENZERWERB.....	4
1.2	LERNERROLLEN	5
1.3	TEILSYSTEME EINER ILU.....	6
2	DIENSTE DER ILU AUS LERNERSICHT.....	10
2.1	FUNKTIONALITÄT DER DIENSTE	10
2.2	DIENSTKLASSEN DER ILU	11
3	ARCHITEKTUR DER ILU.....	15
4	FUNKTIONEN DER ILU-ENTWICKLUNGSUMGEBUNG.....	18
4.1	EDITOREN ZUR ERSTELLUNG UND BEARBEITUNG VON DOKUMENT-KOMPONENTEN.....	18
4.2	EDITOREN ZUR GESTALTUNG DES LAYOUTS UND MONTAGE DER DOKUMENTKOMPONENTEN.....	19
4.3	IMPORTFILTER FÜR HTML-DOKUMENTE	20
5	INTEROPERABILITÄT DER ILU MIT DEN SYSTEMEN DER PROJEKTPARTNER	20
5.1	ZUR VERFÜGUNG GESTELLTE DIENSTE UND KOMPONENTEN	20
5.2	NUTZUNG VON DIENSTEN DER TEILPROJEKTE.....	21
6	PROJEKTPLANUNG	21
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	22

1 Einführung

Mittels eines Hochschulstudiums wollen Studierende (im folgenden auch Lerner genannt) Kompetenz in einem Fachgebiet wie z.B. den Wirtschaftswissenschaften erwerben. Diese Zielsetzung besteht aus den beiden Teilzielen „Erwerb von Wissen eines Fachgebietes“ (Sach-, Handlungs- und Methodenwissen) und „Aufbau von Fähigkeiten zur Anwendung dieses Wissens“. Die unterschiedlichen Arten von Lehrveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Seminar) dienen in jeweils unterschiedlichen Maßen den beiden Teilziele. Zusätzlich zu den Lehrveranstaltungen werden zunehmend Lernumgebungen eingesetzt, die für beide Zielsetzungen Unterstützung in Selbstlernsituationen bieten. Bisher verfügbare Lernumgebungen sind vorzugsweise auf die erste Zielsetzung, d.h. Vermittlung von Wissen ausgerichtet. In Zukunft werden Lernumgebungen benötigt, die für beide Teilziele Hilfe bieten und an beliebigen Orten und zu beliebigen Zeiten verfügbar sind.

Den Anforderungen bezüglich Ort und Zeit genügen am besten Lernumgebungen, die als Einzelplatzlösungen auf dem eigenen Arbeitsplatzrechner installiert werden können oder den Studierenden im Internet zur Verfügung stehen. Die Internet-basierte Form bietet den Vorteil der einfachen Distribution und der ständigen Aktualisierung der Lernumgebung sowie die Möglichkeit der Online-Unterstützung des Lernes durch personelle Betreuer, die Hilfe und Beratung anbieten.

Das im folgenden beschriebene Projekt unterstützt beide Formen. Das Entwicklungssystem für integrierte Multimedia-Lernumgebungen (ILU) zur Unterstützung der wirtschaftswissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung ist in erster Linie auf Internet-basierte Lernumgebungen ausgerichtet. Es können damit jedoch auch Einzelplatzlösungen als vereinfachte Lernumgebung erstellt werden.

Um beide Zielsetzungen, d.h. sowohl den Erwerb Wissen von als auch den Erwerb von Fähigkeiten, integral zu unterstützen, werden in einer ILU die Lernphasen (1) Erwerb von Wissen, (2) Beüben von Wissen und (3) Anwenden des Wissens in realen Situationen unterschieden. In den drei Phasen werden unterschiedliche Lernmethoden mit spezifischen Rollen für den Lerner verwendet. Die ILU unterstützt die Lernmethoden durch spezifische Teil-Lernumgebungen. Die Lernmethoden und Lernerrollen der drei Teilschritte und die zugehörigen Teil-Lernumgebungen werden im folgenden in den Abschnitten 1.1 bis 1.3 beschrieben.

Inhalt des zweiten Kapitels sind die Dienste einer ILU, die einem Lerner für den Kompetenzerwerb zu Verfügung gestellt werden. Sie werden dort aus Sicht des Nutzers einer ILU dargestellt.

Das dritte Kapitel behandelt die Architektur einer verteilten Internet-Lernumgebung. Die Architektur ermöglicht, daß eine ILU als Internet-basierte Lernumgebung mit verschiedenen Client-Plattformen ebenso wie als Einzelplatz-Lösung gestaltet werden kann.

Im vierten Kapitel werden die Funktionen des Entwicklungssystems einer ILU dargestellt. Diese Funktionen stehen den Autoren einer Lernumgebung bei deren Erstellung zur Verfügung.

Im Rahmen der Virtualisierung eines Lehrbetriebs werden weitere Aufgaben einer Hochschule durch Informations- und Kommunikationstechnologien unterstützt. Derartige Aufgaben sind Gegenstand von Projekten, die im Verbund WIWIMEDIA von den Universitäten Bayreuth, Erlangen-Nürnberg und Regensburg durchgeführt werden. Die Aufgabenteilung und die Schnittstellen zwischen den Projekten werden im fünften Kapitel dargestellt.

Das letzte Kapitel 6 beschreibt die Vorgehensweise bei der Projektdurchführung.

1.1 Kompetenzerwerb

Der Begriff Kompetenz bezeichnet zusammenfassend das Wissen einer Person und ihre Fähigkeit, dieses Wissen für eine Problemlösung anzuwenden. Zum Erwerb von Kompetenz können, wie in Abbildung 1 dargestellt, die Phasen (1) Erwerb von Wissen, (2) Beüben von Wissen und (3) Anwenden von Wissen in realen Situationen unterschieden werden. Die Hochschullehre konzentriert sich häufig auf die Phasen 1 und 2.

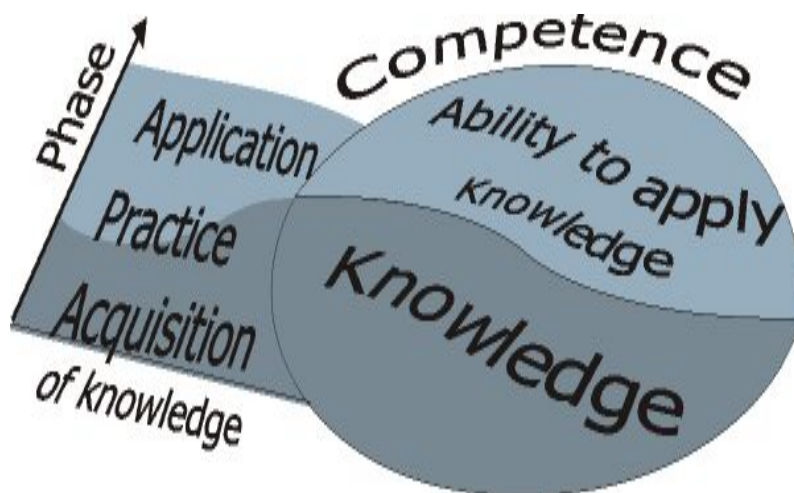


ABBILDUNG 1: PHASEN DES KOMPETENZERWERBS

Wissenserwerb

Diese Phase dient dem Erwerb von Sach-, Handlungs- und Methodenwissen in einem Fachgebiet in Form von Theorien, Konzepten und Modellen. Lehrveranstaltungen an Hochschulen sowie gängige Lehrbücher und Kompendien konzentrieren sich auf diese Phase.

Beüben des Wissens

Das Verstehen von Zusammenhängen und die Gedächtnisleistung stehen im Vordergrund der nächsten Stufe. Hier übt der Lerner den Umgang mit dem erworbenen Wissen in Modellsituationen. Es werden sowohl Merkleistungen wie Transferleistungen geübt.

Anwenden des Wissens in realen Situationen

Studierende wenden in dieser Phase ihr Wissen auf realitätsnahe Szenarien an. Reale Probleme sind häufig durch einen geringen Strukturierungsgrad, Widersprüche in der Problembeschreibung und Freiheitsgrade bezüglich der anzuwendenden Lösungsverfahren gekennzeichnet. Einem Studierenden wird kein Lösungsweg vorgegeben. Er führt selbständig die Problemklassifikation sowie die Methodenauswahl und -Anwendung zur Lösung des Problems durch.

Der phasenweise Erwerb von Kompetenz wird durch entsprechende Teilsysteme einer ILU unterstützt. Bei der Nutzung dieser Teilsysteme führt ein Lerner unterschiedliche Aufgaben in unterschiedlichen Rollen durch.

1.2 Lernerrollen

Abbildung 2 gibt eine Übersicht der Rollen eines Lerners in den einzelnen Phasen. Er wird in jeder der Rollen durch ein Teilsystem der ILU unterstützt.

Rolle	Darstellungsform	Lernumgebung	Phase ...von Wissen		
			Anwenden	Üben	Erwerben
Rechercheur	Enzyklopädie	Recherchierumgebung			■
Studiosus	Lehrbuch	Tutorumgebung		■	
Experimentator	Fallstudie	Experimentierumgebung	■		

ABBILDUNG 2: LERNERROLLEN UND LERNUMGEBUNGEN

Rechercheur

In der Rolle eines Rechercheurs führt ein Lerner einen Rechercheprozeß für einen eng umrissenen Wissensbedarfs durch. Ein Lerner interessiert sich z.B. für die Bedeutung eines Begriffs. Der Rechercheprozeß besteht in diesem einfachen Fall aus dem Aufsuchen des Begriffs in der Enzyklopädie und dem Lernen des dort dargestellten Wissens. Werden in der Begriffserklärung weitere unbekannte Begriffe verwendet, so wiederholt sich die genannte Begriffssuche. Der Rechercheprozeß wird beendet, wenn das gesamte während des Rechercheprozesses aufgenommene Wissen vom Lerner verstanden wurde, d.h. auf vorhandenen Vorkenntnissen aufbaut.

Studiosus

In der Rolle eines Studiosus erwirbt und beübt ein Lerner das erworbene Wissen in einer tutoriellen Lernumgebung (Tutorumgebung). Dieses deckt hierbei die Phasen Erwerb von Wissen und Beüben von Wissen ab. Das Tutorium realisiert multimedial die Darstellungsform Lehrbuch und bietet ein hohes Maß an Interaktivität und Navigationsmöglichkeiten.

Lernziele bei der Nutzung einer tutoriellen Umgebung sind nicht die Kenntnis einzelner Begriffe, sondern ein zusammenhängendes Wissen über eine Domäne. Der Lernprozeß ist i.d.R. in der Weise organisiert, daß ausgehend von bekanntem Wissen dem Lerner sukzessive weiterführendes Wissen dargestellt wird. Der Lernprozeß wird vom Lerner beendet, wenn er hinreichend umfangreiches Wissen über die Domäne aufgenommen hat.

Experimentator

Als Experimentator erwirbt ein Lerner die Fähigkeit zur Anwendung von Wissen, um reale Aufgabenstellungen lösen zu können.

Der Experimentator führt Experimente an (Modell-) Systemen durch. Er erfaßt mittels der Experimente das dynamische Systemverhalten und löst ggf. Entscheidungsprobleme. Dazu wendet er Untersuchungsverfahren wie Simulation und mathematische Systemanalyse an.

Die Experimente dienen dem modellgestützten Lösen von realen Aufgabenstellungen, die in Form von Fallstudien dargestellt werden. Der Experimentator übernimmt die Experimentleitung und die Lenkung des Problemlöseprozesses.

1.3 Teilsysteme einer ILU

Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Phasen des Kompetenzerwerbs und die daraus resultierenden Rollen des Lerners führen zu den in Abbildung 3 dargestellten Komponenten einer ILU. Sie werden im folgenden skizziert.

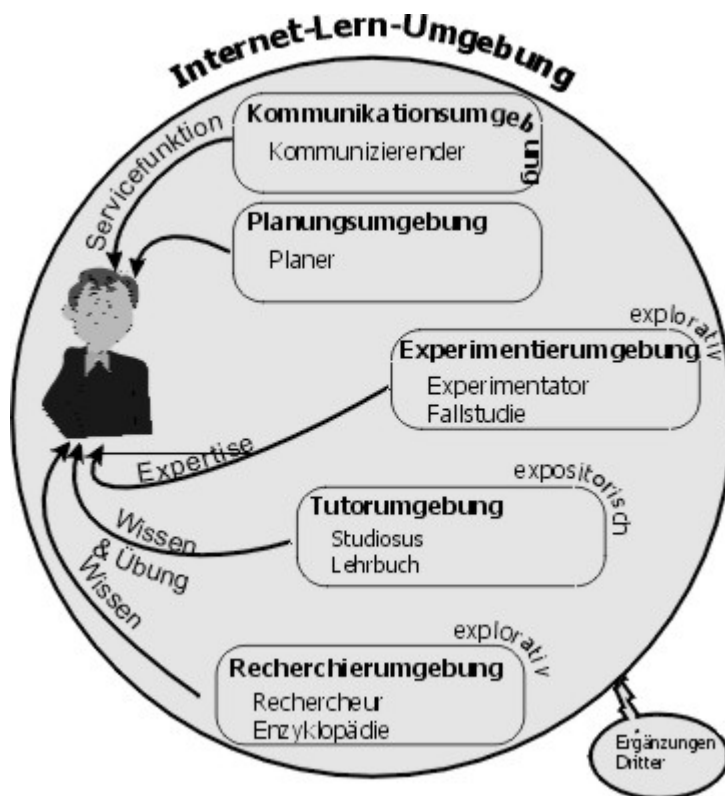


ABBILDUNG 3: AUFBAU EINER INTERNET-LERNUMGEBUNG

Recherchierumgebung

Die Recherchierumgebung vermittelt dem Lernenden Wissen über ein bestimmtes Fachgebiet (Domäne). Das Wissen ist redundanzarm in atomare Wissensseinheiten zerlegt. Die Strukturierung des Wissens erfolgt anhand von Aggregations- und Klassifikationsbeziehungen. Hinzu kommen Querverweise zwischen den Wissensseinheiten. Der Zugriff auf das so entstandene Wissensnetz erfolgt über einen alphabetischen Begriffs-Index, über Problemdeskriptoren oder über ein Taxonomie-Verzeichnis.

Das Wissensnetz nutzt die ILU-Dienste¹ Präsentation (formatierter Text, Video, Animation, Grafik) und Experimentierwerkzeug (Modelle).

Ein Beispiel einer Recherchierumgebung ist ein Lexikon. Auf eine redundanzarme Menge an Wissensseinheiten wird über einen alphabetischen Index zugegriffen.

¹ Vgl. Abschnitt 2 Dienste der ILU aus Lernersicht.

Tutorumgebung

Mit Hilfe der tutoriellen Lernumgebung kann sich ein Lerner Domänenwissen in einer expositorischen Darstellung aneignen. Die Tutorumgebung unterstützt die Phasen Erwerben und Beüben von Wissen bis hin zur Anwendung von Wissen.

Die Zerlegung des Domänenwissens erfolgt anhand von didaktischen Prinzipien (z.B. Induktion vs. Deduktion) generell von Bekanntem zum Unbekannten. Verbleibende Freiheitsgrade ermöglichen individuelle Lernwege durch das Tutorium. Im Gegensatz zum explorativem Wissenserwerb der Recherchierumgebung wird in einem Tutorium das Domänenwissen expositorisch erarbeitet. Didaktisch sinnvolle redundante Darstellungen des Domänenwissens werden z.B. für Wiederholungen einer Wissenseinheit eingesetzt.

Die Tutorumgebung verwendet die Dienste Präsentation (Video, Animationen, formatierter Text und Grafiken), Interaktion und Experimentierwerkzeug (Modelle).

Beispiele für eine tutorielle Lernumgebung sind die Bamberger Lernprogramme der Reihe „BWL Lernsoftware Interaktiv“ („Jahresabschluss“, „Buchführung“, „Kostenrechnung“). In der Tutorumgebung präsentieren diese Lernprogramme dem Lerner den Lernstoff in multimedialer Form. Dieser Lernstoff ist nach didaktischen Kriterien gegliedert und kann über ein Inhalts- und Stichwortverzeichnis sowie über Verweise aus einem Lexikon abgerufen werden. In den Präsentationsprozeß sind zur Motivation und Übung sowie als Möglichkeit zur Selbstkontrolle Interaktionen mit detaillierter Auswertung und Feedback integriert. Das Lexikon stellt eine Recherchierumgebung zur Verfügung.

Experimentierumgebung

Ein Experimentator löst Aufgabenstellungen in Form von Fallstudien. Lernziel ist die Fähigkeit, Problemstellungen aus der realen Welt zu lösen. Dazu ist eine reale Situation zu erfassen und auf ein Modellsystem abzubilden, eine Lösung auf der Modellsystemebene zu finden und diese zurück in die reale Situation abzubilden. Bei der Gestaltung des Modells und der Wahl der Lösungsverfahren bestehen hohe Freiheitsgrade. Vor der Modellabbildung ist das Problem zu klassifizieren. Im Einzelnen führt der Experimentator folgende Tätigkeiten durch:

Der Experimentator analysiert zunächst die in der Fallstudie dargestellte Situation. Die in der Fallstudie beschriebenen Perspektiven sind nicht notwendigerweise konsistent. Er ermittelt seinen Informationsbedarf und steuert den Informationsrechercheprozeß. Die Experimentierumgebung bietet neben multimedialen Präsentationen die Möglichkeit, auf Informationsretrievalsysteme zuzugreifen. Im Rahmen der Informationsrecherche kann er Experimente an Modellsystemen durchführen. Im nächsten Schritt erstellt der Experimentator ein Untersuchungsmodell der realen Situation. Für die Lösung auf der Modellebene wendet er Metho-

den wie Simulation oder mathematische Systemanalyse an. Diese Schritte sind in Abbildung 4 dargestellt.

Zur Gestaltung des Problemlöseprozesses holt ein Lerner ggf. von Beratern Unterstützung ein oder vollzieht den beispielhaften Problemlöseprozeß eines Domänenexperten nach.

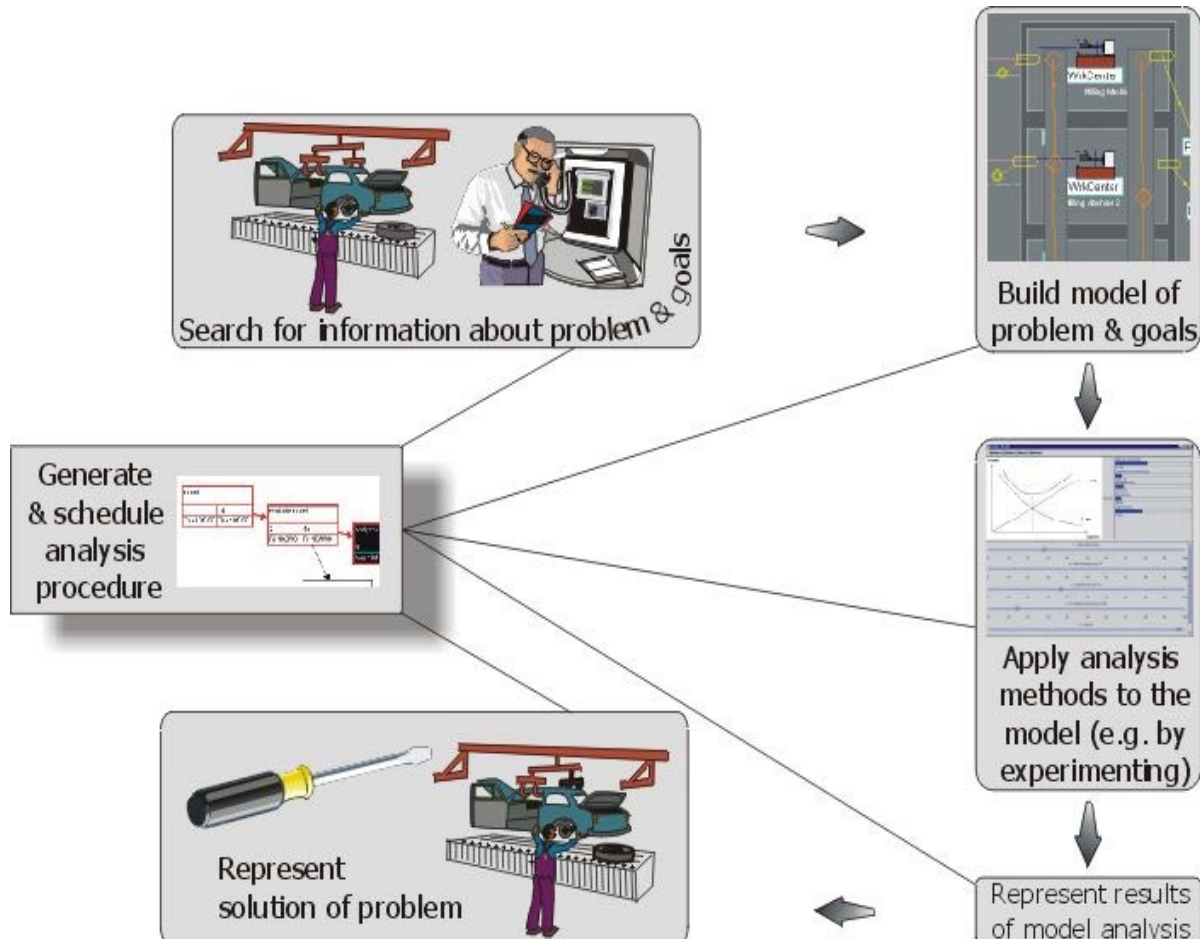


ABBILDUNG 4: MODELLBASIERTER PROBLEMLÖSEPROZEß IN DER EXPERIMENTIERUMBEGUNG

In der Experimentierumgebung finden die Dienste Experimentierwerkzeug, Präsentation und Interaktion Verwendung.

Planungsumgebung

Mittels der Planungsumgebung lenkt ein Studierender seinen persönlichen Lernprozeß. In Verfolgung seiner Ziele entscheidet er über durchzuführende Lernschritte und deren Abfolge. Der Lerner verfügt über Freiheitsgrade bezüglich der einzunehmenden Rollen. Er führt eine Terminplanung durch und überwacht diese. Der Studierende verfolgt seinen Lernerfolg anhand von Übersichten über die von ihm durchgeführten Aufgaben.

Die Planungsumgebung stellt in Verbindung mit der nachfolgenden Kommunikationsumgebung eine Servicefunktion dar, die den Lerner in seinem Lernprozeß unterstützt.

Kommunikationsumgebung

Die Kommunikationsumgebung erlaubt es dem Studenten, mit anderen Lernen, Experten und Beratern in Verbindung zu treten. Kommunikationsmittel sind hier die asynchrone 1:1 – Kommunikation mittels E-Mail, die synchrone 1:1- und m:n-Kommunikation mittels Chat-Systemen, die asynchrone 1:n-Kommunikation über News-Gruppen oder die synchrone m:n-Kommunikation über Videokonferenzsysteme.

2 Dienste der ILU aus Lernaltersicht

Der Lerner führt seinen Lernprozeß mittels der beschriebenen Teillernumgebungen der ILU durch. Er nutzt dabei die in Abbildung 5 dargestellten Dienste der ILU, die im folgenden näher erläutert werden.



ABBILDUNG 5: DIENSTE DER ILU

2.1 Funktionalität der Dienste

Alle Dienste verfügen einheitlich über Methoden zum Starten, Stoppen, Wiederholen und zum Anzeigen, Verbergen, Verschwinden lassen (Fading), Bewegen sowie Einblenden ihrer Darstellung mittels sogenannter Kommunikationsobjekte². Dies erlaubt es einem Lerner, mit den Diensten und ihren Kommunikationsobjekten in Interaktion zu treten, um beispielsweise die zur Verfügung stehenden Dienste eines Dokuments der Reihe nach abzurufen, anstatt alle Dienste gleichzeitig dargestellt zu bekommen. Der Lerner wird so nicht mit Informationen überlastet und bestimmt das Lerntempo selbst. Die ILU stellt eine geeignete Navigationsunterstützung („Blocksteuerung“) zur Verfügung, die zu diesem Zweck genutzt werden kann.

Jeder Dienst verfügt außerdem über spezifische Methoden, die der Lerner für seinen Lernprozeß nutzen kann. So kann ein Video z.B. angehalten oder „zurückgespult“ werden.

² Diese Kommunikationsobjekte bilden die Schnittstelle für die Mensch-Computer-Kommunikation (MCK).

2.2 Dienstklassen der ILU

Die Dienste der ILU können anhand ihrer Aufgaben in die nachfolgenden Klassen eingeteilt werden:

Präsentation

Für Präsentationen, die in allen Lernphasen und in allen Lernumgebungen der ILU genutzt werden, steht die gesamte Bandbreite multimedialer Objekte zur Verfügung. Genutzt werden können z.B. Texte, Pixel- und Vektorgrafiken, Animationen, interaktive Videos sowie Sprache, Musik und Geräusche. Die Texte können Grafiken und beliebige Formatierungen wie z.B. verschiedene Schriftarten, Schriftgrößen, Farben und Grafiken enthalten. Animationen erlauben den sukzessiven Aufbau von Schaubildern, die Visualisierung von Abläufen sowie Hervorhebungen. Interaktive Videos präsentieren Filme und lassen sich in ihrem Ablauf wie bei einem Videorekorder steuern. Sound-Clips ermöglichen es, z.B. bestimmte Ereignisse (Mausklick, Tastendruck, Umblättern, erfolgreich gelöste Aufgabe) mit Geräuschen zu hinterlegen oder die Lärmkulisse einer Werkhalle darzustellen. Inhalte können begleitend zu anderen Darstellungen oder separat sprachlich präsentiert werden. Musik kann den Lernprozeß im Hintergrund begleiten oder den Lerner beim Programmstart begrüßen.

Die Form der multimedialen Darstellung ist für den Lernprozeß von entscheidender Bedeutung. Es bietet sich daher an, Erkenntnisse aus den bisher entwickelten Lernumgebungen und der Mediendidaktik in Form von Vorschlägen für Styleguides und Farbschemata zur Verfügung zu stellen.

Interaktionen

Sowohl der Wissenserwerb wie das Üben des Umgangs mit Wissen wird durch Aufgaben und Übungen anhand verschiedener Interaktionsformen unterstützt. Der Lerner bearbeitet in einer sogenannten Interaktion eine Aufgabenstellung und erhält qualifizierte Feedbacks zu seinem Lösungsvorschlag. Zur Aufgabenlösung identifiziert und klassifiziert der Lerner Begriffe, ruft erworbenes Wissen aus dem Langzeitgedächtnis ab und setzt dieses zur Aufgabendurchführung bzw. Problemlösung ein. Er erkennt anhand der Rückmeldungen Fehler und kann diese korrigieren. Die Bearbeitung von Interaktionen erfüllt daher u.a. für die Selbstkontrolle des Lernprozesses eine wesentliche Funktion.

Interaktionen entfalten weiterhin eine wichtige Motivationswirkung, da der Lerner seinen Lernfortschritt beobachten kann und seine aktive Rolle im Lernprozeß unterstrichen wird.

Die folgenden Interaktionsformen sind möglich:

- Single- und Multiple-Choice,

- Anordnungsaufgabe: Vervollständigung von Texten und Grafiken durch Auswahl und Anordnung vorgegebener Alternativen,
- Zuordnungsaufgabe: Zuordnung vorgegebener Begriffe zueinander (1:1, 1:n, m:n),
- Freie Texteingabe mit Synonymerkennung und Rechtschreibtoleranz,
- Vervollständigung von Texten und Grafiken durch freie Texteingabe (z.B. Lückentext).

Zunächst können gebundene von ungebundenen Interaktionsformen unterschieden werden. Bei der gebundenen Interaktion (Multiple-Choice, Anordnung, Zuordnung) sind die Antwortalternativen vorgegeben, bei der ungebundenen Form (freie Texteingabe) generiert der Lerner die Alternativen selbst. Die gleiche Aufgabe, z.B. Buchen eines Geschäftsvorfalles, läßt sich zunächst mit jeder Interaktionsform darstellen.

Bei der gebundenen Form ist der Lerner von der Alternativengenerierung entlastet. Zudem ist lediglich ein Wiedererkennen von Begriffen und Konzepten nötig. Dies kann z.B. der besseren Einprägung von Wissen dienen, bevor dieses im Langzeitgedächtnis dauerhaft zur Verfügung steht. Durch Vorgabe der Alternativenmenge und insbesondere von darin enthaltenen systematischen Fehlern kann der Lerner aber auch zur systematischen Auseinandersetzung mit der Problemstellung angeregt werden. Bei Transferleistungen und Problemlösungen entlasten gebundene Formen den Lerner von Schreiarbeit und Erinnerungsleistung. Das explizite Konstruieren von Beziehungen und deren grafische Darstellung sind Vorteile der Anordnungs- und Zuordnungsaufgabe.

Zur Lösung von ungebundenen Interaktionsformen muß das benötigte Wissen im Gedächtnis verfügbar sein. Diese Form eignet sich daher u.a. zur Kontrolle und Steigerung der Behaltensleistung. Bei Transfer- und Problemlöseaufgaben stellt die Alternativengenerierung eine zusätzliche Anforderung für den Lerner dar.

Bei beiden Formen sind sachliche und qualifizierte Rückmeldungen zu Fehlern und Lösungen von entscheidender Bedeutung. Wichtig ist dabei die spezielle Berücksichtigung von systematischen Fehlern, die der Lerner bei der Aufgabenlösung potentiell begehen könnte.

Der Lerner hat i.d.R. mehrere (meist zwei) Versuche die Aufgabe zu lösen, um ihm durch Hinweise bei Fehlern die Erarbeitung der Lösung trotzdem zu ermöglichen.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft eine Multiple Choice Aufgabe und ihre Auswertung.

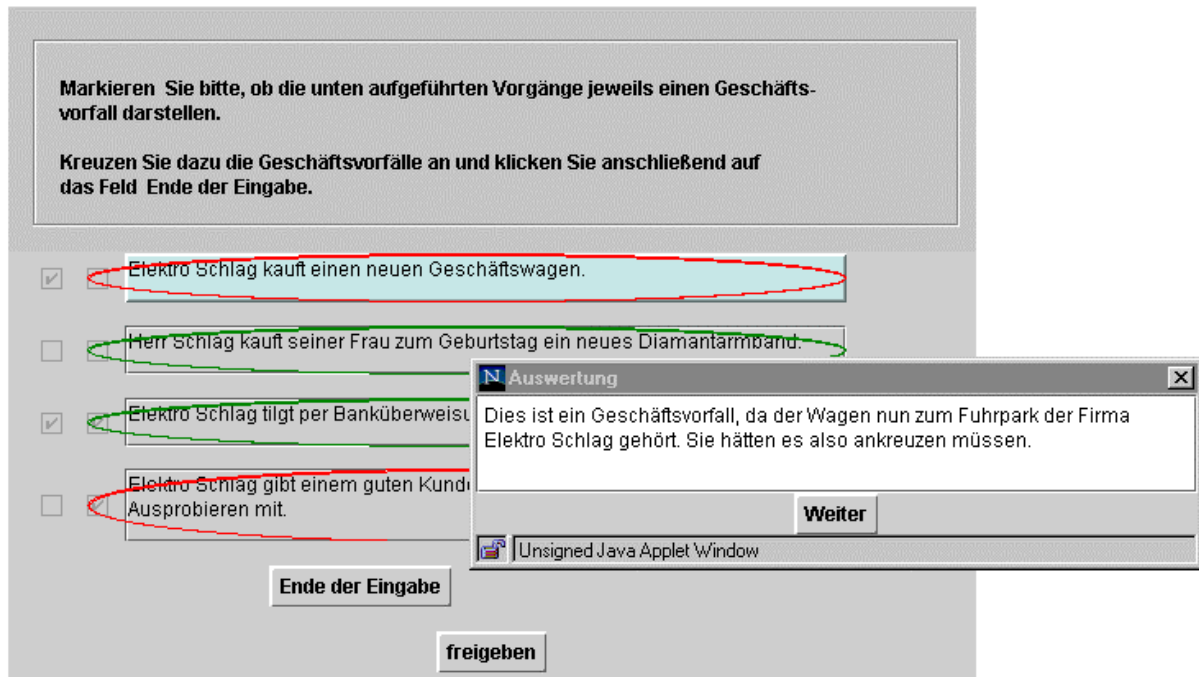


ABBILDUNG 6 BEISPIEL EINER MULTIPLE-CHOICE INTERAKTION

Experimentierwerkzeuge

Experimentierwerkzeuge bieten einem Lerner Entscheidungsunterstützung beim modellgestützten Lösen von Problemen und ermöglichen es, das dynamische Verhalten von Systemen zu beobachten und zu verstehen. Diese Werkzeuge verfügen über Methoden zur mathematischen Analyse sowie zur diskreten oder stetigen Simulation des Systemverhaltens. Lerner konstruieren Modelle oder experimentieren mit den Parametern vorgegebener Modelle.

Im einzelnen sind Werkzeuge zur Konstruktion und Analyse von Systemen mittels

- Mathematisch-analytischer Modelle,
- Diskreter Simulation,
- System Dynamics,
- Linearer Programmierung,
- Tabellenkalkulationen und
- Expertensystemen

zu unterscheiden.

Experimentierwerkzeuge werden vor allem in der Experimentierumgebung genutzt, kommen aber in allen Lernphasen und Lernumgebungen zum Einsatz.

Abbildung 7 zeigt ein Beispiel für ein mathematisch-analytisches Modell aus dem Bereich der Produktionswirtschaft zur Berechnung der optimalen Losgröße. Der Student kann durch Be-

einflussung der Parameter des Modells Experimente durchführen und das Modellverhalten erforschen.

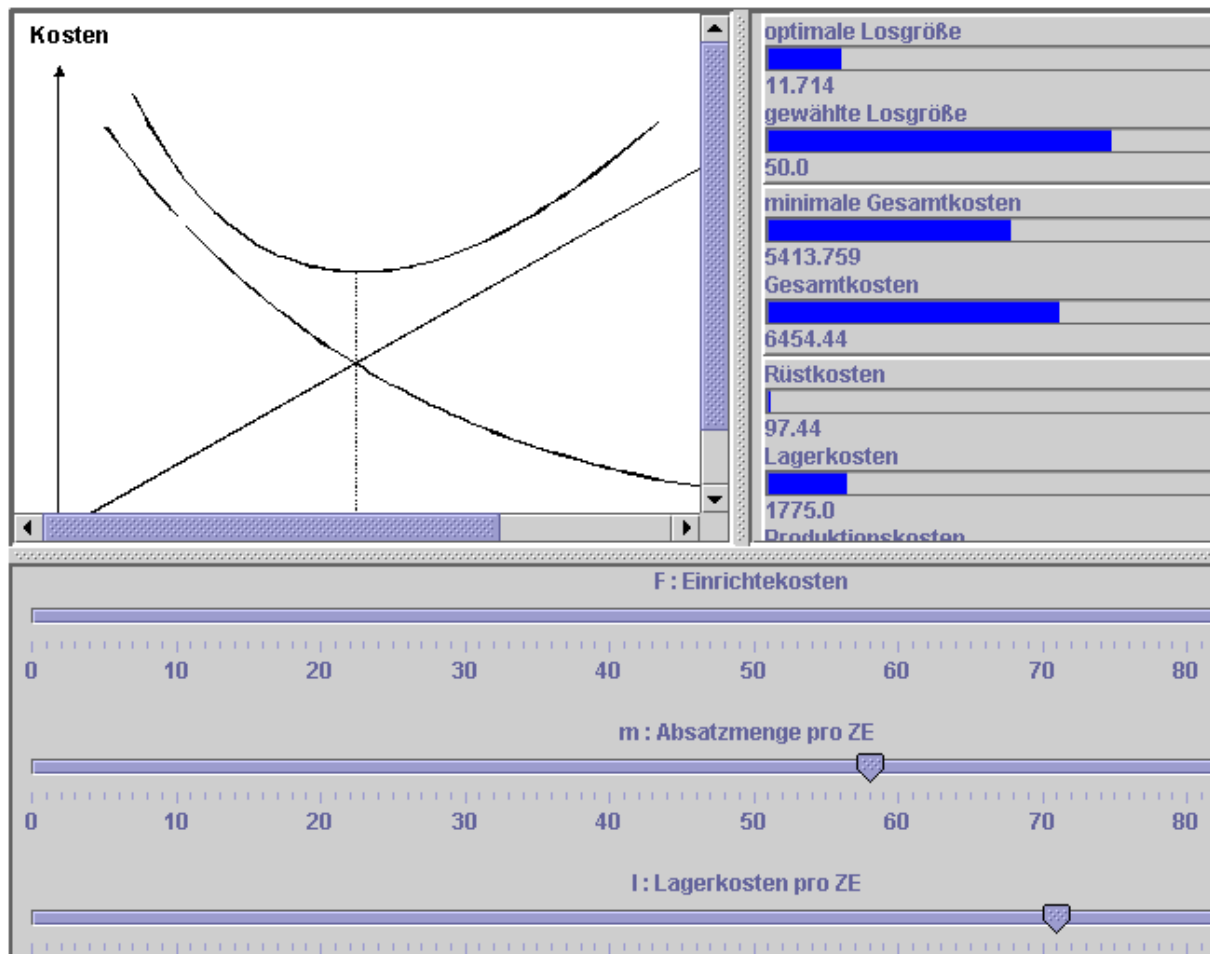


ABBILDUNG 7 ANDLER-MODELL

Planungswerkzeuge

In der ILU planen und lenken Lerner ihren Lernprozeß sowie durchzuführende Aufgaben selbst. Planungswerkzeuge unterstützen sie dabei. Dazu zählen Aufgabenlisten, Kalender und Projektplanungstechniken wie die Netzplantechnik. Die ILU erlaubt jederzeit einen Überblick über durchgeführte Lernprozesse in entsprechenden Browsern oder präsentiert zur Verfügung stehende Angebote.

Interpersonelle Kommunikationsdienste

Dienste zur Kommunikation mit Ko-Lernern, Beratern, Experten u.a. können in allen Lernumgebungen genutzt werden. Zur Verfügung stehen die bekannten synchronen und asynchronen Kommunikationsverfahren zur 1:1 oder m:n-Kommunikation wie

- Videokonferenzsysteme,
- Chat-Systeme,

- E-Mail,
- Telefondienste,
- Diskussionsforen,
- Schwarze Bretter und
- Shared Applications.

3 Architektur der ILU

Die ILU ist sowohl als (im Internet) verteiltes Client-Server-System wie auch als Standalone-Lösung auf einer Windows-Arbeitsstation einsetzbar. Als Clients werden auf verschiedenen Betriebssystemen die Plattformen HTML-Browser und Java-Applikation unterstützt.

Zur Erreichung dieser hohen Flexibilität und Portierbarkeit sowie weiterer Ziele wie Wartbarkeit wird ein verteilter objektorientierter Entwurf unter weitgehender Nutzung von standardisierten Basismaschinen verwendet.

Gleichwohl ist diese komplexe Architektur den Autoren der zu erstellenden ILUs durch ein geeignetes Entwicklungssystem verborgen.

Die Architektur der ILU folgt dem ADK-Strukturmodell, das Softwaresysteme in die Teilsysteme Anwendungsfunktionalität (A), Datenverwaltung (D) und Kommunikation (K) zerlegt³.

Es wird weiter zwischen Mensch-Maschine-Kommunikation (K^P) und Maschine-Maschine-Kommunikation (K^M) unterschieden. Erstere realisiert die Benutzerschnittstelle mittels im folgenden sogenannten Kommunikationsobjekten, letztere ermöglicht die Kommunikation zwischen Clients und Servern.

Sogenannte Domänenobjekte (DO) repräsentieren die inhaltlichen Komponenten der ILU und kapseln deren Anwendungsfunktionalität. Beispielsweise liegt eine Klasse eines Domänenobjekts Video vor, die das Abspielen und Kontrollieren von Videos in einem bestimmten Format unterstützt. Ein weiteres Beispiel wäre die Repräsentation einer Interaktion durch ein Domänenobjekt Interaktion, das z.B. über eine Auswertungsmethode verfügt. Jede der vorgestellten Dienst-Klassen der ILU wird von einer entsprechenden Domänenobjekt-Klasse repräsentiert. Die Domänenobjekt-Klassen korrespondieren mit der Modellkomponente im bekannten MVC-Konzept (Model-View-Controller).

Die Kommunikationsobjekte präsentieren dem Lerner multimedial die Domänenobjekte der ILU und realisieren die Mensch-Computer-Kommunikation zwischen Nutzern (Lernern) und

³ Vgl. Ferstl, O.K., Sinz E.J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 3. Aufl., Oldenbourg, München, Wien, 1998, S285f.

Domänenobjekten. Das Kommunikationsobjekt Video-Player präsentiert dem Lerner eine Instanz eines Domänenobjekts Video, die z.B. einen Film über ein Fertigungssystem repräsentiert. Entsprechend erlaubt ein Kommunikationsobjekt Multiple-Choice-Interaktion die Bearbeitung und Ansicht einer bestimmten Multiple-Choice-Interaktion und deren Auswertungsergebnis. Im Rahmen des MVC-Konzepts stellen Kommunikationsobjekte die View- und Controlkomponente dar.

Die Instanzen der Domänenobjekte werden von einem objektorientierten Datenbankmanagementsystem persistent gehalten.

Die Maschine-Maschine-Kommunikation wird mittels IIO⁴ sowie HTTP⁵ realisiert.

Logisch verteilte Objekte (Interprozessverteilung) auf einem Hostrechner nutzen zum Nachrichten und Leistungsaustausch den ORB-Dienst (Object Request Broker) von CORBA⁶. Sind Objekte auf mehrere ORBs verteilt (Inter-Host-Verteilung), kommunizieren die ORBs via IIO⁴ und verbergen diese Verteilung vor den Objekten. Nicht-verteilte Objekte nutzen den Nachrichtenmechanismus der Java Virtual Machine und die Java-Beans-Architektur. Die Kommunikation zwischen Internet-Browser und WEB-Server basiert auf dem HTTP-Protokoll.

Die Lernumgebung nutzt so die Freiheitsgrade, die das Internet bezüglich der Systemverteilung bietet. Wie aus Abbildung 8 ersichtlich, ergibt sich eine Client-Server-Architektur. Serverseitig repräsentieren die Domänenobjekte die Inhalte und Funktionalität der ILU, welche clientseitig von korrespondierenden Kommunikationsobjekten präsentiert werden.

⁴ Abkürzung für Internet-Inter-ORB-Protocol. Von der OMG (Object Management Group) spezifiziertes Netzwerk-Protokoll zur Kommunikation zwischen ORBs (Object Request Brokern). Ein ORB ermöglicht den Nachrichtenaustausch zwischen verteilten Objekten und verbindet Client-Objekte mit Server-Objekten. Ist ein angesprochenes Objekt auf einem anderen Rechner (anderem ORB) implementiert, wird mittels IIO⁴ eine Verbindung via des korrespondierenden entfernten ORBs realisiert.

⁵ Abkürzung für Hypertext Transfer Protocol. Internet-Standard (des W3C) zur Kommunikation zwischen WEB-Browsern und WEB-Servern.

⁶ Abkürzung für Common Object Request Broker Architecture. Standard der OMG, der Basis für ein verteiltes Objektmodell ist und u.a. die ORBs standardisiert.

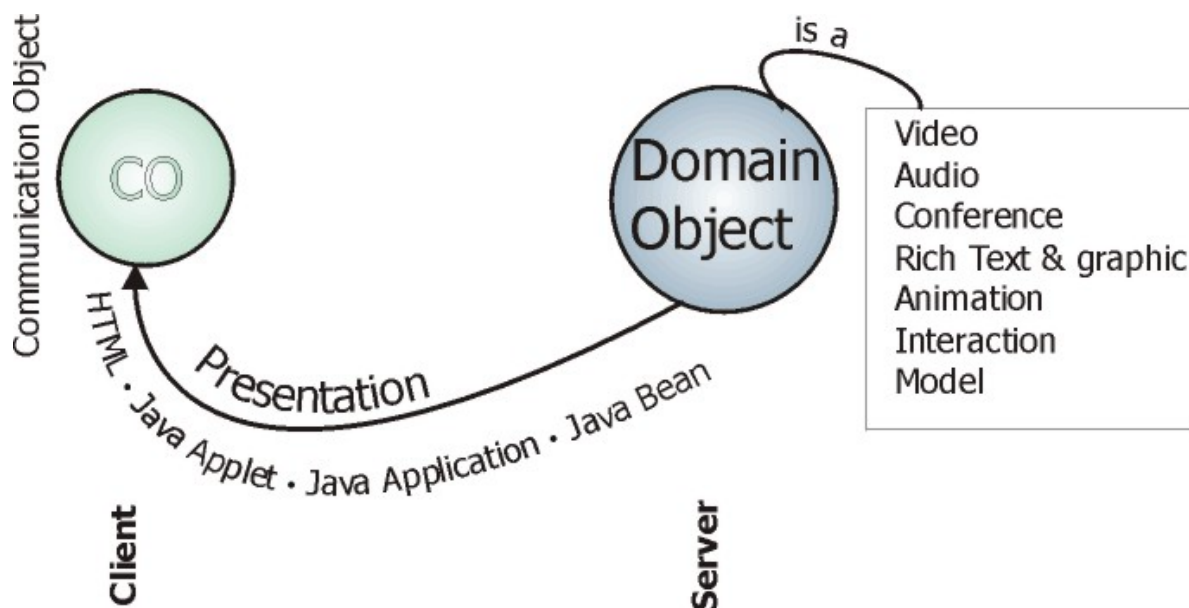


ABBILDUNG 8: ARCHITEKTUR EINER ILU

Domain Objekte können zur Realisation der ILU-Dienste unterschiedliche Kommunikationsobjekte für unterschiedliche Client-Plattformen instantiiieren und nutzen. Zur Verfügung stehende Clientplattformen sind WEB-Browser, Java-Applets und Java Applikationen. Die Domänenobjekte werden mittels einer objektorientierten Datenbank persistent gehalten. Abbildung 9 zeigt dies im Überblick.

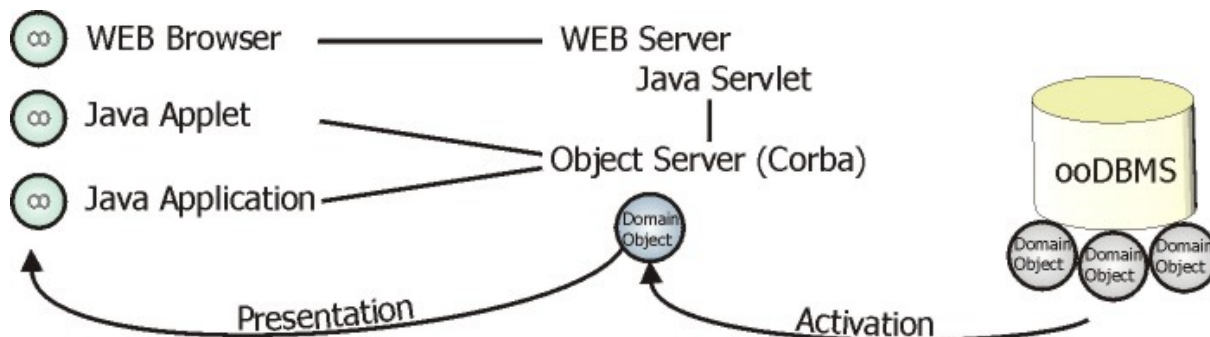


ABBILDUNG 9: TECHNISCHE ARCHITEKTUR EINER ILU

Auf Anfrage des Clients werden bei Bedarf die entsprechenden Domänenobjekte mittels einer Datenbankoperation aktiviert. Die Domänenobjekte verfügen über Methoden, über die geeignete Kommunikationsobjekte instantiiiert werden. Diese werden anschließend zum Client übertragen und von diesem präsentiert.

Als Clients können Web-Browser genutzt werden, die die Kommunikationsobjekte als HTML bzw. Java-Applets darstellen. Eine weitere Art von Client steht zudem als Java-Applikation, die die Kommunikationsobjekte als Java-Objekte präsentiert, zur Verfügung.

Die Internet-Lernumgebung nutzt als Präsentations- und Kommunikationsplattform standardisierte Internet-Technologien. Diese sind auf vielen Plattformen für den Lerner verfügbar. Die zunehmende Verbreitung des Internet sichert, daß der Lerner mit der entsprechenden

Schnittstelle vertraut ist und nahezu ohne zeitlich-räumliche Restriktionen auf die ILU zugreifen kann.

4 Funktionen der ILU-Entwicklungsumgebung

Auf dem Markt existieren eine Vielzahl von Werkzeugen zur Bearbeitung von Internet-Dokumenten. Daraus können sich Vorteile bezüglich des Implementierungsaufwands der Entwicklungsumgebung sowie ihrer Offenheit, Stabilität und Flexibilität ergeben. Daher wird, soweit möglich, auf existierenden Lösungen aufgesetzt, die in die Entwicklungsumgebung für ILUs integriert werden.

Zur Entwicklung einer ILU werden zunächst HTML-Dokumente erstellt oder bereits bestehende Dokumente genutzt. Ein Importfilter generiert anschließend aus diesen Dokumenten entsprechende Domänenobjekte.

Das Entwicklungssystem besteht aus folgenden Komponenten:

- Editoren zur Erstellung der Dokument-Komponenten.
- Editor zur Layoutgestaltung der Dokumente (Montage).
- Importfilter zur Dokumentenanalyse und Erzeugung entsprechender Domänenobjekte.

4.1 Editoren zur Erstellung und Bearbeitung von Dokument-Komponenten

Korrespondierend zu den in Kapitel 2 vorgestellten Diensten existieren folgende Dokument-Komponenten.

Formatierter Text

Formatierter Text ist mittels HTML direkt beschreibbar. In HTML können unterschiedliche Textformate, Schriftgrößen, Schriftarten usw. dargestellt und über Formatvorlagen (Cascading-Style-Sheets) verändert werden. Die dargestellten Informationen können als Hyperlinks auf weitere Informationen verweisen. Gleichzeitig ist die Integration von Grafiken sowie weiteren Objekten in das Dokument möglich. Diese Eigenschaft wird zur integrierten Darstellung der nachfolgenden Dokumentkomponenten genutzt.

Zur Bearbeitung von HTML-Dokumenten stehen Editoren von unterschiedlichen Herstellern zur Verfügung.

Grafiken

Komponenten des Typs Grafik können in Form von Pixelgrafiken oder in Form von Vektorgrafiken vorliegen. Pixelgrafiken können mit Illustrationsprogrammen entworfen und bearbeitet werden. Diese werden dann in den im Internet gebräuchlichen Formaten GIF oder

JPEG repräsentiert. Für Vektorgrafiken existiert im Internet kein Standard, es existieren aber Produkte, die häufig im Internet genutzt werden. Für diese stehen Editoren zur Verfügung.

Animationen

Animationen stellen in der Regel bewegte Vektorgrafiken oder Pixelgrafiken dar und werden mit Hilfe von entsprechenden Editoren erstellt und bearbeitet.

Video

Die Bearbeitung von Videos erfolgt durch spezialisierte Videoschnitt- und Captureprogramme, die die Signale von Kameras bzw. Videorecordern nutzen. Ergebnis des Bearbeitungsprozesses sind die in Internetbrowsern genutzten Videoformate wie MPEG, MOV oder AVI.

Interaktionen

Für den Bereich der Interaktionen und deren Auswertung liegen keine oder nur eingeschränkt einsetzbare Produkte vor. Entsprechende Komponenten sind daher auf Basis von Java-Klassen zu realisieren. Interaktionen können über Eigenschaften spezieller Interaktions-Klassen parametrisiert oder in Java-Entwicklungsumgebungen aufbauend auf entsprechenden Klassenbibliotheken erstellt werden. Durch Nutzung der Java Beans Architektur können grundlegende Interaktionsbeans in sogenannten „bean boxes“ zu fertigen Interaktionen grafisch „montiert“ werden. Als Editor für die parametrisierbaren Interaktionsklassen können wiederum HTML-Editoren verwendet werden. Diese sollten, um die Integration neu entwickelter Komponenten der ILU zu erleichtern, über eine entsprechende Schnittstelle erweiterbar sein.

4.2 Editoren zur Gestaltung des Layouts und Montage der Dokumentkomponenten

Die Integration der Dokumentkomponenten erfolgt durch HTML-Dokumente, die mittels HTML-Editoren erstellt werden.

Gestaltung des Layouts

Dem Layout eines Dokuments kommt unter mediendidaktischen Gesichtspunkten eine große Bedeutung zu. Um eine genaue Positionierung der Komponenten zu ermöglichen, können unterschiedliche Techniken von HTML genutzt werden: die Positionierung über Tabellen besitzt den Vorteil einer größeren Kompatibilität gegenüber älteren Browsern, die Gestaltung mit Hilfe von Layern ermöglicht mehr Flexibilität der Präsentation bezüglich eines dynami-

schen Aufbaus der Präsentation. Beide Methoden sollten von dem einzusetzenden Editor unterstützt werden.

Site- und Ressourcenmanagementtools

Viele HTML-Editoren stellen Tools zur Verfügung, die die Verwaltung der Struktur mehrerer HTML-Dokumente ermöglichen. Mit Hilfe dieser Tools wird die Referenzierung zwischen den HTML-Dokumenten erleichtert. Inkonsistente Referenzen zwischen den Dokumenten werden durch die grafische Darstellung der Struktur vermieden oder durch entsprechende Funktionen aufgespürt.

Die Montage der Komponenten eines Dokumentes wird über eine Ressourcenverwaltung erleichtert. Hierdurch kann auf externe Ressourcen wie z.B. Grafiken oder Videos zugegriffen werden. Änderungen an diesen Ressourcen werden in den verwalteten HTML-Dokumenten konsistent gehalten.

4.3 Importfilter für HTML-Dokumente

Die mittels der Editoren erstellten Dokumente werden von einem Importfilter in persistente Instanzen von Domänenobjekten überführt. Diese stehen auf dem Server zur Verfügung.

Zur Laufzeit instantiiert ein Domänenobjekt ein Kommunikationsobjekt und realisiert somit den entsprechenden Dienst.

5 Interoperabilität der ILU mit den Systemen der Projektpartner

Die Integration von Diensten der verschiedenen Teilprojekte wird mittels CORBA realisiert. Die Kommunikation zwischen diesen Diensten wird über IIOP (Internet Inter ORB Protocol von CORBA) durchgeführt. Hierdurch wird ein flexibles Netzwerk von Diensten errichtet, die von den Teilprojekten genutzt werden können.

5.1 Zur Verfügung gestellte Dienste und Komponenten

Alle Dienste der ILU können prinzipiell durch Einbindung entsprechender Communication Objects von Dritten genutzt werden. So könnte z.B. eine bestimmte Interaktion zur Produktionsprogrammplanung in beliebige HTML-Dokumente durch ein entsprechendes Java-Applet integriert werden.

Weiterhin bietet die ILU ihre Dienst-Klassen, wie z.B. ein Experimentierwerkzeug Lineare Programmierung zur Nutzung an.

5.2 Nutzung von Diensten der Teilprojekte

Im Gegenzug können Dienste der anderen Teilprojekte genutzt und in die Lernumgebung integriert werden, wie Abbildung 10 zeigt.

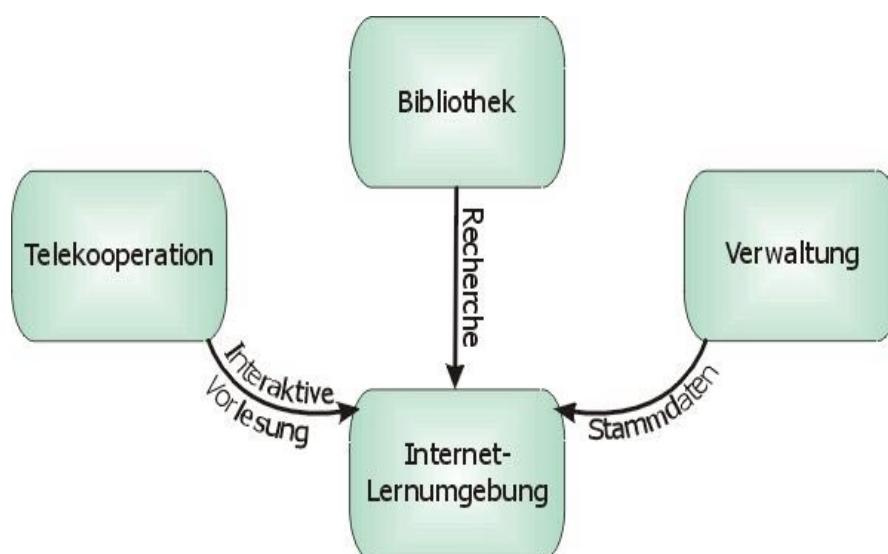


ABBILDUNG 10: NUTZUNG VON DIENSTEN

Telekooperation (Prof. Bodendorf, Nürnberg)

In die Lernumgebung können interaktive Vorlesungen des Teilprojektes „Telekooperation“ integriert werden. Diese werden synchron übertragen oder als gespeichertes Video abgerufen.

Bibliothek (Prof. Heinzl, Bayreuth)

Die ILU unterstützt Lerner bei der aktiven Informationssuche durch Integration der Dienste des Teilprojektes „Bibliothek“.

Verwaltung (Prof. Lehner, Regensburg)

Recherchen zu weiterführenden Lehrangeboten können z.B. über virtuelle Vorlesungsverzeichnisse aus dem Teilprojekt „Verwaltung“ unterstützt werden. Weiter sind die Nutzung der Stammdaten eines Studenten sowie Authentifizierungsdienste denkbar.

6 Projektplanung

Das Projekt wird auf Grundlage des Prototyping-Projektmodells durchgeführt. Technische sowie fachliche Anforderungen und Lösungsverfahren werden abwechselnd formuliert, mittels Prototypen evaluiert und weiter verfeinert.

Folgende Evaluations-Prototypen sind realisiert:

- Kommunikation: Chat-System

- Interaktion: Multiple/Single-Choice und freie Texteingabe mit Rechtschreibtoleranz
- Werkzeuge: mathematisch-analytische Modelle, z.B. das Andler-Modell
- Blocksteuerung zur dynamischen Darstellung von Präsentationsobjekten in DHTML (in Java und JavaScript)
- Verteilte Systeme in CORBA und RMI⁷
- Datenhaltung der Domänenobjekte in relationalen und objektorientierten Datenbankmanagementsystemen
- Grafische Benutzeroberflächen mit Hilfe der Swing-Bibliothek (Java)

Weitere Dienste und Prototypen sind in der Entwicklung.

Um die Eignung der konzipierten Architektur zur Entwicklung einer ILU zu evaluieren, wird eine prototypische Portierung der Windows-Lernumgebung „Buchführung“ durchgeführt. Weiter ist ein Prototyp einer ILU zum Thema „Produktionsmanagement“ in der Entwicklung.

7 Zusammenfassung

Der Begriff **Kompetenz** umfaßt das Wissen einer Person und ihre Fähigkeit, dieses Wissen für eine Problemlösung anzuwenden. Die skizzierten Internetlernumgebungen (ILUs) unterstützen Studierende gleichermaßen bei der Verfolgung der daraus resultierenden Teil-Lernziele „Erwerb von Wissen eines Fachgebietes“ und „Aufbau von Fähigkeiten zur Anwendung dieses Wissens“. Zum Kompetenzerwerb können die Phasen „Erwerb von Wissen“, „Beüben von Wissen“ und „Anwenden von Wissen in realen Situationen“ unterschieden werden. In den einzelnen Phasen nimmt ein Lerner verschiedene Rollen ein. Jede Rolle wird mittels den spezifischen Lernumgebungen „**Recherchierumgebung**“, „**Tutorumgebung**“ und „**Experimentierumgebung**“ unterstützt. Studierende nutzen diese aufeinander abgestimmten Teil-Lernumgebungen bei der Verfolgung ihrer individuellen Lernziele. Sie gestalten und lenken ihren Lernprozeß und nutzen dazu Planungswerkzeuge oder holen Beratungsleistung ein.

Zur Durchführung seines Lernprozesses nutzt ein Studierender die ILU-**Dienste** „Präsentation“, „Interaktion“, „Experimentierwerkzeug“, „Planungswerkzeug“ sowie „Kommunikation“. Diese erfüllen spezifische Aufgabenstellungen im Rahmen des Lernprozesses.

Die ILUs sind sowohl als im Internet verteiltes **Client-Server**-System wie auch als **Stand-Alone**-Lösung auf einem Windowsarbeitsplatzrechner einsetzbar. Die Architektur beruht auf einem verteilten **objektorientiertem** Entwurf unter Nutzung von eingeführten und standardisierten Architekturen und Basismaschinen wie dem ADK- und MVC-Modell, objektorientierten Datenbankmanagementsystemen, Java, HTML und HTTP sowie einer CORBA-

⁷ Abkürzung für Remote Method Invokation. Bestandteil des Entwicklungssystems von SUN für JAVA. Alternative zu CORBA.

Implementierung. Persistente **Domänenobjekte** repräsentieren serverseitig die ILU-Dienste und kommunizieren mit den Studierenden mittels **Kommunikationsobjekten**. Für die unterschiedlichen Plattformen stehen entsprechende spezifische Kommunikationsobjekte zur Präsentation der Domänenobjekte zur Verfügung.

Die konzipierte **Entwicklungsumgebung** verbirgt den ILU-Autoren die Komplexität der Architektur und ermöglicht ihnen die effiziente Erstellung von ILUs. Die Entwicklungsumgebung integriert soweit möglich zur Verfügung stehende HTML-Editoren und Werkzeuge zur Gestaltung von Grafiken, Animationen und Videos. Zur **Erstellung** einer ILU werden mittels HTML-Editoren entworfene HTML-Dokumente und ihre Komponenten von einem Importfilter in persistente Domänen Objekte übersetzt.

Die ILUs nutzen Dienste der Projektpartner wie Bibliotheksrecherche, Online-Vorlesung und Recherche von weiterführenden Lehrangeboten. Die ILUs ihrerseits bieten die beschriebenen Dienste wie Präsentation, Interaktion, Experimentier- und Planungswerkzeug an.

Entsprechend dem Prototyping Projektmodell werden die fachlichen und technischen Anforderungen der ILUs und ihrer Entwicklungsumgebung fortlaufend verfeinert, prototypisch implementiert und evaluiert.

Abbildungsverzeichnis:

ABBILDUNG 1: PHASEN DES KOMPETENZERWERBS.....	4
ABBILDUNG 2: LERNERROLLEN UND LERNUMGEBUNGEN.....	5
ABBILDUNG 3: AUFBAU EINER INTERNET-LERNUMGEBUNG	7
ABBILDUNG 4: MODELLBASIERTER PROBLEMLÖSUNGSPROZESS IN DER EXPERIMENTIERUMGEBUNG	9
ABBILDUNG 5: DIENSTE DER ILU.....	10
ABBILDUNG 6 BEISPIEL EINER MULTIPLE-CHOICE INTERAKTION	13
ABBILDUNG 7 ANDLER-MODELL.....	14
ABBILDUNG 8: ARCHITEKTUR EINER ILU.....	17
ABBILDUNG 9: TECHNISCHE ARCHITEKTUR EINER ILU	17
ABBILDUNG 10: NUTZUNG VON DIENSTEN.....	21