

LernInformationssysteme – Konzepte und Nutzen

M. Heydthausen, U. Günther

Multimediazentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

1 Einleitung

LernInformationssysteme (LIS) wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes „Entwicklung eines intranetbasierten Lern- und Erklärungssystems zur theoretischen und klinischen Kardiologie“ entwickelt. Trotz dieses primären Bezuges zur Medizin in ihrer Entwicklungshistorie wurden die LernInformationssysteme von Anfang an ohne Bindung an spezielles Fach konzipiert.

Ein LIS besteht aus zwei Anteilen, der Systemhülle und den fachspezifischen Inhalten. Mit dieser Globalstruktur ähnelt es am ehesten den Expertensystemen, bei denen man die so genannte Shell mit der Verarbeitungslogik und die eingebetteten Regeln unterscheidet. In diesem Sinne ist das LIS mit der Shell und die Inhalte (der Content) sind mit den Regeln gleichzusetzen. Dass diese Analogie nicht nur auf den ersten Blick konstatiert werden kann, sondern auch einer weitergehenden Betrachtungsweise standhält, werden die nachfolgenden Abschnitte zum theoretischen Hintergrund zeigen.

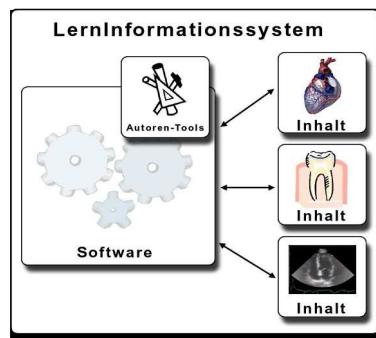


Abbildung 1: Aufgrund der Trennung von Systemhülle und Inhalten kann das LIS auch für andere Wissensgebiete eingesetzt werden

An der Heinrich-Heine-Universität sind derzeit mehrere LernInformationssysteme aus unterschiedlichen Fächern in Betrieb oder im Aufbau befindlich: Kardiologie, Physiologie, Pharmakologie, Zahnmedizin, Geografie, Medieninformatik, Geschichte. Die Beispiele dieses Aufsatzes sind den Bereichen Geografie und Kardiologie entnommen.

Vor der Erläuterung der Konzepte und des theoretischen Hintergrundes wollen wir anhand eines Schichtenmodells zu E-Learning zunächst die Positionierung der LernInforma-

tionssysteme erklären. Die nachstehende Abbildung zeigt das Schichtenmodell mit sechs Schichten.



Abbildung 2: Das Schichtenmodell zu E-Learning

Im Einzelnen sind den Schichten die nachstehenden Funktionen zugewiesen:

1. Technik: Die Hardware der Lernumgebung, die Netzwerkinfrastruktur aber auch die Infrastruktur für die Medienerstellung und Nachbearbeitung.
2. Content: Module, Assets, SCO (Sharable Content Objects) als Repräsentation von Inhalts-Elementen.
3. Ontologie: Sammlung von Benennungen und Beschreibungen der Anwendungsdomäne, z.B. Schlagworte zur Beschreibung des Content. Notwendig zum Austausch von Wissen. Grundlage des Wissensmanagement.
4. LernInformationssysteme: Definition verschiedener Nutzungsszenarien (Pull / Push). Strukturierung und Wiederverwendung des Content, angepasst an das individuelle Vorwissen der Lerner.
5. Lern-Managementsysteme: Learning-Management-System zur Verwaltung der Inhalte, Lerner, Autoren und Kurse.
6. Konzeptionelle Ebene: Es handelt sich um eine rein beschreibende, d.h. auch nicht-technische Ebene. Gemeint ist z. B. das E-Learning Konzept einer Hochschule. Im einzelnen gehören dazu: Grundsatzentscheidungen (Ergänzung statt Ersetzung, Bewahrung vorhandener Szenarien und Materialien), Strategien zur Optimierung von Autorenprozessen, Vorhaltung von Autorenwerkzeugen (Editoren), Erarbeitung von didaktischen und gestalterischen Styleguides. Evaluation und Wirksamkeitsforschung. Verbindung von systematischem und fallorientiertem Lernen.

Die LernInformationssysteme sind in der Schicht 4 positioniert. Gemäß ihrer Konzeption heben sie sich deutlich von den Lern-Managementsystemen ab (Schicht 5), bei denen die administrativen Funktionalitäten stark betont sind. LIS sehen ihren Schwerpunkt in

der flexiblen und größtenteils dynamischen Bereitstellung von unterschiedlichen Anwendungsszenarien für den Lernenden. Bei diesen didaktischen Anwendungsszenarien werden beiden Typen, Push- und Pull-Szenarien unterstützt:

- Push-Szenarien beschreiben das Pushen (=Drücken) von Lerninhalten vom Lehrer hin zum Lernenden. Dieses Szenario beschreibt die primäre Aktivität des Lehrers. Die Kompetenz des Lernenden besteht im nachdenkenden, verstehenden Aufnehmen der vom Lehrer vorstrukturierten und vorgetragenen Informationen.
- Davon unterscheidet sich das Pull (=Ziehen) -Szenario. Der Lernende benutzt Lernmaterialien für selbst organisierten und eigenverantwortliche Lernprozesse. Zu den Kompetenzen des Begreifens und Nachdenkens kommt das Strukturieren und Navigieren.

Die Ergebnisse der Prozesse im LIS sind in aller Regel Sequenzen von Lernmodulen, die an die reinen Managementsysteme weitergereicht werden. Soweit das LMS Quasistandards wie AICC oder SCORM unterstützt, können diese zur Übergabe der Materialien genutzt werden. Damit ist die Schnittstelle zwischen LIS und LMS wohl definiert.

2 LernInformationssysteme

Die Funktionsweise des LernInformationssystems beruht auf wenigen wesentlichen Teilstrukturen:

- Wissens- und Fragemodule zusammen mit ihren logischen Beschreibungen, den so genannten Vor- und Nachbedingungen,
- Präsentationsschemata,
- Datenstrukturen zur Speicherung des individuellen Lernstatus eines jeden Lernalters.

Bevor wir diese Anteile erklären, möchten wir kurz auf das theoretische Grundkonzept der LernInformationssysteme eingehen.

2.1 Die Theorie

Die theoretische Konzeption des LernInformationssystems basiert auf zwei Methodiken zur Definition der Semantik von Programmiersprachen:

- dem operationellen Ansatz, der Bedeutung als Transformation von Zuständen begreift und
- der axiomatischen Methode, die diese Zustände nicht explizit benennt, sondern Aussagen über die Zustände als Konstruktionsmerkmale verwendet

Betrachten wir dazu die nachstehende Abbildung. Auf der linken Seite sehen Sie ein Programm, das als Ergebnis in der Variablen P das Produkt der Werte von A und B berechnen soll. Das operationelle Modell definiert nun die Bedeutung des Programms als die Transformation des Anfangszustandes A in den Endzustand Z. Die Zustände kann man ansehen als die Menge der Speicherplätze, die das Programm benötigt, zusammen mit deren aktuellen Werten. Der Anfangszustand ist gekennzeichnet dadurch, dass alle Speicherplätze

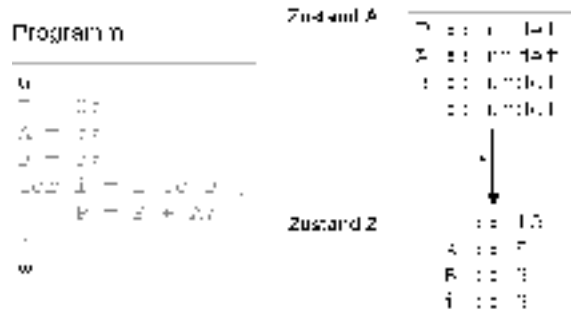


Abbildung 3: Die Bedeutung eines Programms als Transformation von Zuständen

zunächst undefiniert sind. Im Laufe der Berechnung nehmen sie definierte Werte an, bis schließlich der Endzustand erreicht ist.

Über das Modell der Zustandstransformation lässt sich nicht nur die Bedeutung eines Programms erklären, sondern auch die Bedeutung einer einzelnen Anweisung in einem Programm: auch eine Einzelanweisung (ein so genanntes Statement) transformiert Zustände.

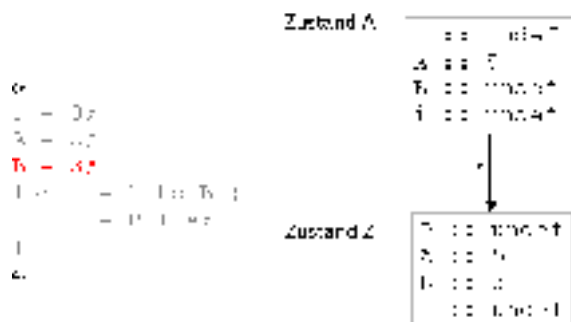


Abbildung 4: Die Bedeutung eines Statements als Transformation von Zuständen

Formal drückt man dies so aus: $f[s](z_1) = z_2$, wobei s ein Statement bezeichnet und z_1 bzw. z_2 Zustände darstellen, z_1 den Ausgangszustand und z_2 den Folgezustand.

Die axiomatische Methode basiert bzgl. ihrer Aufschreibung auf den sog. Hoare'schen Tripeln $\{P\} s \{Q\}$. s benennt wiederum ein Statement s , während P und Q zugesicherte Eigenschaften des Anfangs- bzw. Endzustandes sind.

Die grundsätzliche Auffassung des Wesens von Bedeutung ist identisch: Transformation von Zuständen. Details zu den Definitionen von Hoare finden sich beispielsweise in [ALBER, 1988].

Der Leser wird sich fragen, wozu dieser Ausflug in die theoretische Informatik am Beginn eines Textes zu Lernsystemen dient? Der Grund ist, dass die Grundkonzeption des

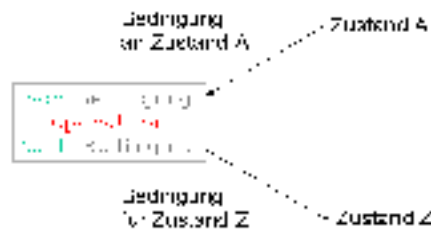


Abbildung 5: Das Modell von Hoare

beschriebenen LernInformationssystem im wesentlichen auf das Modell von Hoare zurückführbar ist. Die Analogie wird in der folgenden Abbildung gezeigt:



Abbildung 6: Die Analogie Operation / Lerncontent

Das Statement s einer Sprache (eine Operation) transformiert den Ausgangszustand z_1 einer abstrakten Maschine in den Folgezustand z_2 . Analog überträgt ein Lerninhalt s den Wissenszustand w_1 eines Lerner in den Zustand w_2 . Mehr noch: Damit der Lerner den Lerninhalt s aufnehmen kann, muss er sich im Zustand w_1 befinden.

$\{w_1\}s\{w_2\}$ ist Element einer formalen Basisdidaktik: Der Verfasser von s muss sich nicht nur Gedanken darüber machen, welchen Stoff er vermittelt, sondern auch darüber „wo er den Lerner (wissensmäßig) abholt“.

2.2 Ein Beispiel

Da das oben beschriebene Konzept für das Verständnis der Funktionalität von LernInformationssystemen von grundlegender Bedeutung ist, wollen wir es mit einem Beispiel verdeutlichen:

Ein Autor des Lernsystems „Digitale Photogrammetrie“ möchte in einem Modul Wissen über die „geometrische Rekonstruktion des Aufnahmevorgangs“ vermitteln. Damit ist der Inhalt des Wissensmoduls prototypisch festgelegt. Details dazu gibt der Autor folgendermaßen an: Kenntnisse über die innere und äußere Orientierung und über Passpunkte. Zur

Visualisierung entwirft und realisiert der Autor eine multimediale Lerneinheit, die dieses Wissen vermittelt. In einem „normalen“ Lernprogramm wäre mit diesen Schritten das Wesentliche getan, nicht in LernInformationssystemen. Hier muss der Autor zusätzlich beschreiben, auf welchen Wissenszustand des Lerners er Bezug nehmen möchte und wie er diesen Zustand durch die vorliegende Lerneinheit verändert. Er formuliert also additiv zum Lerncontent die so genannte Vorbedingung und die Nachbedingung. Beide Bedingungen kann man sich in erster Näherung durch Mengen von Stichworten repräsentiert denken. Ein Wissensmodul besteht folgerichtig immer aus drei Anteilen: Vorbedingung, (multimedialer) Lerncontent und Nachbedingung. Im gewählten Beispiel der „geometrischen Rekonstruktion des Aufnahmevorgangs“ könnte eine vollständige Beschreibung des Wissensmoduls so aussehen:



Abbildung 7: Das Modul „Geometrische Rekonstruktion des Aufnahmevorgangs (Bildorientierung)“

Auf die Einzelheiten dieser Konzepte wird im Folgenden eingegangen.

2.3 Die Komponenten des LernInformationssystems

2.3.1 Wissens und Fragemodule

Wissensmodule bestehen neben dem multimedial aufbereiteten Hauptteil aus der Vorbedingung und der Nachbedingung. Die Vorbedingung erklärt, über welches Wissen der

Lernende verfügen muss, um die Darbietung des Hauptteils zu verstehen. In der Nachbedingung wird beschrieben, welches Wissen durch den Hauptteil vermittelt wird. Die Nachbedingung definiert damit den Zuwachs an Wissen.

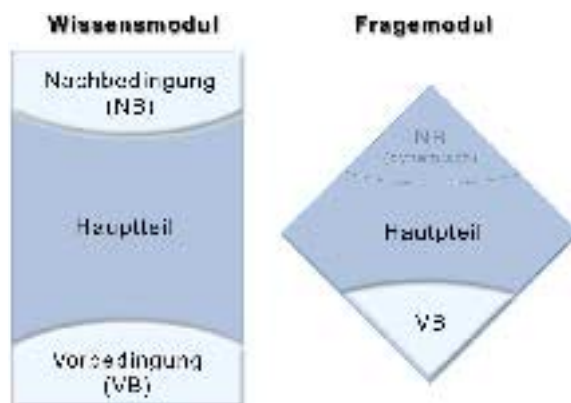


Abbildung 8: Die Inhalte innerhalb des LIS sind in den Wissens- bzw. Fragemodule enthalten

Wie in der Einleitung bereits dargelegt, werden mit dem Konstrukt des Wissensmoduls die Grundideen der operationellen Semantik aufgegriffen. Über die Koinzidenz von Vor- und Nachbedingungen können sich Module zu implizit definierten Netzwerken anordnen. Die Formalisierung der Module erlaubt auch eine formale Qualitätskontrolle, die z.B. Untersuchung auf Zyklenfreiheit, Isoliertheit, nicht erklärte Begriffe und Zielbegriffe beinhaltet.

Auf ähnliche Weise können Fragemodule strukturiert und so mit den Wissensmodulen verbunden werden. Die Vorbereitung eines Fragemoduls beschreibt das Wissen, das durch den Hauptteil der Frage überprüft wird, die Nachbedingung setzt der Lernende dynamisch durch die Beantwortung der Frage und das so offenbarte Wissen bzw. Nichtwissen. Die Differenz zwischen Vor- und Nachbedingung kann man zur gezielten Ansteuerung von Wissensmodulen (und damit zur erklärenden Abdeckung des Wissensdefizits) verwenden.

2.3.2 Präsentationsschemata

Da der Distributionsraum der Wissens- und Fragemodule das Intra- bzw. Internet sein soll, ist die inhaltliche und formale Gestaltung der Hauptteile von Wissens- und Fragemodulen an diesem Darstellungsraum orientiert. Ebenso können alle Mediendarstellungen verwendet werden, die über das Intranet distribuiert und über einen herkömmlichen Browser neuer Generation dargestellt werden können. Damit aber die Präsentation der Inhalte in einem didaktisch vernünftigen Rahmen erfolgen kann, ist die Einbindung von Präsentationsschemata vorgesehen, die den hohen Freiheitsgrad der insgesamt möglichen Darstellungsarten auf ein akzeptables (aber frei definierbares Maß) reduzieren. Präsentationsschemata stellen somit die Oberflächen-Kohärenz der Module bei verschiedenen Autoren sicher.

Erreicht wird dies dadurch, dass die Präsentationsschemata über XML definiert sind. Die XML-immanente Trennung von Inhalt und Darstellung (siehe [2] und [6]) erlaubt den Autoren, sich auf die Präsentation des Inhaltes zu konzentrieren, während reine Darstellungsfragen (z.B. die Transformation in eine spezielle HTML-Struktur) vom System zu einem späteren Zeitpunkt erledigt werden. Die Verwendung von Stylesheets bei der Transformation sichert letztendlich die gewünschte Oberflächen-Kohärenz. Die nachstehende Abbildung macht dies deutlich: Der Hauptteil eines Moduls (Frage- oder Wissensmodul) wird strukturell über eine XML-Datei repräsentiert, die in einem zweiten Schritt in ein darstellbares Format transformiert wird.

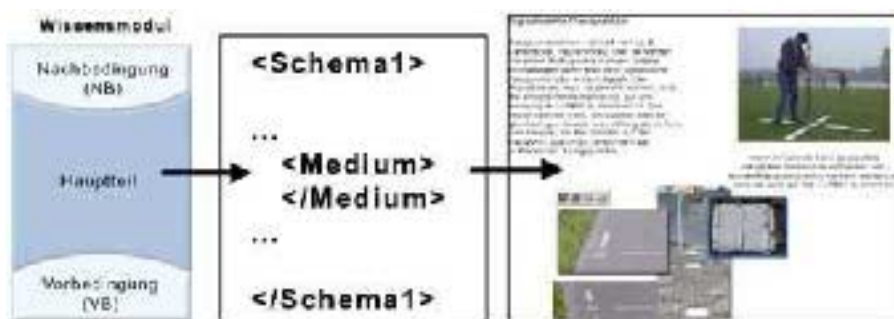


Abbildung 9: Dem Hauptteil des Moduls wird ein XML-Präsentationsschema zugeordnet

2.3.3 Vor- und Nachbedingungen

Über die konkrete Ausgestaltung der Vor- und Nachbedingungen wurden bislang keine Aussagen gemacht. Nach der grundsätzlichen Konzeption des Systems besteht hier auch größtmögliche Freiheit. Die Formulierung der Bedingungen kann variieren zwischen einer konkreten Angabe von Zuständen und einer Ansammlung von zugesicherten (d.h. entscheidbaren) Aussagen über Zustände. Insbesondere können natürlich aussagenlogische oder prädikatenlogische Ausdrücke Verwendung finden.

Im einfachen Fall kann die Beschreibung eines Zustandes aber lediglich aus einer Menge von Stichworten bestehen, die einem offenen oder geschlossenen Thesaurus entnommen sind. Gerade Anwendungen im Bereich der Medizin werden auf diese Möglichkeit zurück greifen. Wird ein Thesaurus verwendet, so hat er funktional normativen Nomenklaturcharakter. Seine Wohldefiniertheit ist für die einwandfreie Funktion des Systems von ausschlaggebender Bedeutung. In der Medizin kann man beispielsweise an die Anwendung des MeSH (Medical Subject Headings) denken. Dieser Code der U.S. National Library of Medicine (NLM) ist allgemein anerkannt und hat zudem den Vorteil, dass er in Form eines polyhierarchischen Netzes strukturiert ist.

Die im Rahmen des Projektes „Koronare Herzkrankheit“ vorgenommene Realisierung basiert auf der Verwendung von Stichworten aus einem Thesaurus zur Formulierung von Vor-

und Nachbedingungen. Ein Wissensmodul w_i zeigt sich in der Notation als Hoare'sches Tripel deshalb so: $\{vk_{i1}, vk_{i2}, \dots, vk_{ip}\}w_i\{nk_{i1}, nk_{i2}, \dots, nk_{iq}\}$, ein Fragemodul f_j in der Form $\{vk_{j1}, vk_{j2}, \dots, vk_{jr}\}f_j\{dyn\}$.

2.3.4 Speicherung des Lerner-bezogenen Wissens

Das Lerner-bezogene Wissen wird hinterlegt in Form der Einträge aus den Nachbedingungen von Wissensmodulen, die der Lerner durchgearbeitet hat. Nach (inkorrekt) Beantwortung einer Frage wird die Differenz zwischen Vor- und Nachbedingung des Fragemoduls aus dem lernerbezogenen Wissen entfernt.

2.4 Vernetzung der Module

Durch die Beschreibung der Module mit Vor- bzw. Nachbedingungen ergibt sich eine implizite logische Vernetzung der Module untereinander. Innerhalb dieses Netzwerkes sind zwei Module miteinander verbunden, wenn die Nachbedingung des einen und die Vorbedingung des anderen Moduls gemeinsame Beschreibungselemente enthalten:

$\{vk_{i1}, vk_{i2}, \dots, vk_{ip}\}w_i\{nk_{i1}, nk_{i2}, \dots, nk_{iq}\}$ und $\{vk_{j1}, vk_{j2}, \dots, vk_{jp}\}w_j\{nk_{j1}, nk_{j2}, \dots, nk_{jq}\}$, sind implizit vernetzt (in Zeichen „->“), genau dann, wenn der Durchschnitt von $\{nk_{i1}, nk_{i2}, \dots, nk_{iq}\}$ und $\{vk_{j1}, vk_{j2}, \dots, vk_{jp}\}$ nicht leer ist. Zu „->“ gibt es eine analog definierte symmetrische Relation „<-“.

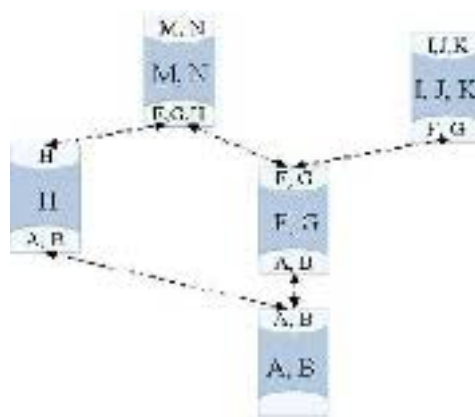


Abbildung 10: Durch die Vor- und Nachbedingungen sind die Module nicht explizit sondern implizit verknüpft

Die beiden wichtigsten Aspekte dieser Vernetzung seien nochmals besonders herausgestellt:

- Die Vernetzung ist **implizit**. Kein Autor muss einen expliziten Verweis auf eine andere Wissensentität vergeben und pflegen. Wird eine Wissensentität gelöscht, steht sie auch für Vernetzungen nicht mehr zur Verfügung, es gibt auch keinen „Verweis“, der trotz der Löschung noch auf sie zeigen könnte. Ändert ein Autor die logische Beschreibung seines Moduls, so kann er damit das Modul innerhalb des Netzes neu einordnen.
- Die Vernetzung ist **symmetrisch**. Damit besteht nicht nur die Möglichkeit, auf eine Wissensentität (implizit) zu verweisen, jeder Autor hat auch die Möglichkeit, sein Modul aktiv in das Netzwerk der Module einzubauen, mit anderen Worten: auf sein Modul (implizit) verweisen zu lassen. Die Technik der impliziten Verweise grenzt die LernInformationssysteme auch sehr bewusst von den so genannten hypertextbasierten Systemen (siehe etwa [9]) ab.

In der folgenden Abbildung wird dies an einem Beispiel gezeigt. Im Mittelpunkt steht ein Modul mit dem Namen „EKG-Veränderungen bei Myokardischämie“ aus dem LernInformationssystem Kardiologie.

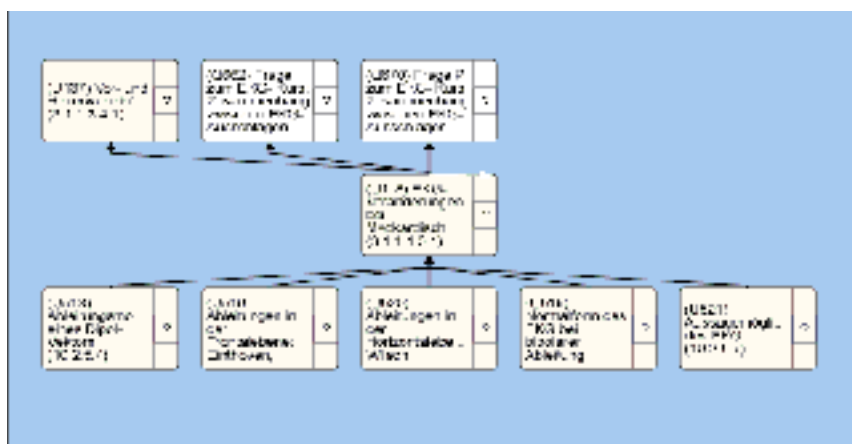


Abbildung 11: Einzelne Wissensmodule werden durch Vor- und Nachbedingungen implizit miteinander vernetzt. Alle Begriffe entstammen einem Thesaurus

Die entstandene Netzwerkstruktur kann durchaus im Sinne einer Basisdidaktik verstanden werden: Fragemodule und Wissensmodule untereinander sind im Sinne von „Erklärbarkeit“ verbunden. Zusätzlich kann man parallele Wissensmodule oder parallele Lernsequenzen aufbauen, die sich z. B. durch den Schweregrad unterscheiden oder durch die Zielgruppe, an die sie sich richten. Generell können die Wissensmodule durch eine Reihe von Attributen gekennzeichnet sein, wie sie z. B. in den Normentwürfen nach IEEE 1484 vorgesehen sind. Diese Attribute können Lehrende und Lernende bei ihrem Zugriff auf die Module verwenden (z. B. Schweregrad, Sprache des Moduls). Durch diese Filterung können aus einer großen Menge von passenden Modulen die individuell gewünschten selektiert werden. Die Modularisierung erleichtert die Aktualisierung

der Wissensbasis. Ein Wissensmodul kann unter Beibehaltung seiner Metabeschreibung verändert oder ausgetauscht werden. „Fremdwissen“ kann in Wissensmodule als Container eingebracht und mit einer Metabeschreibung versehen werden. Danach steht es im LernInformationssystem konsistent als Lernmaterial zur Verfügung.

3 Nutzungsszenarien

Der vorliegend beschriebene Ansatz versucht in seiner medienpädagogischen Konzeption zweierlei: die Integration didaktischer Grundfunktionen für multimediales Lernen und die Umsetzung aller Funktionalitäten, die sich aus der oben beschriebenen Grundstruktur des LernInformationssystems zur Unterstützung von Lehrenden und Lernenden ableiten lassen.

Zu den didaktischen Grundfunktionen gehören insbesondere die Anreicherung von Unterrichtsmaterialien durch Kombination mehrerer Medien, insbesondere durch die Verwendung reichlich vorhandenen Bewegtbildmaterials aus der klinischen Routine und die Animation um Unsichtbares verständlich zu machen und abstrakte Modelle zu visualisieren. Ferner soll jeder Lernende in seinem individuellen Lernprozess unterstützen werden, wozu insbesondere die Berücksichtigung seines individuellen Kenntnisstandes notwendig ist. Memorierendes, überprüfend repetierendes und entdeckendes Lernen soll gefördert werden. Durch die Möglichkeit der Problemlösung z. B. an klinischen Fällen wird auch das handlungsorientierte Lernen unterstützt.

Die wesentlichen Anwendungsszenarien ergeben sich aus den möglichen Resolutions- und Transformationsprozessen, die auf der Basis der eingeführten Grundkonstrukte möglich sind. In der nachfolgenden Aufstellung erweisen sich diejenigen Szenarien als besonders interessant, die auf der Ergänzung der Lücke zwischen zwei gegebenen Zuständen durch ein Netzwerk von Wissensmodulen beruhen. Da die Vor- und Nachbedingungen durch Stichwortmengen beschrieben sind, basiert die Formalisierung auf dem identischen Paradigma.

Sind zwei Zustände z_a als Ausgangszustand und z_z als Zielzustand gegeben, dann ist ein Netzwerk von Wissensmodulen gesucht, das mit seiner ersten Schicht von Modulen in z_a gründet und mit seiner letzten Schicht z_z überdeckt. Anwendungen dieses Algorithmus ergeben sich beispielsweise in der (erklärenden) Zusammenstellung von Wissensmodulen zu einer falsch beantworteten Frage, die durch ein Fragemodul repräsentiert wird.

3.1 Extraktion und Bereitstellung von Lernsequenzen

Die Konzeption des LernInformationssystems ermöglicht die Generierung von Lernsequenzen, die sich an den individuellen Lernzielen und Voraussetzungen des Lernenden orientieren. Lernsequenzen können fachspezifisch sein (z. B. nur Kardiologie) oder die Aspekte der Physiologie, Pharmakologie und/oder Kardiochirurgie berücksichtigen. Bei Lernsequenzen soll man nicht nur primär an Studierende, sondern ebenfalls, im Sinne der Aus- und Weiterbildung, an Assistenzärzte oder niedergelassene Ärzte denken.

Algorithmisch geschieht die Bereitstellung der Lernsequenz durch die Suche nach einer Struktur von Wissensmodulen, die sich einerseits an den spezifizierten Lernzielen und

andererseits an den im LernInformationssystem hinterlegten Vorkenntnissen eines Lernenden orientiert. Lernziele und Vorkenntnisse werden über die Einträge in den Thesaurus spezifiziert. Die gefundene Struktur von Wissensmodulen kann auf geeignete Weise linearisiert und damit sequenziert werden.

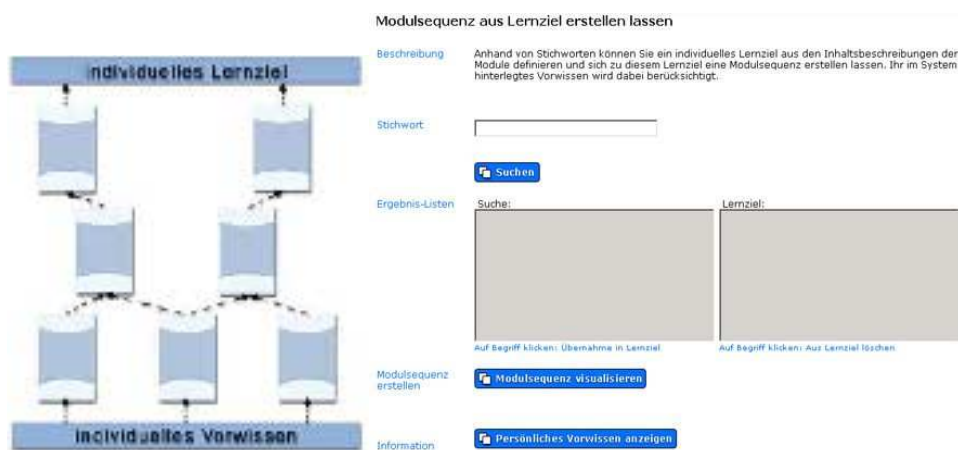


Abbildung 12: Aufgrund von individuellem Lernziel und individuellem Vorwissen wird eine persönliche Lerneinheit erstellt

3.2 LernInformationssystem mit geleiteter Navigation

Anhand der Nachbedingung kann man gezielt nach Wissensseinheiten suchen. Wie in allen anderen Anwendungsszenarien geschieht die Normierung der Nomenklatur über die Einträge in den Thesaurus. Sollten die Voraussetzungen des Suchenden zum Verstehen der gefundenen Wissensseinheiten nicht ausreichen, können Erklärungen über die Vorbedingungen gesucht und angeboten werden. Diesen letzten Prozess kann man automatisieren, wenn man auf das im LernInformationssystem gespeicherte und aktualisierte Vorwissen eines Lerners zurückgreift. In diesem Sinne ist die Navigation zwischen dem Informationsbedarf und dem Vorwissen eines Lerners algorithmisch geleitet.

3.3 Überprüfungs- und Erklärungssystem

Das skizzierte LernInformationssystem kann durch die Integration der Abfragemodule als wissensbasiertes Abfrage- und Erklärungssystem genutzt werden. Durch die Beantwortung einer Frage setzt der Lernende dynamisch eine Nachbedingung. Die Differenz zwischen Vor- und Nachbedingung des Abfragemoduls definiert den Erklärungsbedarf. Dadurch ist jede Frage dynamisch mit Wissensmodulen vernetzt. Aus dem Erklärungsbedarf und dem gespeicherten Vorwissen des Lernenden kann die Antwort auf jede Frage mit einer (oder mehreren) Erklärungssequenzen versehen werden. So entsteht ein Nutzungsszenario für das Lernsystem, das von Fragen und Überprüfungen ausgeht. Bei Studenten

dürfte dies die Motivation erhöhen mit Lernsystemen umzugehen, da Fragen unmittelbar mit der Klausur- bzw. Examenssituation verbunden sind.

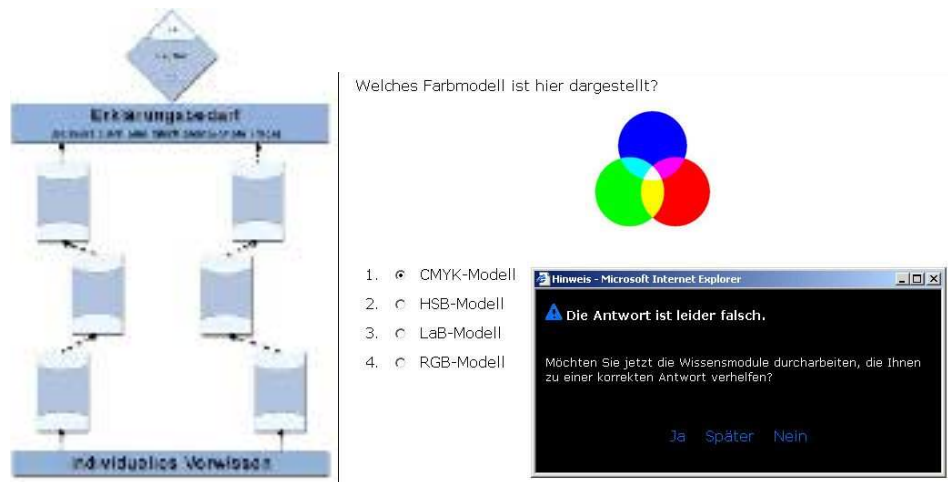


Abbildung 13: Aufgrund einer falsch beantworteten Frage wird ein Geflecht von erklärenden Wissensmodulen bereit gestellt

3.4 Kurse

Die so genannten „Kurse“ sind eine Möglichkeit, bestehende Module (Wissens- und Abfragemodule) in eine feste Struktur einzubetten. Verbindende Relation ist die Beziehung „muss gelernt (durchgearbeitet) werden vor“.

Die Kursstruktur ist nicht linear, wie das kleine Beispiel in Abbildung 6 bereits zeigt. Vielmehr bilden die Module als Knoten mit der o.g. Relation als Kantenrelation einen azyklischen Graphen. Die Kanten sind gewichtet. Diese Gewichte werden zur Priorisierung von Wegen des Graphen herangezogen. Bei gleichen Gewichten hat der Nutzer die Möglichkeit zur Auswahl. Die Kursstruktur wird bei falsch beantworteten Fragen verlassen. Dann tritt die Funktionalität des Szenario 3.3 (Überprüfungs- und Erklärungssystem) in Kraft und leitet den Lernenden auf die Erklärungsmodule. Nach der Abarbeitung dieser Module kehrt das System zur definierten Kursstruktur zurück.

3.5 Fallorientiertes Lernen

Die bislang vorgestellten Anwendungsszenarien entstammen alle dem so genannten systematischen Lernen. Daneben ist – insbesondere in der Medizin – das problem- und fallorientierte Lernen von großer Wichtigkeit (siehe z. B. [3] sowie [8]). Alleine die Begriffs-differenzierung macht deutlich, dass das so genannte systematische und das fallorientierte Lernen unterschiedlichen didaktischen Strömungen entstammen. Die Differenzierung

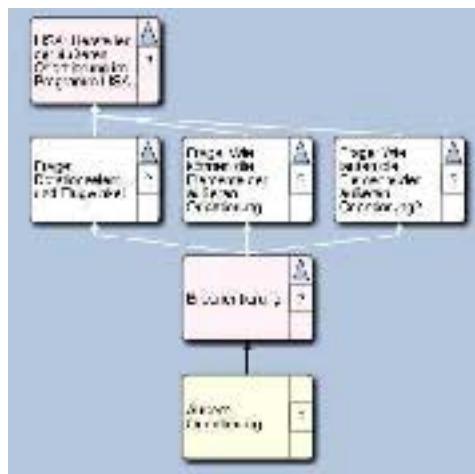


Abbildung 14: Ausschnitt aus der Struktur eines Kurses

setzt sich fort in der Unterschiedlichkeit der Lernsysteme und Lernumgebungen, in denen die verschiedenen Ansätze ablaufen: „Systematische“ Lernumgebungen vernachlässigen in aller Regel den fallorientierten Ansatz, Systeme mit stark fallorientierter Ausrichtung lassen zumeist die systematische Aufarbeitung des Wissens vermissen, das den bearbeiteten Fällen zu Grunde liegt.

Eine Lösung dieses Problems kann gefunden werden durch die Anbindung des Schemas MedicCaseML an die LernInformationssysteme. MedicCaseML wurde an der Universität Regensburg im Projekt MedicDAT entwickelt. Dieses XML-Schema wurde speziell zur Darstellung medizinischer Lernfälle in der medizinischen Aus- und Weiterbildung entwickelt (siehe z.B. [7]). Über MedicCaseML können die Daten der Fälle zwischen (fallbasierten) Systemen ausgetauscht werden. Die Verarbeitungslogik wird im MedicCaseML-Schema weder dargestellt noch implizit abgebildet, sondern muss vom einlesenden System aufgeprägt werden.

An dieser Stelle kommt die Kombination mit den LernInformationssystemen zum Tragen. Den Wissensmodulen im LernInformationssystem werden wohldefinierte Teile des MedicCaseML-Schemas als Visualisierungsschema zugeordnet. Diese Anteile sind die so genannten <caseUnit>-Elemente, in denen die Daten des Falles wohlstrukturiert und klassifiziert dargestellt sind. Diese Basisstrategie (<caseUnit> als Visualisierungsschema zu einem Modul) kann nun, zusammen mit den Resolutions- und Transformationsprozessen in LernInformationssystemen zu unterschiedlichen Realisierungen von Fällen in einem LIS verwendet werden. Diese unterschiedlichen Methoden der Repräsentierung von Fällen bedingen auch Unterschiede hinsichtlich der Verknüpfung von fallorientierten und systematischen Lernentitäten.

Ein Fall entspricht einem Wissensmodul

Das gesamte MedicCaseML-Schema dient als Visualisierungsschema für das Fall-Wissensmodul. Die Funktionalität der Falllösung ist integriert in die Transformation des Visualisierungsschemas in ein darstellbares Format. Diese Methodik der Fallrepräsentation ist leicht und schnell realisierbar und garantiert damit eine sofortige Verfügbarkeit von Fällen im LernInformationssystem.

Ein Fall entspricht einem Kurs

Bei dieser Variante der Fallrepräsentation wird jede <caseUnit> des MedicCaseML-Schemas als eigenes Visualisierungsschema einem Wissensmodul zugeordnet. Alle Module werden vom übernehmenden Autor in einen Kurs integriert (siehe Szenario 4 in Abschnitt 3). Dieser Kurs definiert die (optimale) Abarbeitung des Falles und der Autor kann zusätzlich didaktisch gewünschte Ergänzungen aus eigener Sicht, z. B. durch ergänzende Frage- oder Wissensmodule einarbeiten. Damit geht der Fall des LernInformationssystems inhaltlich und strukturell über den MedicCaseML-Fall hinaus.

Ein Fall wird dargestellt durch eine Menge von Modulen

In LernInformationssystemen sind die Wissensmodule durch die logische Beschreibung über Vor- und Nachbedingungen implizit miteinander vernetzt. Die semantische Vernetzung erlaubt insbesondere Verknüpfungen des „wenn/dann“-Typs und der zeitlichen Folge und Hierarchisierung. Da individuelle Zustände des Lernalters mit einbezogen werden, lassen sich individuelle Prozesse der Fallbearbeitung auf der Basis der Falldatendarstellung über MedicCaseML darstellen.

4 Realisierung und Tools

In seiner technischen Realisierung ist das LernInformationssystem als Client-Server-System ausgelegt. Die Server-Komponente besteht im wesentlichen aus einer objektorientierten Datenbank, in der die Wissens- und Abfragemodule, zusammen mit dem Thesaurus sowie den lernerbezogenen Informationen gespeichert sind. Die Präsentationsschemata sind als externe XML-Dateien abgelegt. Die Programmierung des LernInformationssystems liegt in Händen der Link & Link Software GmbH aus Dortmund.

4.1 Die Autorenumgebung

Die Werkzeuge für Lehrende und die Lernende bedienen sich herkömmlicher Browser, sind also vollständig in die „normale“ Internet- bzw. Intranettechnologie integriert. Für die Dozenten sind naturgemäß die Werkzeuge am wichtigsten, mit deren Hilfe wohldefinierte Wissensstrukturen innerhalb des LernInformationssystem aufgebaut werden. Wie in den einleitenden Beispielen bereits dargestellt wurde, beschränkt sich die Aufgabe der Dozenten nicht auf die Produktion von multimedial gestalteten Wissens- und Abfragemodulen und deren Einbettung in eine hierarchische Gliederung. Soll das volle Potenzial der LernInformationssysteme für die Lehrenden zur Verfügung stehen, müssen die Dozenten zusätzliche strukturierende Arbeiten ausführen. Für diese Aufgaben stehen ihnen in der Autorenumgebung die folgenden Werkzeuge zur Verfügung:

Leistung
Tool zur Definition der Wissens- und Abfragemodule und der Bearbeitung von Metavariablen
XML-Editor
Werkzeug zur Zusammenhangsanalyse bereits bestehender Module
Werkzeug zur Thesauruspflege
Werkzeug zur Erstellung von Kursen
Transformation von Powerpoint-Präsentationen in XML-Visualisierungsschemata

Tabelle 1: Autorenwerkzeuge

Von besonderer Relevanz für die Autorenarbeit ist natürlich der XML-Editor, mit dessen Hilfe die (multimediale) Gestaltung der Modul-Hauptteile vorgenommen wird (zum Prinzip der Zuordnung Modul – Visualisierungsschema vergleiche Abbildung 5). Im Gegensatz zu anderen verfügbaren XML-Editoren ist für den hier beschriebenen Einsatzzweck wichtig und notwendig, dass die XML-Strukturen direkt visualisiert werden und der Autor somit die unmittelbare gestalterische Kontrolle behält. Der Editor wurde von Link & Link speziell für das LernInformationssystem entwickelt. Die nachstehende Abbildung zeigt einen Screenshot des Editors: Man erkennt (neben der Menü- und Steuerliste) drei unterschiedliche Oberflächenbereiche:

- Der baumartig strukturierte Bereich links außen zeigt die aktuelle XML-Struktur.
- Darunter findet man den Eingabebereich für Tags und Attribute.
- Der größte Bereich (auf der rechten Seite) dient der direkten Visualisierung der links dargestellten XML-Struktur. Zur Visualisierung werden die gleichen Transformationen wie in der Lernumgebung verwendet. Zeitabhängige Medien wie Videos oder Animationen sind im Visualisierungsbereich direkt abrufbar.

4.2 Die Umgebung für die Lernenden

Die Werkzeuge für die Lernenden sind rein auswertender Natur und ermöglichen die Umsetzung der lernerrelevanten didaktischen Szenarien, insbesondere die Nutzung als abfragezentriertes Überprüfungs- und Erklärungssystem, die Nutzung als fallorientiertes Lernsystem, sowie die Nutzung als LernInformationssystem, das sich durch eine geleitete Navigation im Sinne der gleichzeitigen Berücksichtigung von Vorwissen und Informationszielen auszeichnet.

Gleichwohl sind auch didaktische Szenarien denkbar, in denen Lernende aktiv an der Definition von Lern- und Abfragemodule beteiligt sind, z. B. durch die studienbegleitende Erstellung von Seminaarausarbeitungen, Studienarbeiten, Diplomarbeiten oder Dissertationen.

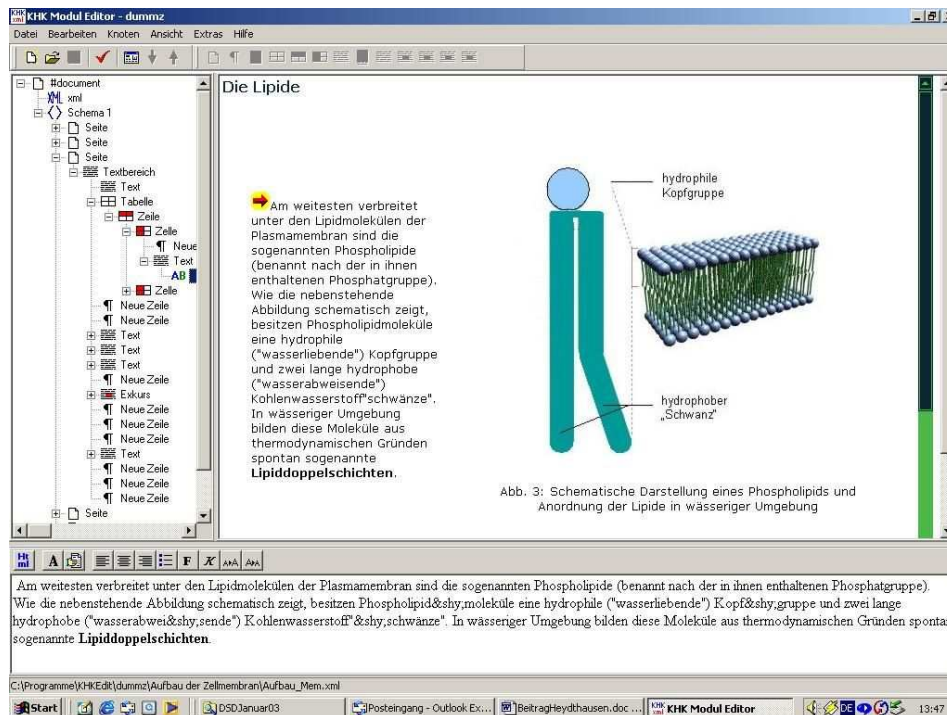


Abbildung 15: Der XML-Editor für die Visualisierungsschemata

5 Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der Flexibilität durch die Grundkonstrukte des LIS, den sogenannten Modulen und deren implizite Verknüpfung durch Vor- und Nachbedingungen, ist eine größtenteils dynamische Bereitstellung von unterschiedlichen Anwendungsszenarien für den Lerner möglich. In diesem Punkt heben sich LernInformationssysteme stark von Lern-Managementssystemen (LMS) ab, die die administrativen Funktionalitäten stark betonen. Weiterhin heben sich LernInformationssysteme, aufgrund der impliziten Vernetzung von Modulen von hypertextbasierten Lernsystemen ab. Trotz der großen Flexibilität und Ausbaufähigkeit des Systems weiß es eine klare theoretische Konzeption und eine einfache Struktur auf.

Großes Potential besitzt das System aufgrund seiner Integration von systematischem und fallorientiertem Lernen, welches in der Medizin von großer Wichtigkeit ist. Hier wird ein großer Schwerpunkt für zukünftige Entwicklungen liegen. Es gilt, den Anforderungen der neuen Approbationsordnung gerecht zu werden und die Anforderungen, die diese (implizit) an e-Learning stellt um zusetzen. LernInformationssysteme mit ihrem Potenzial der Integration von medizinischen Fällen sind nach Ansicht der Verfasser den rein fallbasierten Systemen überlegen. Denn auf der einen Seite können Sie Übungen, die an den Anforderungen der ärztlichen Praxis ausgerichtet werden (Fälle) darbieten, auf der anderen Seite

Leistung	Kurze Beschreibung
Systematisches Verzeichnis der Lernmodule	Normales hierarchisches Verzeichnis der Wissensmodule. Ideale Orientierung am Anfang der Beschäftigung mit dem LernInformationssystem
Suche nach einzelnen Modulen	Module können anhand ihrer Titel, ihrer Kurzbeschreibungen oder ihrer Nachbedingungen gesucht und bereit gestellt werden
Modulsequenz selbst zusammenstellen	Der Lerner kann sich eine Modulsequenz nach beliebigen Kriterien selbst zusammenstellen
Modulsequenz aus Lernziel erstellen lassen	Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich das wichtige Szenario der Ableitung einer Sequenz von Wissensmodulen, die eine vorhandene Lücke zwischen individuellem Vorwissen und individuellem Lernziel schließt
Fragen mit Bezug zum Vorwissen	Zufällige Bereitstellung von Fragemodulen. Allerdings werden nur solche Module dem Lerner angeboten, deren Vorbedingung vollständig in seinem Vorwissen enthalten ist. Ein wichtiges Anwendungsszenario zur Wissensüberprüfung. Durch den Bezug zum Vorwissen müsste der Lerner die Antwort eigentlich richtig geben können.
Fragen ohne Bezug zum Vorwissen	Wie das vorherige Szenario, nur ohne den Bezug zum Vorwissen. Hier kann sich der Lerner auch in noch unbekannte Wissensgebiete hineinwagen.
Vordefinierte Modulsequenzen (Kurse)	Von Dozenten vordefinierte Kurse. Wichtiges Push-Szenario.

Tabelle 2: Leistung des LernInformationssystems für die Lernenden

können die Lerner fächerübergreifende Probleme und Beziehungen zwischen medizinischen Grundlagen und klinischen Anwendungen durch systematisches Lernen erarbeiten.

Literatur

- [1] ALBER, K./ STRUCKMANN, W.: Einführung in die Semantik von Programmiersprachen. Ort 1988.
- [2] BRAY, T. /PAOLI, J./ SPERBERG-MCQUEEN, C. (1998). Extensible Markup Language (XML) 1.0. World Wide Web Consortium (W3C).
- [3] DONNER, R.S./ BICKLEY, H. (1993). Problem-based learning in American medical education: an overview. Bull Med Libr Assoc 81 (3) July 1993, pp. 294-298.
- [4] GOOS, K. (1995). Fallbasiertes Schließen. DISKI, 1995.
- [5] HEYDTHAUSEN, M./GÜNTHER, U. (2003). LernInformationssysteme – Theorie und Anwendungen. In Puppe F., Albert J., Bernauer J., Fischer M., Klar R., Leven J. (Hrsg): Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin, 2003.

- [6] KOPER, E.J.R. (1998). Modelling educational content with XML. In B. Collis & R. Oliver (Eds.), Ed-Media 1999. pp. 1545 -1547. Charlottesville, USA.
- [7] MERZ, A.-K/ ROCKMANN, F./ SCHWARZ, C./ RENG, M. (2002). XML-Austauschformat für CBT Systeme in der medizinischen Aus- und Weiterbildung. In Bernauer, J.; Fischer, M. R. (Hrsg.):Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin, 2002.
- [8] REINHARDT T./ PUPPE F. (1997). Didaktische Aspekte in fallorientierten intelligenten Trainingssystemen. In Conradi H., Kreutz R., Spitzer K. (Hrsg.): CBT in der Medizin - Methoden Techniken, Anwendungen, Proc. GMDS-Workshop in Aachen on Computer Based Training, Verlag der Augustinus-Buchhandlung, 157-168, 1997.
- [9] SPRECKELSEN, C./ GÜNES, M./ HOUBEN, I./ SAß, H./ SPITZER, K. (1997). Wissensbasierte Navigation in einem hypertextbasierten Assistenzsystem für die Psychiatrie. In Conradi H., Kreutz R., Spitzer K. (Hrsg.): CBT in der Medizin - Methoden Techniken, Anwendungen, Proc. GMDS-Workshop in Aachen on Computer Based Training, Verlag der Augustinus-Buchhandlung, 157-168, 1997.