

Adaptivität in eLearning-Standards - ein vernachlässigtes Thema?

Andreas Harrer⁺, Alke Martens^{*}

⁺Institut für Informatik und interaktive Systeme, Universität Duisburg-Essen

^{*}Institut für Informatik, Universität Rostock

harrer@collide.info, martens@informatik.uni-rostock.de

Abstract: Für eine individuelle und umfassende Unterstützung von Lernern in computerbasierten Lernszenarien ist das Potential der Adaptivität des Systems ein wesentlicher Faktor. Ohne Adaptivität sind lediglich gleichförmige und die Stärken und Schwächen des Lerners nicht berücksichtigende Lernprozesse realisierbar. Standards für den eLearning-Bereich streben nach erhöhter Wiederverwendbarkeit und Austauschbarkeit von Komponenten, Lernobjekten und Lernprozessen. Damit haben sie hauptsächlich die Entwicklung von Lernsystemen im Blickpunkt. Dieser Artikel diskutiert, inwiefern heutige eLearning-Standards auch der Benutzerseite, also der Adaptivität an lernerrelevante Aspekte, Rechnung tragen. Dazu geben wir eine allgemeine Orientierung in das Thema Adaptivität und betrachten Standards zu verschiedenen Aspekten von eLearning-Systemen, nämlich zur Architektur von Systemen, zur Beschreibung von Lernobjekten und zur Spezifikation von Lernprozessen unter dem besonderen Blickwinkel, wie stark Adaptivität darin berücksichtigt wird.

1 Einführung

Schon zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung von eLearning Systemen wurde erkannt, dass in vielen Lernszenarien Adaptivität des Lernsystems eine wichtige Anforderung für erfolgreiche Wissensvermittlung ist. Dennoch wird Adaptivität eines Lernsystems unterschiedlich interpretiert. Die Spanne reicht von der selbstgesteuerten Adaption des Systems oder des Lehrmaterials durch den Lerner bis hin zur automatisierten Adaption des Systems oder des Lehrmaterials durch das Lernsystem. Ersteres kann in der einfachsten Form als Konfiguration des Systems durch den Lerner mit seinen Präferenzen beobachtet werden. Letzteres rückt das eLearning System in die Nähe von Intelligenten Tutoring Systemen (ITS), bei denen Adaptivität natürlicher Systembestandteil ist, oder auch in die Nähe von Adaptiven Hypermediasystemen im Sinne von Brusilovsky [Br98], die Methoden der ITS mit Techniken aus dem Bereich Hypermedia kombinieren.

Während die Bedeutung der Adaptivität in den implementierten eLearning Systemen seit langer Zeit diskutiert wird und vielfach auch in den Systemen realisiert wird, ist unklar, wie die vorliegenden eLearning-Standards mit diesem Thema umgehen.

Im Folgenden wird zunächst eine Begriffsabgrenzung von Adaptivität auf der Basis verschiedener Quellen vorgenommen. Auf der Abgrenzung aufbauend werden verschiedene

eLearning-Standards betrachtet und hinsichtlich der Unterstützung der Realisierung von Adaptivität bei der Entwicklung von eLearning Systemen untersucht.

2 Adaptivität - eine Begriffsabgrenzung

Bereits Ende der 1980er Jahre stellen Mandl und Hron in einer Untersuchung von Lernsystemen die Forderung nach Flexibilität und Adaptivität [MH86]. Die Zielrichtung der von ihnen beschriebenen Flexibilität und Adaptivität ist eine Individualisierung des Computergestützten Unterrichts (CUU). Mandl und Hron erläutern: „Lehrprogramme werden als 'intelligent' bezeichnet, wenn sie in der Lage sind, einen flexiblen und adaptiven Dialog mit dem Lernenden zu führen.“ Die Bezeichnungen 'flexibel' und 'adaptiv' werden dabei in folgender Weise abgegrenzt: Lehrprogramme „gelten als flexibel, wenn der Lernende auf bestimmte Lehrinformationen oder spezifische mediale Präsentationsformen des Lehrstoffs zurückgreifen kann. Sie gelten als adaptiv, wenn die Lehrstoffdarbietung angepasst wird, indem der aktuelle Lern- und Verstandesstand im Lernablauf diagnostiziert und im Zusammenhang damit geeignete Unterweisungen erteilt werden.“ [MH86](S. 360)

Flexibilität in einem Lehrprogramm bedeutet demnach, eine Menge von Lehrmaterialien zur Verfügung zu stellen, aus denen der Lerner selbst eine Auswahl treffen kann. Adaptivität bedeutet hingegen nicht die Bereitstellung verschiedener Materialien, sondern eine automatische Anpassung des Lehrmaterials durch das Lehrprogramm an den Lerner.

Losgelöst von dem durch Mandl und Hron beschriebenen Kontext des CUU kann Flexibilität allgemein aufgefasst werden als eine potentielle Anpassbarkeit von Lehrmaterial [Ma03]. Hierbei bleibt offen, ob der Vorgang der Anpassung interaktiv durch den Lerner oder automatisiert durch das Programm vorgenommen wird. Flexibilität wird im Folgenden als Voraussetzung der Adaptivität angesehen und nicht weiter analysiert.

Verschiedene Arbeiten beschäftigen sich mit der Rolle der Adaptivität in Lehrprogrammen. Glaser fordert, dass jede Lehrhandlung früheres und aktuelles Verhalten des Lerners berücksichtigt [Gl80]. Dumslaff unterscheidet zwischen interaktivem CUU und adaptivem CUU, wobei sich adaptiver CUU an „unterschiedliche Eingangsbedingungen und unterschiedliche Entwicklungen des Lerners anpasst“ [Du94](S. 36). Adaptivität wird hier hinsichtlich der Adaption an den Lerner und an sein Verhalten bzw. seine Verhaltensänderung bei der Interaktion mit dem Lernsystem interpretiert.

Eine weitergehende Differenzierung des Begriffs der Adaptivität nehmen Oppermann, Rashev und Kinshuk vor [ORK97]. Sie unterscheiden zwischen 'adaptability' und 'adaptivity' - also zwischen Adaptierbarkeit und Adaptivität bzw. Adaptibilität. Diese Unterscheidung charakterisieren sie folgendermaßen: „Systems that allow the user to change certain system parameters and adapt their behavior accordingly are called adaptable. Systems that adapt to the users automatically based in the system's assumptions about user needs are called adaptive.“ [ORK97](S. 173) Die von Oppermann, Rashev und Kinshuk vorgeschlagene Einteilung von Lernsystemen erfolgt entlang einer Skala, die die Adaptionsfähigkeit von Systemen wiedergibt. Die Skala umfasst 'adaptivity', 'adaptation' und 'adaptability'. Die vorgeschlagene Skala zielt auf den Grad der Selbst- bzw. Fremdbestimm-

mung der Adaption in einem Lehrsystem ab. Nimmt der Lerner die Adaption des Systems (oder auch des Lehrmaterials) selbst vor, so ist das System 'adaptable' - adaptierbar. Hat der Lerner keinen unmittelbaren Einfluss auf die Adaption, so ist die Adaption fremdbestimmt und wird automatisch durch das Lernsystem vorgenommen.

Einen weiteren Schritt in der Differenzierung von Adaptivität in Lernsystemen nimmt Brusilowsky vor. Er untersucht verschiedene Arten von Adaptivität in Intelligenten Tutoring Systemen und in Adaptiven Hypermediasystemen [Br98, Br00]. Resultat seiner Untersuchungen ist, dass er zwischen „adaptive presentation and adaptive navigation support“ [Br00](S. 2) unterscheidet.

Aus den genannten Interpretationen und Beschreibungen von Adaptivität in Lernsystemen lassen sich folgende Aspekte zusammenfassen. Adaptivität bedeutet Anpassbarkeit. Anpassbarkeit eines Lernsystems kann hinsichtlich verschiedener Dimensionen betrachtet werden. Diese Dimensionen sind: der Gegenstand der Anpassung (was wird angepasst), die Einflussfaktoren, nach denen sich das Durchführen der Anpassung richtet (woran wird angepasst) und schliesslich der Zeitpunkt der Anpassung (wann wird angepasst). Im Folgenden werden diese drei Dimensionen weiter analysiert.

Die Anpassbarkeit bezüglich des **Gegenstands** der Anpassung kann weitergehend in folgende Aspekte unterteilt werden:

- Anpassbarkeit der Präsentation - dies bedeutet die Anpassbarkeit des präsentierten Lehrmaterials.
- Anpassbarkeit der Navigation - dies bedeutet die Anpassbarkeit der Möglichkeit der Auswahl nächster Lehrinhalte.
- Anpassbarkeit des Prozesses - dies umfasst die dynamische Gestaltbarkeit des Lernprozesses durch Variation der Reihenfolge, Auswahl alternativer Lernwege oder Umplanung des Prozesses durch situationsangepasste Auswahl der nächsten Aufgaben und Schritte.
- Anpassbarkeit von weiteren Funktionen des Lernsystems, z.B. Rückmeldung, Hilfe und Korrektur.

Bezüglich der **Einflussfaktoren**, die für die Adaption wesentlich sind, kann man zwischen personenbezogenen und sachbezogenen Einflussfaktoren unterscheiden. Personenbezogene Anpassung bedeutet in der Regel die Anpassung an den Lerner, kann aber in komplexen Lernszenarien auch an ganze Lerngruppen erfolgen. Sachbezogene Adaption ist situationsgemäß an die Verfügbarkeit von Ressourcen gebunden (*context-aware computing*). Beispielsweise kann in einer Gruppenlernumgebung mit mobilen Geräten [JSH03] das Vorhandensein von hoher oder niedriger Bandbreite die Reichhaltigkeit und Verfügbarkeit von Hilfsmaterialien beeinflussen (hochauflösende Graphiken oder rein textuelle Darstellung). Ein weiterer sachbezogener Einflussfaktor kann auch durch die Art der Präsentation des Lehrmaterials gegeben werden. Beispielsweise in fallbasierten Lernszenarien kann Adaption auch bedeuten, dass das Lehrmaterial an die Lehrfallentwicklung angepasst wird [Ma03].

Weitergehend können **Zeitpunkte** der Adaption unterschieden werden. Diese Differenzierung trifft sowohl auf Adaption an personenbezogene Einflussfaktoren, als auch auf Adaption an sachbezogene Einflussfaktoren zu.

- Initial vorgenommene Adaption des Lehrmaterials
- Permanent vorgenommene Adaption des Lehrmaterials

Hinsichtlich der personenbezogenen initial vorgenommenen Adaption ist ein statisches Lernermodell ausreichend. Das statische Lernermodell beinhaltet den Wissensstand, den Lernerfolg oder ein Profil des Lerners und wird nicht während der Interaktion der Lerners mit dem System aktualisiert. Eine automatische Aktualisierung des Lernermodells findet - wenn überhaupt - ausschließlich nach der Interaktion mit dem Lernsystem statt, beispielsweise in Form einer Auswertung von Verhaltensprotokollen.

Die personenbezogene permanent vorgenommene Adaption erfordert eine Aktualisierung des Lernermodells zur Laufzeit. Entsprechend muss Information wie beispielsweise Lernerverhalten, Wissensstand des Lerners oder auch Erfolg des Lerners bei der Interaktion mit dem Lernsystem kontinuierlich abgefragt und das Lernermodell permanent aktualisiert werden.

Gleiches gilt auch für die sachbezogene Adaption. Die sachbezogene initial vorgenommene Adaption bedeutet die Einstellung des Systems an die Erfordernisse vor Beginn der Interaktion des Lerners. Die sachbezogene permanent vorgenommene Adaption ist sicherlich schwieriger vorzunehmen und kann beispielsweise auch bedeuten, dass Verfügbarkeit mobiler Endgeräte permanent kontrolliert bzw. nur bei Bedarf angeboten wird.

Hinsichtlich der Differenzierung der Initiative von Adaption nach Oppermann, Rashev und Kinshuk zwischen selbstgesteuerter und fremdgesteuerter Adaptivität lässt sich festhalten, dass innerhalb eines Lernprogrammes alle drei Dimensionen sowohl selbst- als auch fremdgesteuert beeinflusst werden können.

Im Folgenden werden drei Standards mit unterschiedlichen Zielsetzungen im Hinblick auf die Realisierung von Adaption in ihren verschiedenen Facetten untersucht.

3 LTSC - LTSA

Das IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) entwickelt unter anderem die Learning Technology System Architecture (LTSA) [FT01]. Die LTSA ist eine Referenzarchitektur für Lernsysteme, die gegenwärtig noch den Status eines Entwurfs ('draft') hat, aber schon weit fortgeschritten ist. Anhand einheitlicher Systembeschreibungen auf Basis der LTSA soll die Kommunikation über verschiedene Arten von Lernsystemen erleichtert werden. Es soll eine Basis für die Vergleichbarkeit von existierenden und zu entwickelnden Systemen geschaffen werden. Implementationsspezifische Details, pädagogische oder lernpsychologische Anforderungen und Spezifitäten unterschiedlicher Systemtypen (z.B. ITS oder CBT) werden außer Acht gelassen. LTSA unterscheidet fünf Abstraktionsebenen, die in Abbildung 1 dargestellt werden. Für die Untersuchung, wie Ad-

aktivität in dem Standard beschrieben wird, ist die dritte Schicht ('Layer 3') zentral, in der die Komponenten und Prozesse eines Lernsystems dargestellt werden.

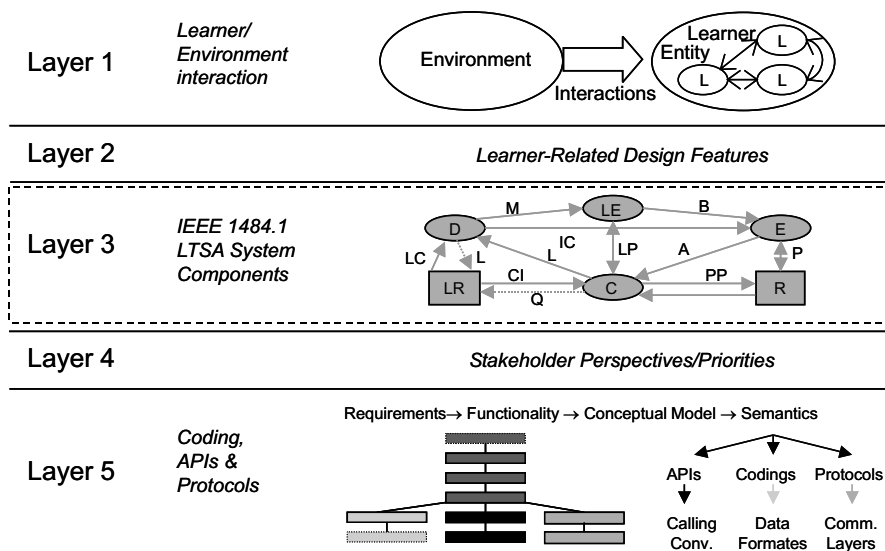


Abbildung 1: Die Schichten der LTSA nach [FT01]

In Abbildung 2 wird die dritte Schicht der Architektur dargestellt. Differenziert werden Prozesse ('Learner Entity', 'Evaluation', 'Coach' und 'Delivery'), Speicher ('Learning Resources' und 'Learner Records'), sowie Daten- und Kontrollflüsse ('learning preferences', 'behavior', 'assessment information', 'performance and preference information', 'query', 'catalog info', 'locator', 'learning content', 'multimedia' und 'interaction context').

Die LTSA beschreibt fünf Schritte, die in beliebiger Reihenfolge ausgeführt werden können:

1. Abstimmung der Learning Preferences
2. Feststellung der Performanz
3. Überprüfung geplanter Lehrschritte und Neujustierung
4. Auswahl der Lehrinhalte
5. Präsentation des neuen Lehrinhalts

Die Interaktion mit dem Lerner wird durch die 'Learner Entity' repräsentiert. Durch Kommunikation mit dem 'Coach' kann der Lerner (oder stellvertretend auch ein Lehrer oder Tutor) dem System gewünschte Einstellungen ('Learning Preferences') vermitteln. Einstellungen sind inhaltliche Wünsche, kognitive Restriktionen oder körperliche Einschränkungen, wie beispielsweise Sehvermögen. Die Lehrinhalte selbst werden dem Lerner durch

den Delivery Prozess übermittelt und in Form multimedialer Präsentationen angezeigt. Die Daten holt der Delivery Prozess aus den Learning Resources. Der Evaluationsprozess hat die Aufgabe der permanenten Beobachtung und Bewertung der Lernerinteraktion. Er gleicht zudem die Beobachtungen mit dem Learner Record ab, in dem die Lernerdaten gespeichert werden. Der Evaluationsprozess beliefert auch den Coach, der seinerseits über einen Abgleich mit den Learner Records eine Anpassung des anzuzeigenden Lehrmaterials vornimmt.

Eine ausführlichere Beschreibung der verschiedenen Daten- und Kontrollflüsse ist in [FT01] nachzulesen. Der kurze skizzierte Ausschnitt zeigt aber bereits, dass Adaptivität grundsätzlich ein zentraler Bestandteil eines Lernsystems nach LTSA ist. Der Vorgang der Adaption wird bei der LTSA durch den Coach Prozess durchgeführt.

Entsprechend der in Kapitel 2 eingeführten Einteilung der Adaptivität in die Dimensionen Gegenstand, Einflussfaktoren und Zeitpunkt können folgende Annahmen über LTSA getroffen werden. Gegenstand der Adaption ist das Lehrmaterial. In der LTSA erfolgt aber keine Trennung von Präsentation, Navigation und weiterer Funktionen des Lernsystems. Entsprechend ist in der LTSA nur die Adaption der Präsentation des Lehrmaterials vorgesehen. Allerdings läßt die Bandbreite der möglichen Interpretationen der beschriebenen LTSA Prozesse auch zu, Navigation und weitere Systemfunktionen im Coach Prozess zu kapseln. Ähnliches gilt für die Dimension Einflussfaktoren. Basis der Adaption ist die Auswertung der Einträge in den Learner Records, also der LTSA Repräsentation des Lernermodells. Beschrieben wird hier also eine personenbezogene Adaption. Zudem wird in der LTSA die Anpassung des Lehrmaterials beschrieben (z.B. an logische Kohärenz des Materials). Dies entspricht einer sachbezogenen Adaption. Auch hier sind allerdings die konkreten Umsetzungen der Adaptionsprozesse nicht ausgeführt. Als Zeitpunkt der Adaption wird in der LTSA über den oben genannten ersten Schritt eine initial vorgenommene Adaption des Lehrmaterials an den Lerner beschrieben. Über Schritt drei und Schritt vier wird eine permanente Adaption des Lehrmaterials an den Lerner skizziert. Damit deckt LTSA die drei Dimensionen der Adaptivität ab, liefert allerdings nur wenig bis keine Unterstützung für den Systementwickler, wie die Adaption im System umzusetzen ist. In ihrer Funktion als allgemeingültige Richtschnur ist dies allerdings auch nicht Aufgabe der LTSA.

4 Learning Object Metadata (LOM)

Der IEEE-Standard für Learning Object Metadata befasst sich mit der Beschreibung wichtiger Zusatzinformationen von Lernobjekten, z.B. Formate, für die Benutzung benötigte Werkzeuge, Versionsnummern usw. Für eine geeignete Adaption der Präsentation von Lernobjekten bzw. der Eignung von Lernobjekten in bestimmten Lernsituationen oder für bestimmte Lerner wären entsprechende Metadaten notwendig.

Der aktuelle Entwurf (*final draft*) [Gr02] berücksichtigt Dynamik und Anpassbarkeit von Lernobjekten nur in eher geringem Maße:

- Lernobjekte können hinsichtlich ihres Interaktionsgrades ausgezeichnet werden: das

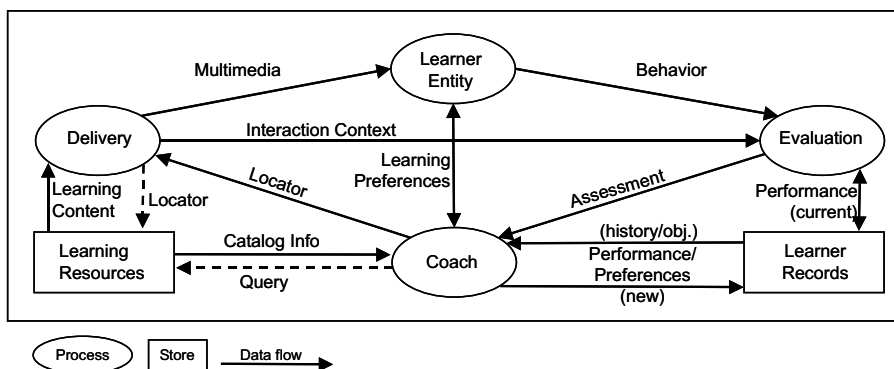


Abbildung 2: Schicht 3 der LTSA, IEEE P1484.1/D9 nach [FT01]

Element 5.1 *Interactivity Type* ermöglicht es, ein Lernobjekt als *active*, d.h. den Benutzer einbeziehend und berücksichtigend, einzuordnen. Typische Lernobjekte dieser Art haben bezüglich des Elements 5.2 *Learning Resource Type* die Werte *simulation* bzw. *experiment* und können weiterhin durch eine abgestufte Intensität der Interaktion (5.3. *Interactivity Level*) von sehr niedrig (*very low*) bis sehr hoch (*very high*) charakterisiert werden.

- Weiterhin ist es möglich, ein Lernobjekt mit Relationen zu anderen Lernobjekten zu versehen, was für eine Variation der Navigierbarkeit durch eine Struktur von Lernobjekten Grundvoraussetzung ist. Durch 7 *Relation 7.1 Kind* kann die Art der Beziehung beispielsweise als Teil/Ganzes-Beziehung (*ispartof*, *haspart*), Voraussetzung (*requires*, *isrequiredby*) oder Variante (*isversionof*) festgelegt werden.

Genauere Angaben, die beispielsweise für Adaption der Repräsentation nötig wären, ob ein Text an den Wissensstand eines Lerners anpassbar ist und für welchen Wissensstand Repräsentationen vorliegen, sind bisher nicht abgedeckt. Weitere Vorschläge zur Erweiterung des Standards könnten beispielsweise sein:

- Anzahl der angebotenen Varianten eines Lernobjekts
- Spektrum des Wissensstands, der für adaptives Lernobjekt geeignet ist
- Art, Position und Umfang der anpassbaren Teile
- Bedingungen für die unter 7.1. ausgedrückten Beziehungen, beispielsweise unter welchen Bedingungen ein Lernobjekt unbedingte Voraussetzung für ein anderes Lernobjekt ist.
- Gegenstand, Einflussfaktoren und Zeitpunkt einer möglichen Adaption von Lernobjekten (gemäß der in Abschnitt 2 vorgeschlagenen Dimensionen)

5 IMS/Learning Design

Der IMS/LD-Standard ist eine Spezifikation, die zum Ziel hat, den Entwurf von Lehr-/Lernprozessen formal notierbar zu machen [Co03]. IMS/LD integriert die Educational Modeling Language (EML) der Open University of the Netherlands mit bereits existierenden IMS-Standards, insbesondere dem Content Package Standard. Zentrales Element dabei ist die sog. Lerneinheit (unit of learning), in der ein *content package* und ein *learning design* verknüpfbar sind. LD ist in 3 Ebenen (levels) aufgeteilt, die nach Umfang und Mächtigkeit der umfassten Sprachelemente geschichtet sind:

- Level A umfasst das Kernvokabular, das die einfachste Menge von Sprachelementen enthält, die dennoch eine große Breite pädagogischer Szenarien ermöglichen. Zu den Sprachelementen gehören Aktivitäten des Lernprozesses, Rollen, die Benutzer einnehmen können, und Dienste, wie Chat oder Diskussionsforum, die im Lernprozess benutzt werden können. Auf Ebene A wird der Lernprozess eher statisch spezifiziert, flexible, dynamische Strukturen sind hier noch nicht abgedeckt.
- Level B fügt Eigenschaften und Bedingungen hinzu, die unter anderem zur Personalisierung und Dynamisierung der spezifizierten Prozesse genutzt werden können.
- Level C erweitert um Benachrichtigungen und stellt somit eine Möglichkeit zur ereignisbasierten Variation des Lernprozesses dar.

Bereits in den Grundanforderungen, die die Spezifikation zu erfüllen hat, werden Personalisierung und pädagogische Flexibilität als wesentlich aufgeführt. Unter dem Gesichtspunkt der Adaptivität sind insbesondere die Level B und C der IMS/LD näher zu untersuchen, wobei der Gegenstand der Adaption natürlich durch die Akzentsetzung des Standards hauptsächlich der Lernprozess ist:

- Mit Hilfe des Sprachelements *properties* und dessen Unterstrukturen *locpers-property*, *globpers-property* können benutzerbezogene Eigenschaften in Lernprozessen zur Laufzeit, also zur permanenten Anpassung herangezogen werden. Globale Eigenschaften können auch außerhalb der betreffenden Lerneinheit verwendet werden, d.h. sind auch für andere Lerneinheiten verwendbar und können damit Grundlage von persistenten und längerfristig verwendbaren Lernermodellen sein. Ebenso wie lernerspezifische Merkmale können auch mit *locrole-property* rollenspezifische Eigenschaften verwendet werden. All diese Eigenschaften werden durch zugehörigen Datentyp, Anfangswert, Restriktionen für zulässige Werte und Metadaten näher bestimmt.
- Zu einer systemseitigen Adaptivität auf Basis der Lernereigenschaften können die *conditions*, also Bedingungen, herangezogen werden. Diese Bedingungen sind beispielsweise beim Start einer Lernsequenz prüfbar und führen je nach Auswertungsergebnis zu einer Variation des Prozesses. Standardmäßig sind Verbergen (*hide*) oder Sichtbarmachen (*show*) von Elementen vorgesehen, was einer Anpassbarkeit der Navigation bzw. der angebotenen Funktionalität entspricht, oder die Veränderung von Eigenschaften, was wiederum zu indirekten Effekten führen kann.

- Diese indirekten Effekte können durch Nutzung von Sprachelementen wie *when-property-value-is-set* zur Beendigung von Lernaktivitäten oder ganzen Lernsequenzen führen. Ähnliche Auslöser können auch basierend auf Erfüllung von rollenspezifischen Bedingungen (*when-condition-true*) oder zeitlichen, also eher sachbezogenen, Aspekten erfolgen.
- Das Sprachelement *monitor*, ein Spezialfall eines Dienstes (*service*), ermöglicht dem Benutzer, entweder seine eigenen Eigenschaften oder die Eigenschaften aller Benutzer in einer bestimmten Rolle zu betrachten. Damit kann das Prinzip der *inspectable student models* [ZRG03], wie es aus dem Bereich der intelligenten Tutorssysteme bekannt ist, realisiert werden. Auch kann ein Tutor die Studentenmodelle seiner Schüler betrachten. Mit Hilfe des Sprachelements *setProperty* ist es sodann möglich, die Werte in den betrachteten Lernermodellen zu verändern, und unter Zuhilfenahme obiger Konstrukte, beispielsweise *when-property-value-is-set*, eine gezielte benutzerinitiierte Adaption, also eine Adaptierung vorzunehmen.
- Auf Level C kommen noch die *notifications*, also Benachrichtigungen, hinzu, die eine Adaption des Lernprozesses durch dynamische Ergänzung um weitere Lernaktivitäten für spezielle Rollen ermöglichen. Damit kann eine auf vorhergehenden Aktivitäten, also kontextbasierten Informationen, beruhende permanente Adaption des Lernprozesses erfolgen.

Neben diesen Sprachelementen wird im konzeptuellen Modell der IMS/LD auf die Möglichkeit verwiesen, für Methoden Vorbedingungen (*prerequisites*) anzugeben, die sich auf das Vorwissen bzw. den Wissenstand des Lerners beziehen. Allerdings sind diese Vorbedingungen entweder textuell und für Menschen lesbar oder in einem externen IMS-Format RDESCO zu notieren, so dass IMS/LD in dieser Hinsicht nicht abgeschlossen und eigenständig ist.

Abbildung 3 zeigt eine Übersicht des konzeptuellen Modells von IMS/LD unter Hervorhebung der besonders auf Adaptivität bezogenen Elemente.

6 Diskussion

Adaptivität in eLearning bedeutet eine Individualisierung des Lehrmaterials und -prozesses. Die Wichtigkeit dieser Individualisierung ist seit langem erkannt und auch seit langem anerkannt. Traditionelle Computerbasierte Trainingsysteme (CBT) sind in der Regel wenig adaptiv und wenig flexibel. Sie können sich unvorhergesehenen Situationen nicht anpassen. Entsprechend sind die folgenden Konsequenzen feststellbar: entweder gestaltet sich die Entwicklung von Lehrmaterialien für „nicht-intelligente“ Lernsysteme sehr aufwändig, da die Autoren der Lehrmaterialien das Verhalten von Lernern vorhersehen müssen, oder die Bandbreite der Interaktion des Lerners mit dem Lehrmaterial ist unveränderlich, passt sich der Entwicklung des Lerners nicht an und ist demzufolge für den Lerner schnell uninteressant.

Sehr treffend fasst Weber die Rolle der Adaptivität in Lehrprogrammen zusammen: „Die

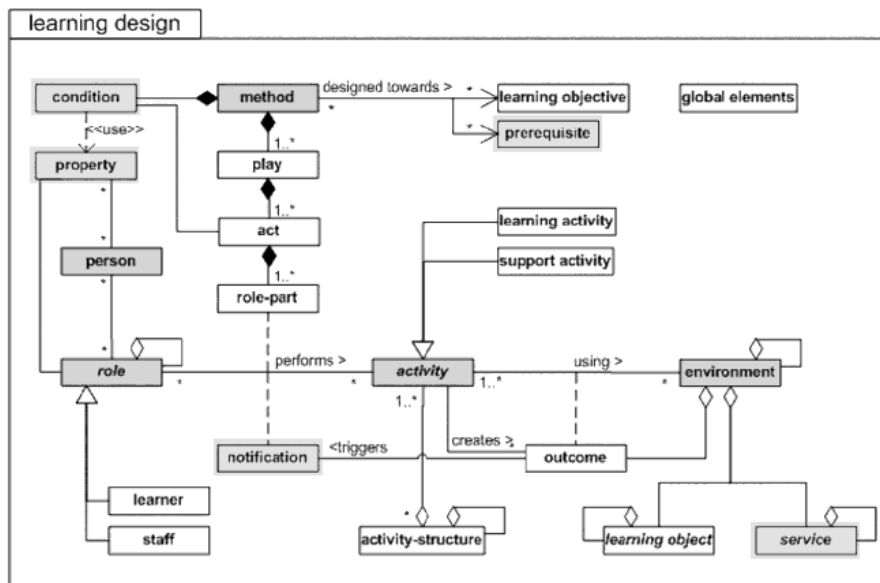


Abbildung 3: Konzeptuelles Modell der IMS/LD nach [Co03]

Nutzer merken nicht, dass es sich um ein adaptives System handelt - das ist auch nicht nötig. Sie müssen aber das Gefühl haben: Es funktioniert, es macht Spaß, und in angemessener Zeit kann ich mein Lernziel erreichen.“ [We02] (S. 37) Diese grundlegende Anforderung an eLearning Systeme wird jedoch von Seiten der eLearning-Standards in sehr unterschiedlicher Weise berücksichtigt:

Die in Abschnitt 3 beschriebene Learning Technology Systems Architecture liefert mittels des Coach Prozesses eine abstrakte Beschreibung zur Adaption von Präsentation des Lehrmaterials an den Lerner. Potentiell können bei Realisierungen von Lernsystemen auf Basis der LTSA alle drei Dimensionen der Adaptivität realisiert werden. Durch permanente Abstimmung des Coach mit dem Lernermodell und durch permanent durchgeführte Evaluation des Lernerverhaltens wird neben der initialen Adaption des Lehrmaterials auch eine permanente Adaption des Lehrmaterials beschrieben. Die Adaption von Navigation und von weiteren Systemfunktionen eines Lernsystems, wie beispielsweise Rückmeldung, Hilfe oder Korrektur, wird durch die LTSA nicht explizit berücksichtigt. Allerdings sieht die LTSA auch nicht ihre Aufgabe in der konkreten Anleitung zur Systementwicklung und ebensowenig in der Vorgabe eines Standards zur Entwicklung adaptiver Systeme. LTSA wird als Standard beschrieben, der „pedagogically neutral, content-neutral, culturally neutral, and platform-neutral“ [FT01] ist. Die LTSA erfüllt ihren Zweck sicherlich insofern, als sie eine übergeordnete Architektur zur allgemeinen, inhalts- und typunabhängigen Beschreibung von Lernsystemen darstellt. Allerdings erreicht sie dies auf Kosten der Explizierung von Systemfunktionen. Die Interpretation der einzelnen Prozesse, Speicher, Daten- und Kontrollflüsse obliegt dem Systementwickler und damit wieder den unter-

schiedlichen Systemtypen. Ob auf Basis der hierdurch entstehenden Interpretationsbreiten tatsächlich eine Kommunikationshilfe geschaffen wird, ist fraglich.

Der in Abschnitt 4 beschriebene LOM-Standard scheint bezüglich seiner Unterstützung von Adaptivität als bisher wenig geeignet. Weitergehende Informationen über Adaptierbarkeit müsste hinzugefügt werden, um LOM-Beschreibungen für die Adaption von Lernsystemen verwenden zu können.

Der in Abschnitt 5 beschriebene IMS/LD-Standard hingegen adressiert Adaptivität von Lernprozessen an Lernermodelle, an explizite Benutzerwünsche und an den Situationskontext durchaus. Durch geeignete Spezifikation des Lernprozesses kann mit IMS/LD sowohl personenbezogen als auch sachbezogen adaptiert werden und mit entsprechendem Aufwand auch eine permanente Anpassung des Lernprozesses durchgeführt werden. Allerdings bedarf es genauerer Untersuchungen, ob insbesondere für komplexe Lernermodelle die Spezifikation in IMS/LD eine praktikable Lösung ist, da eine Lerneraktion eventuell vielfältige Auswirkungen an diversen Stellen in einem LD-Dokument haben kann, wodurch die Übersichtlichkeit des Dokuments leiden wird (ähnlich wie in ereignisbasierten Systemen der Programmfluss nicht mehr deutlich zu erkennen ist). Die Praxisbedeutung der IMS/LD wird sich in der nächsten Zeit zeigen müssen, da erste Laufzeitumgebungen, wie z.B. coppercore, gerade im Entstehen sind und zunächst ausschließlich Level A bedienen, die adaptiven Elemente also bisher noch gar nicht realisiert sind.

Es ist zu prüfen, ob in den zukünftigen Standards und den Weiterentwicklungen bestehender die Realisierbarkeit von Adaptivität ausgeführt und detaillierter beschrieben wird, um das Potential der Adaptierbarkeit für die Unterstützung von Lernern in Lernszenarien voll auszunutzen. Entsprechend sollte auch überlegt werden, ob ein einheitlicher Kriterienkatalog für adaptive Systeme geschaffen werden kann. Ein derartiger Kriterienkatalog könnte die in diesem Papier vorgeschlagenen Dimensionen der Adaptivität als Basis zur Bewertung adaptiver Systeme heranziehen. Ein neu entwickeltes Lernsystem wäre dann von den Systementwicklern hinsichtlich der Dimensionen Gegenstand, Einflussfaktoren und Zeitpunkt der Adaptivität bewertbar. Durch einheitliche Bewertungskriterien würde auch die Vergleichbarkeit von Systemen vereinfacht werden. Es wäre beispielsweise möglich, personenbezogen permanent adaptive Lernsysteme untereinander zu vergleichen, statt beispielsweise personenbezogene permanente Adaption der sachbezogenen initial vorgenommenen Adaption gegenüberzustellen. Die auf diese Weise vorgenommene Objektivierung von Adaptionskriterien würde auch die Kommunikation über adaptive Systeme erleichtern. Der Aufbau eines derartigen Kriterienkataloges kann an die Systematiken von LOM angepasst werden und wäre durchaus auch in Standards wie LTSA integrierbar.

Literatur

- [Br98] Brusilovsky, P.: Adaptive educational systems on the world-wide-web: A review of available technologies. In: *Workshop Intelligent Tutoring Systems on the Web, at: Web-based ITS at 4th Conf. on ITS, ITS'98*. San Antonio, Texas. 1998.
- [Br00] Brusilovsky, P.: Adaptive hypermedia: From intelligent tutoring systems to web-based education. In: Gauthier, G., Frasson, C., und VanLehn, K. (Hrsg.), *Intelligent Tutoring*

- Systems, 5th Internat. Conf.* Lecture Notes in Computer Science 1839. S. 1–7. Montréal, Canada. June 2000. Springer Verlag.
- [Co03] Consortium, I. G. L.: Ims learning design information model. Proposed IMS Standard Version 1.0 Final Specification. IMS Global Learning Consortium. 2003.
- [Du94] Dumslaff, U.: *Eine Architektur für Tutor-Systeme*. PhD thesis. Universität Koblenz-Landau. Aachen. 1994.
- [FT01] Farance, F. und Tonkel, J.: Ltsa specification - learning technology systems architecture, draft 9, <http://www.edutool.com/ltsa>. In: *IEEE LTSC - Learning Technology Standards Committee*. 2001.
- [Gl80] Glaser, R.: General discussion: Relationships between aptitude, learning and instruction. In: Snow, R., Federico, P. A., und Montague, W. (Hrsg.), *Aptitude, Learning and Instruction: Cognitive Process Analysis of Learning and Problem Solving*. volume 2. chapter 26. Lawrence Erlbaum. Hillsdale, NJ. 1980.
- [Gr02] Group, L. W.: Draft standard for learning object metadata. Proposed IEEE Standard Final Draft Standard. IEEE Learning Technology Standards Committee. 2002.
- [JSH03] Jansen, M., Sachdeva, K., und Harrer, A.: About a framework for integrating smart devices in java applications. In: Harrer, A. und Gaßner, K. (Hrsg.), *Proceedings of the Workshop on Expressive Media and Intelligent Tools for Learning*. Hamburg. 2003.
- [Ma03] Martens, A.: *Ein Tutoring Prozess Modell für fallbasierte Intelligente Tutoring Systeme*. PhD thesis. Universität Rostock. Rostock, Germany. 2003.
- [MH86] Mandl, H. und Hron, A.: Wissenserwerb mit intelligenten tutoriellen systemen. *Unterrichtswissenschaft*. 4:358–371. 1986.
- [ORK97] Oppermann, R., Rashev, R., und Kinshuk: Adaptability and adaptivity in learning systems. In: Behrooz, A. (Hrsg.), *Knowledge Transfer*. volume II. S. 173–179. pAce. London. 1997.
- [We02] Weber, G.: Interview mit dr. gerhard weber. *Journal Künstliche Intelligenz KI der GI*. 3:37–39. Juli 2002.
- [ZRG03] Zapata-Riviera, J.-D. und Greer, J. E.: Student model accuracy using inspectable bayesian student models. In: Hoppe, U., Verdejo, F., und Kay, J. (Hrsg.), *Shaping the Future of Learning through Intelligent Technologies, Proc. of AIED 2003*. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. S. 65–72. IOS Press. 2003.