

**Pervasive e-Education:
Zukünftige Ansätze technologiegestützten Lernens**

Andreas Holzinger

Zusammenfassung:

Der Begriff „pervasive e-Education“ ist ein herausfordernder Überbegriff für eine Zusammenfassung aller Ansätze, die vermittels *neuen Technologien* das so genannte lebenslange Lernen (life long learning) unterstützen. Forschung und Entwicklung in diesem Bereich muss dabei den gesamten edukativen Prozess auf drei Ebenen einschließen: Makro-, Meso und Mikroebene. Insbesondere müssen auch die „neuen Lernkulturen“ die die so genannten „Neuen Medien“ hervorbringen erforscht werden. Der Schlüssel, um erfolgreiche Entwicklungen durchzuführen sind daher stets Fragen der Effektivität und der Effizienz, die unter den Stichwörtern „Mehrwert“ und „Nachhaltigkeit“ zusammengefasst werden können. Um weitere Fortschritte im Bereich e-Education zu erreichen ist es erforderlich Erkenntnisse aus Psychologie und Informatik zusammenfließen zu lassen und vor allem Forschung und Entwicklung nicht zu trennen. Hier leistet Forschung im Fach „Human-Computer Interaction“ (HCI) traditionell wichtige Beiträge, die im „Usability Engineering“ (UE) praktisch umgesetzt werden. Dieser Beitrag stellt zunächst den Begriff „pervasive e-Education“ dar, zeigt exemplarisch einige Ansätze auf Mikroebene, z.B. wie zukünftige pervasive e-Education Szenarien aussehen könnten und vor allem welche didaktischen Settings hier angewandt werden können. Die beste und modernste Technologie ist nutzlos, wenn diese nicht in einem passenden didaktischen Setting eingesetzt werden!

1.	Einführung	2
1.1.	Veränderung der Bildungslandschaft.....	2
1.2.	Schockierend: Medien haben keinen Einfluss auf das Lernen?.....	3
1.3.	Wo liegen die Chancen?	3
1.4.	Idee der Lernobjekte	4
1.5.	Aber: Lernen ist ein Prozess – kein Objekt!	5
1.6.	Non-Existenz des Nürnberger Trichters	5
2.	Ubiquitous und Pervasive Technologie	6
2.1.	Ubiquitous Computing: Idee von Mark Weiser.....	6
2.2.	Technologie: Smartphone, iPod, PDA, iTV	7
3.	Didaktische Ansätze für pervasive e-Education	8
3.1.	Person Centered Learning.....	8
3.2.	Student-Centered Learning (SCL)	9
3.3.	Student Centered e-Learning (SCeL).....	10
3.4.	„Pervasive“ Lernobjekte	10
3.4.1.	Vorwissensfragen.....	12
3.4.2.	Selbstevaluierungsfragen	14
3.4.3.	Doppelt adaptierende Lernobjekte	15
4.	Ausblick.....	17
5.	Glossar	18
6.	Literatur.....	18

1. Einführung

1.1. Veränderung der Bildungslandschaft

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in Verbindung mit dem Einsatz so genannter „Neuer Medien“ verändern unsere Bildungslandschaft nachhaltig. Allerdings sollte stets bedacht werden, dass menschliches Lernen per se ein kognitiver Grundprozess ist, und von jedem Individuum *selbstständig* durchlaufen werden muss (Holzinger, 2000a). Umfassende

Bildung kann durch Einsatz elektronischer Technologien – auch wenn diese noch so ausgefeilt sind – keinesfalls ersetzt – jedoch sinnvoll und effizient ergänzt und unterstützt werden.

1.2. Schockierend: Medien haben keinen Einfluss auf das Lernen?

Den Umstand dass „Medien das Lernen nicht ersetzen können“ hat bereits Richard E. Clark 1994 in seinem treffend betiteltem Beitrag *„Media Will Never Influence Learning“* beschrieben (Clark, 1994), der seinerseits auf den Beiträgen von Robert B. Kozma aus dem Jahr 1993 (Kozma, 1993) und vor allem auf Gavriel Salomon aus dem Jahr 1984 (Salomon, 1984) aufbaut. Clark fasst in seinem Beitrag zusammen, dass empirische Unterschiede beim Vergleich medialer Lernangebote vor allem auf die *Methode*, das so genannte „treatment“ zurückzuführen sind – *nicht* auf das Medium. Das technische Medium ist laut Clark lediglich *Transportmittel* und – überspitzt formuliert – nahezu irrelevant für den eigentlichen Lernprozess. Aber auch andere Befunde der klassischen Lernforschung (vgl. z.B. (Alesandrini, 1984), (Weidenmann, 1994)) zeigen, dass die kognitiven Prozesse, die zum nachhaltigen Lernen erforderlich sind, vielmehr durch die Methode – vor allem durch die *Strukturierung des Inhalts* im jeweiligen medialen Angebot – beeinflusst.

Wenn dem so ist, dann werden sich die Leserinnen und Leser nun fragen, wozu sie sich überhaupt mit technologiegestütztem Lernen beschäftigen – und damit überhaupt weiterlesen – sollen.

1.3. Wo liegen die Chancen?

Unsere großen Chancen beim Einsatz neuer Technologien liegen zusammengefasst in drei großen Bereichen (Holzinger, 1997), (Holzinger & Maurer, 1999), (Holzinger, 2000a), (Holzinger, 2000b):

- 1) Sichtbarmachung von Vorgängen, die wir mit klassischen Medien (z.B. der grünen Tafel) nicht darstellen können (wie z.B. Simulationen, Animationen, Visualisierungen);
- 2) rascher Zugriff auf Information an jedem Ort zu jeder Zeit; und vor allem
- 3) motivationale Effekte.

An dieser Stelle müssen wir allerdings noch ein weiteres wichtiges Grundkonzept einführen und zwar die Idee der Lernobjekte.

1.4. Idee der Lernobjekte

Als Lernobjekt bezeichnen (Hodgins, 2001) und (Wiley, 2001) entsprechend granulierbare, abgrenzbare, kleinste (noch) sinnvolle Lerneinheiten. Grundlage dieser Idee ist die Atomtheorie von Demokrit (gr. Demokritos, * 460 v. Chr. in Abdera, Thrakien; † 371 v. Chr.), die Theorie der „Information chunks“ von Miller (Miller, 1956) und die OO-Theorie (Objekt Orientierung) der Informatik (Dahl & Nygaard, 1966).

Weitergeholffen hat der Idee der Lernobjekte der Erfolg der allseits bekannten LEGO Bausteine: „All LEGO blocks adhere to one absolute standard for pin size. Every LEGO piece, no matter what shape, color, size, age, or purpose can always be snapped together with any other piece because of their uniformly shaped pins. This allows children of all ages to create, deconstruct, and reconstruct LEGO structures easily and into most any form they can imagine. If we map this to the world of learning content, we start to see the opportunities that would result if we were able to have the same standards and capabilities to reuse and assemble or disassemble content drawn from any source at any time (Hodgins, 2001)“.

Die Grundidee dabei ist die Reusability, d.h. die Wiederverwendbarkeit der Objekte. Der Schlüssel zur Verwendbarkeit solcher Lernobjekte sind Metadaten, die das Objekt selbst beschreiben (Saddik et al., 2000), (Holzinger, Kleinberger & Müller, 2001), (Holzinger, 2001b).

Ohne Metadaten, die exakt beschreiben, wie, wo, wann, für wen usw. das Lernobjekt einsetzbar ist, sind solche Objekte natürlich völlig unbrauchbar. Auch müssen Lernobjekte in sich geschlossen sein, damit sie in unterschiedlichen Kontexten überhaupt wiederverwendet werden können. Erst hier kann von einem so genannten Reusable Learning Object (RLO) gesprochen werden (Anido et al., 2002), (Holzinger, Wascher & Steinmann, 2003), (Polsani, 2003). Obwohl die Idee der Lernobjekte brilliant ist, hat sie enorme Schwachpunkte und unterliegt – nicht zu unrecht – heftiger Kritik. Jedenfalls ist hier noch großer Forschungsbedarf gegeben.

1.5. Aber: Lernen ist ein Prozess – kein Objekt!

Lernen ist ein kognitiver *Prozess* der von jedem Individuum selbsttätig durchlaufen werden muss (Skinner, 1954), (Gagne, 1965), (Holzinger, 2000a). Menschliches Lernen ist eben viel mehr als lediglich Abspeichern von Information; Lernen enthält die gesamte Wahrnehmung der Umwelt, vor allem aber die Verknüpfung mit Vorwissen (Erfahrung) und die Fähigkeit zum aktiven Problemlösen. Diese Tatsachen können nicht oft genug betont werden und führen unmittelbar zur Erkenntnis, dass der Nürnberger Trichter nicht existiert.

1.6. Non-Existenz des Nürnberger Trichters

Die Idee des so genannten Nürnberger Trichters ist eine Vorrichtung, mit der „Wissen“ direkt in das Gedächtnis „eingefüllt“ werden kann. Die Formulierung geht auf den Nürnberger Georg Philipp Harsdörffer (1653) zurück; darauf basiert die Redewendung „etwas eintrichtern“ oder „etwas eingetrichtert bekommen“ (Oberle & Wessner, 1998). Allein schon die Formulierung „Wissen“ übertragen ist strenggenommen falsch, denn es kann nur Information übertragen werden – das Wissen entsteht erst durch kognitive Verarbeitung in den Köpfen der Lernenden.

2. Ubiquitous und Pervasive Technologie

2.1. Ubiquitous Computing: Idee von Mark Weiser

Ubiquitous und pervasive sind sehr ähnliche Begriffe: **ubiquitous** (allgegenwärtig) ist etwas das praktisch überall vorhanden ist (omnipresent), wohingegen **pervasive** (durchdringend) etwas ist das praktisch überall als vorhanden empfunden wird. Deswegen werden die Worte ubiquitous und pervasive auch meistens parallel oder synonym verwendet.

Mark Weiser (1952–1999) hatte 1991 eine gradiose Idee: *“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it”* (Weiser, 1991). Nach seiner Vision wird der „Computer“, so wie wir ihn bis dato als Gerät kennen, durch verschwindende „intelligente“ Gegenstände ersetzt werden (Anmerkung des Autors: dieser Ausdruck ist etwas irreführend, denn Intelligenz ist etwas rein menschliches; von künstlicher Intelligenz sind wir noch sehr weit weg). Die zentrale Idee ist, dass Computer nicht Gegenstand der menschlichen Aufmerksamkeit sein sollen, sondern dass eine Art „Internet der Gegenstände“ den Menschen bei seinen Tätigkeiten (unmerklich) unterstützt.

In dieser Idee liegt der Schwerpunkt nicht auf der Technologieverliebtheit, die die Technologie in den Vordergrund schiebt, sondern auf das *Verschwinden der Technologie* aus unserem Fokus, d.h. dass wir Technologie als solche gar nicht mehr wahrnehmen. Beispiel: einen Kugelschreiber benutzen wir einfach, wir denken auch nicht mehr darüber nach, wie und wozu dieser zu verwenden ist. Wo auch immer Menschen mit Dingen sehr gut umgehen zu lernen, verschwindet die Wahrnehmung der Technologie (als Hürde). Der Hintergrund dieses Phänomens des „Verschwindens“ wurde in der Psychologie erforscht und beschrieben: Herbert Simon bezeichnete dieses Phänomen als *compiling*, Michael Polanyi sprach von einer *tacit dimension* und John Seely Brown nannte es *periphery*. Mark Weiser fasste zusammen: „... that only when things disappear ... are we freed to use them without thinking and so to focus beyond them on new goals (Weiser, 1998), (Weiser, 1999)“.

Obwohl strenggenommen der Begriff ubiquitous computing (in der Industrie wird der Begriff pervasive computing eher vorgezogen) sich ursprünglich auf klassische vernetzte Sensoren und Prozessoren (z.B. RFID-Chips) beschränkt (Mattern, 2001), kann durch den Aspekt der drahtlosen Vernetzung heute eine breite Palette an End-Geräten zu dieser Technologie gezählt werden.

2.2. Technologie: Smartphone, iPod, PDA, iTV

Das klassische Beispiel für „ubiquitäre Computer“ sind heutige Mobiltelefone. Hierbei wird der Begriff *Smartphone* für Handies mit Java-Fähigkeit verwendet. Der Einsatz von J2ME ist für die Entwicklung mobiler verteilter Anwendungen besonders sinnvoll, da es noch keinen einheitlichen Standard für mobile Endgeräte gibt und sich die unterschiedlichen Endgeräte auf eine Vielzahl unterschiedlicher Betriebssysteme stützen (Holzinger, 2005).

Beim *iPod* handelt es sich ursprünglich um einen tragbaren MP3-Player, wobei es mittlerweile eine Vielzahl verschiedener Varianten gibt, die selbst Videos in den Formaten MPEG-4 und H.264 wiedergeben können.

Ebenfalls gibt es eine Vielzahl an *Personal Digital Assistants (PDAs)*, die im Prinzip kleine tragbare Computer sind. Ursprünglich – und daher auch der Name digitaler Assistent – wurden die Anwendungen auf PDAs unter der Bezeichnung PIM (Personal Information Management) zusammengefasst und enthielten beispielsweise Adressbuch, Terminplaner, Kalender, Notizblock, Aufgabenplaner, e-Mail usw. In heutigen Geräten sind aber nicht nur weitere Anwendungen (Videoplayer, Officeprogramme usw.) vorhanden, sondern auch Kameras, Mikrofone und Mobiltelefone.

Als *i-TV* (interactive Television) wird interaktives Fernsehen bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine auf digitalem TV basierende Variante, die ein (interaktives) Eingreifen des End-Benutzers gestattet. Technisch ist die Voraussetzung für i-TV die Möglichkeit der digitalen Datenübertragung (Kabel-TV) und das Vorhandensein eines (ggf. breitbandigen) Rückkanals (Internet-Anschluß). Für den Empfang solcher digitalen Programme wird eine so genannte Set-

Top-Box benötigt, mit der die Zusatzinformationen aufbereitet werden. Die Navigation erfolgt über eine spezielle Fernbedienung und/oder eine i-TV-Tastatur. Als technische Plattform für interaktives Fernsehen ist die Multimedia Home Platform (MHP) des Digital Video Broadcast (DVB) Projekts in Europa Standard.

3. Didaktische Ansätze für pervasive e-Education

Besondere Herausforderungen und Möglichkeiten im Rahmen von e-Education stellt dabei nicht der bloße Einsatz neuer Technologien dar, sondern insbesondere die Umsetzung psychologischer Lern- und Motivationsmodelle mit Hilfe neuer Technologien, sowie die Berücksichtigung von informations- und kommunikationstechnologischen Ansätzen zur optimalen Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen (wie z.B. Student-Centered e-Learning, SCeL).

3.1. Person Centered Learning

Der Ursprung dieses Ansatzes kommt aus der personenzentrierten Gesprächsführung und wurde vom amerikanischen Psychologen Carl R. Rogers (1902-1987) begründet (Rogers, 1959), (Motschnig-Pitrik & Nykl, 2003). Rogers erkannte in seiner Praxis, dass die Art der Konversation, Wertschätzung, Verständnis und die Atmosphäre einen wesentlichen Beitrag für seine erfolgreiche Beratung hatte. In Anlehnung an seine Erfahrung als Lehrender erkannte er allerdings auch, dass diese Faktoren insbesondere auch in Gruppensituationen erfolgreich sind. Zahlreiche empirische Untersuchungen zeigten die Wirksamkeit dieses personenzentrierten Unterrichts, der später auch als *studentenzentrierter Unterricht* bezeichnet wurde. Das Grundprinzip des Erfolges ist *unterstützende*, akzeptierende und förderliche Atmosphäre, in der die Lehrenden in die Rolle eines Facilitators (to facilitate = ermöglichen) schlüpfen. Auch hier steht das Lösen realer Probleme im Vordergrund (Rogers, 1983). Die Einstellung von Carl Rogers kommt durch dieses Zitat am besten zum Ausdruck:

“The only man who is educated is the man who has learned how to learn; the man who has learned how to adapt and change; the man who has realized that no knowledge is secure, that only the process of seeking knowledge gives a basis for security. Changingness, a reliance on

process rather than upon static knowledge, is the only thing that makes any sense as a goal for education in the modern world.”

Interessant ist auch die Einstellung von Carl Rogers zur Motivation, die ja definitiv eine der Hauptfaktoren für erfolgreiche Lernprozesse darstellt (Maslow, 1943), (Schank, 1994), (Holzinger & Motschnik-Pitrik, 2005). Nach Rogers gibt es eine einzige Motivationsquelle: die Aktualisierungstendenz, die eine den Menschen innewohnende Tendenz zur Entwicklung all seiner Möglichkeiten darstellt.

3.2. Student-Centered Learning (SCL)

Der so genannte studentenzentrierte Ansatz geht direkt auf Roger's Person Centered Learning zurück. Dieser Ansatz stützt sich auf gut dokumentierte Untersuchungen im Hochschulbereich (Baxter & Gray, 2001), die zeigten, dass Studierende bessere (akademische) Fortschritte erzielten, wenn diese:

1. Ein gewisses Maß an Freiheiten für ihre persönlichen Interessen bekamen;
2. ein hohes Maß an Verantwortung für selbstständiges Lernen erhielten; und
3. persönliche, bedürfnisorientierte Unterstützungen durch einen „Coach“ erhielten.

Student-Centered Learning wurde in vielen verschiedenen Bereichen erfolgreich eingesetzt (Carlile et al., 1998), (Baxter & Gray, 2001). Die Prinzipien umfassen stets folgende Punkte:

- Studierende sollen sich aktiv an der Bestimmung ihrer Lernziele beteiligen, d.h. sie gestalten die Lehrveranstaltung mit.
- Problemstellungen sind authentisch (real-life problems).
- Studierende sollen in der Problemlösung ein persönliches Weiterkommen bzw. einen für sie persönlich wichtigen Schritt erkennen.
- Studierende sollen freien Zugang zu einem breiten Spektrum an Informationen haben (z.B. Internet, Online-Bibliothek, Zeitschriften-Datenbanken usw.); in der Informationssuche werden sie vom Lehrenden (Coach) unterstützt.

- Lehrende fungieren als Coach und stehen zu vereinbarten Zeiten zur Unterstützung zur Verfügung.
- Lehrende begleiten die Lernprozesse ihrer Studierenden und schaffen ein positives und lernförderliches Klima, das auf drei Grundhaltungen basiert: 1. Transparenz, 2. Akzeptanz und 3. ganzheitliches Verstehen der Studierenden.
- Das Lernen selbst soll stets eingebettet in soziale Prozesse erfolgen, bei denen verschiedene Sichtweisen vermittelt und erfahren werden.

3.3. Student Centered e-Learning (SCeL)

Dieser Ansatz geht davon aus, dass der traditionelle SCL Ansatz, durch e-Learning Technologien unterstützt wird. Basierend auf Untersuchungen von (Motschnig-Pitrik & Holzinger, 2002) wird die informationsvermittelnde Rolle der Lehrenden durch elektronische Informationsbeschaffung (z.B. durch das Web) abgelöst, während in den Präsenzphasen Gruppendiskussion und gemeinsames Problemlösen in den Vordergrund tritt. Idealerweise unterstützt dieser Ansatz kleinere Gruppen, die an einem gemeinsamen real-life Projekt arbeiten und wo die Studierenden die Möglichkeiten haben ihre jeweiligen Vorkenntnisse einzubringen (Ryback, 1998).

3.4. „Pervasive“ Lernobjekte

Wie in der Einführung dargestellt haben Lernobjekte ihren historischen Ursprung im Objekt Orientierten Paradigma (OOP) der Informatik (Dahl & Nygaard, 1966), (Booch, 1994). Meistens wird dabei ein Lernobjekt als *“a granular, reusable chunk of information that is media independent”* definiert. Diese Definition, die auf die Firma Cisco aus dem Jahr 2001 (Cisco e-Learning Glossary – nicht mehr online verfügbar) ist sehr herausfordernd, denn darin stecken einige bis dato immer noch nicht wirklich gelöste Fragen. Um nur drei zu nennen:

Wann ist ein Lernobjekt von der richtigen Granularität?

Wann ist es wirklich wieder verwendbar?

Wann ist ein Lernobjekt tatsächlich medienunabhängig?

Interessant ist in dieser Definition vor allem der Begriff **information chunk**. Dieser geht ursprünglich zurück auf (Miller, 1956); In diesem Sinne verstehen wir unter einem „chunk“ eine bedeutungstragende **Informationseinheit**. Das so genannte *Chunking* ist ein wichtiges Konzept in der Lernpsychologie und ist die Organisation von Information in Form von Bildung von Informationseinheiten höherer Ordnung (Beispiel Jahreszahl: die Ziffern 1, 9, 5 und 8 können als vier getrennte Informationseinheiten oder als Jahreszahl 1958 – als eine einzige Informationseinheit – interpretiert und im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden können, vgl. (Simon, 1974)).

Ein etwas weiter gefasster Begriff ist der Begriff **Medienobjekt**, der im Bereich des elektronisch unterstützten Lernens und Lehrens (e-Learning) definiert wird als *“digital media designed and/or used for instructional purposes (South & Monson, 2001)”*. Solche Objekte bilden den eigentlichen Content und reichen von einfachen Textelementen bis zu hochkomplexen, interaktiven Animationen und Simulationen (Holzinger & Ebner, 2003).

Welche Definition wir auch immer wählen, die Grundidee von Lernobjekten ist es, komplexe Lerninhalte (Content) auf Objektebene – ähnlich wie in der objektorientierten Programmierung – hinunterzuberechnen. Wichtige technische Eigenschaften sind Austauschfähigkeit (Interoperability) und Wiederverwertbarkeit (Reusability), vgl. dazu (Holzinger, 2001a).

Damit ein Lernobjekt (siehe Abbildung 1) einem lerntheoretisch adequaten Ansatz entspricht muss es nicht nur Lerninhalte (content) und Metainformation (metadata) enthalten, sondern auch Vorwissensfragen (pre-knowledge questions) und Selbstevaluierungsfragen (self-evaluation questions).

Nur das sichert die **Interaktion** der Lernenden, die für erfolgreiches Lernen zwingend notwendig ist (Holzinger, 2000a), (Holzinger & Motschnik-Pitrik, 2005).



Abbildung 1: Beispiel der Struktur eines so genannten "Cameleon Learning Objects" (CaLO) nach Holzinger & Nischelwitzer (2004)

3.4.1. Vorwissensfragen

Vorwissensfragen (pre-knowledge questions) haben im Lernobjekt die Funktion von **advance organizers**. Der Begriff *advance organizer* wurde von (Ausubel, 1960) geprägt. Dabei handelt es sich um einen instruktionspsychologischen Ansatz in Form einer „Vorstrukturierung“, die dem eigentlichen Lernmaterial vorangestellt werden. Allerdings driften die Forschungsbefunde auseinander: die ältere Forschung betont, dass ein Advance Organizer nur dann wirksam wird, wenn dieser tatsächlich auf einem höheren Abstraktionsniveau als der Text selbst liegt, d.h. lediglich eine inhaltliche Zusammenfassung des nachfolgenden Textes ist noch keine Vorstrukturierung. Solche Vorstrukturierungen, die analog zu den Strukturen des Textes aufgebaut sind, bringen bessere Ergebnisse bei der inhaltlichen Zusammenfassung als solche, die zwar inhaltlich identisch, aber nicht in diesem Sinn analog aufgebaut sind.

Andererseits hebt die jüngere Forschung hervor, dass sich konkrete, d.h. weniger abstrakt formulierte Vorstrukturierung auf das Behalten längerer Texte positiv auswirkt. Sie aktivieren demnach das vorhandene Vorwissen und verbinden sich damit zu einer „reichhaltigen Vorstellung“ – einem mentalen Modell (vgl. dazu (Ausubel, 1968), (Kralm & Blanchaer, 1986), und (Shapiro, 1999)).

Das Konzept der advance organizer ist verwandt mit dem **Schema-Modell** kognitiver Informationsverarbeitung. Die Bezeichnung „Schema“ entstammt einer Studie zum „Erinnern“ von (Bartlett, 1932). Schemata spielen eine wichtige Rolle bei der sozialen Wahrnehmung, beim Textverstehen, beim begrifflichen und schlußfolgernden Denken und beim Problemlösen.

Bower, Clark, Winzenz & Lesgold (1969) wiesen beispielsweise nach, dass bei systematischer Einordnung von Begriffen in hierarchische Begriffsgruppen die Erinnerungsleistungen wesentlich verbessert werden.

Ähnlich wie die Schmemata funktioniert auch die Theorie der Frames und Slots nach Anderson (Anderson, Reder & Lebiere, 1996). Die Wissensrepräsentation mit Hilfe von Frames stellt eine **objektorientierte Wissensrepräsentation** dar und zeigt Ähnlichkeiten zwischen menschlichem Gedächtnis und wissensbasierenden Informationssystemen.

Objekte der realen Welt werden durch so genannte Frames dargestellt. Die Eigenschaften der Objekte werden in den Frames in so genannten Slots (Leerstellen) gespeichert. Der Tatsache, dass es in der realen Welt mehrere unterschiedliche Objekte eines Objekttyps gibt, wird mit Hilfe von generischen Frames und deren Instanzen Rechnung getragen.

Ein generischer Frame hält für jedes Attribut, mit dem ein Objekt beschrieben wird, einen Slot bereit. In einer Instanz des generischen Frames wird nun jedem Slot – entsprechend für das Attribut für das er steht – ein Wert zugeordnet.

Die Beziehung zwischen einem generischen Frame und einer Instanz wird mit Hilfe des „is-a“-Slot hergestellt. Im Beispiel ist im „is-a“-Slot gespeichert, dass es sich bei Katharina um ein Kind handelt. In den übrigen Slots sind jeweils Werte zu den Attributen gespeichert.

Diese Theorien besagen, dass Lernende besser lernen, wenn die Information assoziativ organisiert ist, denn: die Lernenden bauen neue Information stets auf alten Informationen (Vorwissen) auf. Bereits (Piaget, 1961) bezeichnete Schemata als grundlegende Bausteine zum Aufbau von Wissen.

3.4.2. Selbstevaluierungsfragen

Selbstevaluierung macht es für Lernende möglich, ihren Lernerfolg direkt zu messen und zu vergleichen (Bloom, Hastings & Madaus, 1971). Nach (Burton et al., 1991) die Schwierigkeit von Multiple-Choice Fragen kann durch die Änderung der Alternativen geändert werden, je feiner die Alternativen sind, desto feinere Unterscheidungen muss der Student machen um die korrekte Antwort zu finden. Normal dauert es auch viel länger um eine Essayfrage zu beantworten als eine Multiple-Choice Frage. Folgend, können Studenten mehr Multiple-Choice Fragen in der gleichen Zeit beantworten als Essayfragen. Lehrer können das nutzen, um breiter den Kursinhalt in kürzerer Zeit abzufragen. Ein wichtiger Punkt auch ist die Benotung, da Multiple-Choice das Auswerten von Test stark beschleunigt und damit die Resultate viel schneller an die Studenten gegeben werden können, so dass schon während des Kurses sehr schnell Feedback gegeben werden kann (Burton et al., 1991). Abbildung 2 zeigt Auschnitte mobiler Lernobjekte (Holzinger, Nischelwitzer & Meisenberger, 2005), die unter Verwendung von User-Centered Design Methoden entwickelt wurden (Nischelwitzer, Holzinger & Meisenberger, 2005):



**Abbildung 2: Beispiel für ein Mobile Interactive Learning Object (MILO):
Startbildschirm, Lerninhalt und Selbstevaluierung**

3.4.3. Dreifach adaptierende Lernobjekte

Neben der 3-Kernstruktur der Lernobjekte (Abbildung 1) spielt die Adaptierung der Lernobjekte eine wesentliche Rolle, die auf drei Ebenen erfolgt:

- Ebene 1: Hardwareadaptierung (z.B. Device Conversion)
- Ebene 2: Location Adaptation (z.B. Kontakt zu anderen Lernenden)
- Ebene 2: Useradaptierung (z.B. User Conversion)

Ebene 1: Hardwareadaptierung

Je nachdem auf welchem Endgerät (Papier, Smartphone, iPod, PDA, iTV, Tablet-PC, Desktop-PC) ein CaLO dargestellt wird, muss es sich unterschiedlich adaptieren bzw. verschiedene Zustände einnehmen. Das wird rasch deutlich, wenn wir uns allein die Display-Auflösung einiger End-Geräte ansehen:

- Web (1024 x 768 bis 1600 x 1200 Pixel)
- TV, iTV (640 x 480 Pixel)
- PDA (320 x 240 Pixel)
- Mobile, Handy (160 x 132 Pixel)

Nicht nur der Lerninhalt sondern auch alle weiteren Elemente des CaLOs müssen angepasst werden – so auch die Vorwissensfragen, die Selbstevaluierung, die Metainformationen (ein Subset der Gesamten) und natürlich auch die weiterführenden Informationen. Zum Beispiel macht es keinen Sinn, auf einem mobilen Device (Handy) ein Lernvideo welches für iTV konzipiert und entwickelt wurde als weiterführende Information anzubieten. Zusätzlich sind auch je nach Device spezielle Eigenheiten zu beachten. Zum Beispiel wäre für das Handy der Einsatz von Audicons (Nischelwitzer & Janisch, 2005), Earcons und Tactons (Brewster & Brown, 2004) sehr wohl sinnvoll, unter iTV wären Tactons völlig fehl am Platz.

Ebene 2 Location Adaptation

Nicht nur die Adaption der Datenübertragung, die Displayanpassung (z.B. Hörsaal versus Sandstrand), sondern vor allem der Kontakt zu anderen Lernenden und Lehrenden ist darunter zu verstehen (über die Location findet man z.B. auch andere Lernende die am gleichen Thema interessiert sind bzw. Experten: Kooperation Lernende/Lernende oder Lernende/Lehrende, Community based Learning); über die Location können sich Inhalte direkt anpassen, z.B. ob sich die Lernenden im Labor, im Physiksaal, am Krankenbett, in einer Biologieexkursion oder im Museum befinden. Daraus können auch Ableitungen für die Ebene 1 ergeben. Durch Verwendung von Audio Devices (z.B. iPod Shuffle) wird dadurch nicht nur ein pervasive sondern auch ein *invisible learning* möglich (Stichwort: text-to-speech).

Ebene 3: Useradaptierung

Neben der ersten Hardwareadaptierung müssen sich solche CaLO (Cameleon Learning Objects) auch noch an den User anpassen. Dazu kommunizieren die CaLOs untereinander und informieren die weiteren Objekte über das aktuelle Wissen ihres Schülers. Dabei nutzt zum Beispiel das CaLO(t) die Information aller CaLOs(t-1) bis CaLOs(t-n) die schon gänzlich oder teilweise bearbeitet wurden. Dabei gewinnen Die CaLOs vor allem durch die Vorwissensfragen, die bearbeiteten Lerninhalte und die Selbstevaluierungsfragen an Userwissen. Dadurch können sich die „Cameleon Learning Objects“ direkt an den User adaptieren und wenn starke Wissenslücken erkannt werden sich selbst stark erweitern oder noch zusätzliche CaLOs einbinden. Ähnliche Konzepte (Franz & Nischelwitzer, 2004) gibt es zum Beispiel auch im „multimedia digital Storytelling“, wo sich die Geschichte je nach Interesse des Users nach Information (Daten und Fakten) und Exformation (Gefühle und Randinformationen) an den User anpasst.

4. Ausblick

Die gezeigten Beispiele zeigen, dass noch enorm viel Forschungsarbeit in Bezug auf Design, Entwicklung und didaktischem Einsatz von Lernobjekten durchgeführt werden muss. Dabei ist es unerlässlich Erkenntnisse aus Psychologie und Informatik zusammenfließen zu lassen. Traditionsgemäß erfolgt dies im Fach Human-Computer Interaction (Mensch-Maschine Interaktion). Daher wird Forschung in diesem Fach für e-Education unverzichtbar.

Aber: so spannend auch immer Forschung mit neuen Technologien ist, und was auch immer gemacht wird, es muss uns stets klar sein: Lernen ist ein kognitiver Grundprozess, den jedes Individuum selbst durchlaufen muss – Technologie kann menschliches Lernen lediglich unterstützen – *nicht* ersetzen!

Wichtig ist dabei – wie schon der Name e-Education optimal ausdrückt – den *gesamten Bildungsprozess* inklusive die durch die neuen Medien entstehende *Lehr-Lern-Kultur* zu erforschen.

Die Analyse psychologischer Aspekte pädagogischen Handelns in und außerhalb von Bildungsinstitutionen muss dabei stets im Verbund auf drei Ebenen erfolgen:

- Makroebene (Bildungssysteme und ihre Rahmenbedingungen),
- Mesoebene (Wirkung und Vergleich institutioneller Bedingungen) und auf der
- Mikroebene (Erforschung technologiegestützter Bildungs- und Lernprozesse).

Dabei sind sowohl Fragen der *Effektivität* (Ausmaß der Zielerreichung) und der *Effizienz* (Kosten-Nutzen Relation) notwendig, die unter dem Stichwort „Mehrwerte“ zusammengefasst werden können. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Psychologie und Informatik ist dabei zwingend erforderlich, weil nicht nur Forschung, sondern stets auch Entwicklung (Research & Development) betrieben werden muss, d.h. die Forschungsergebnisse müssen jedenfalls auf systemischer Ebene einfließen.

5. Glossar

E-Education ... darunter verstehen wir alle Formen von elektronischen bzw. elektronisch gestützten Bildungsangeboten für praktisch alle Zielgruppen in allen Bildungsebenen (Primar-, Sekundar – und Tertiärbereich)

Pervasive ... aus lat. pervadere = durchdringen, durchdringend

Ubiquitous ... aus lat. ubique = überall, allgegenwärtig

RLO ... Reusable Learning Object

i-TV ... interactive Television (interaktives Fernsehen)

PDA ... Personal Digital Assistant

CaLO ... Chameleon Learning Object

OOP ... Objektorientiertes Paradigma

SCL ... Student Centered Learning

SCeL ... Student Centered e-Learning

6. Literatur

Alesandrini, K. L. (1984), Pictures and adult learning. *Instructional Science*, 13, 1, 63-77.

Anderson, J. R., Reder, L. M. & Lebiere, C. (1996), Working Memory: Activation Limitations on Retrieval. *Cognitive Psychology*, 30, 3, 221-256.

Anido, L. E., Fernandez, M. J., Caeiro, M., Santos, J. M., Rodriguez, J. S. & Llamas, M. (2002), Educational metadata and brokerage for learning resources. *Computers & Education*, 38, 4, 351-374.

Ausubel, D. P. (1960), The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.

Ausubel, D. P. (1968), *Educational psychology: A cognitive view*, New York, Holt, Rinehart & Winston.

Bartlett, F. C. (1932), *Remembering*, London, Cambridge University Press.

- Baxter, S. & Gray, C. (2001), The application of student-centred learning approaches to clinical education. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36, 396-400.
- Bloom, B. S., Hastings, J. T. & Madaus, G. F. (1971), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.*, San Francisco (CA), McGraw Hill.
- Booch, G. (1994), *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*, Redwood City (CA), Benjamin/Cummings.
- Brewster, S. & Brown, L. M. (2004), Tactons: structured tactile messages for non-visual information display. *Proceedings of the fifth conference on Australasian user interface - Volume 28*. Dunedin, New Zealand, Australian Computer Society, Inc.
- Burton, S. J., Sudweeks, R. R., Merrill, P. F. & Wood, B. (1991), How to Prepare Better Multiple-Choice Test Items: Guidelines for University Faculty. Online at: <http://testing.byu.edu/faculty/handbooks.asp>, last access:
- Carlile, S., Barnet, S., Sefton, A. & Uther, J. (1998), Medical problem based learning supported by intranet technology: a natural student centred approach. *International Journal of Medical Informatics*, 50, 1-3, 225-233.
- Clark, R. E. (1994), Media will never influence Learning. *Educational Technology, Research and Development*, 42, 2, 21-29.
- Dahl, O.-J. & Nygaard, K. (1966), SIMULA: an ALGOL-based simulation language. *Communications of the ACM*, 9, 9, 671-678.
- Franz & Nischelwitzer (2004), Adaptive Digital Storytelling: A Concept for Narrative Structures and Digital Storytelling build on Basic Storytelling Principles, Adaptive Story Schemas and Structure Mapping Techniques. Proceedings of: Multimedia Applications in Education Conference - Mapec 2004, Graz, Austria, 28-33.
- Gagne, R. M. (1965), *The Conditions of Learning*, New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Hodgins, W. (2001), Draft Standard for Learning Object Metadata IEEE P1484.12/D6.1, 18th April 2001. *IEEE Standards*.
- Holzinger, A. (1997), Computer-aided Mathematics Instruction with Mathematica 3.0. *Mathematica in Education and Research*, 6, 4, 37-40.
- Holzinger, A. (2000a), *Basiswissen Multimedia Band 2: Lernen. Kognitive Grundlagen multimedialer Informations Systeme* (www.basiswissen-multimedia.at), Würzburg, Vogel.
- Holzinger, A. (2000b), Effektivität von Multimedia - Motivation, Aufmerksamkeit und Arousal. *GMW FORUM, Zeitschrift der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft*, 1, 00, 10-13.
- Holzinger, A. (2001a), Interoperabilität und Metadaten (1): Lösungen um relevante Daten leicht zu finden. *Computer Kommunikativ*, 26, 5, 14-16.
- Holzinger, A. (2001b), Interoperabilität und Metadaten. Workshop am 2. Business Meeting „Forum Neue Medien“ in Wien, 7.6.2001. Online at: <http://serverprojekt.fh-joanneum.at/sp/thema/meta/metadaten.pdf>, last access:
- Holzinger, A. (2005), Java 2 Mobile Edition (J2ME). *PCNEWS*, 92, 3-4, 10-11.
- Holzinger, A. & Ebner, M. (2003), Interaction and Usability of Simulations & Animations: A case study of the Flash Technology. Proceedings of: Interact 2003, Zurich, 777-780.
- Holzinger, A., Kleinberger, T. & Müller, P. (2001), Multimedia Learning Systems based on IEEE Learning Object Metadata (LOM). Proceedings of: ED-Media World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Tampere (Finland), 772-777.

- Holzinger, A. & Maurer, H. (1999), Incidental learning, motivation and the Tamagotchi Effect: VR-Friends, chances for new ways of learning with computers. Proceedings of: Computer Assisted Learning, CAL 99, London, 70.
- Holzinger, A. & Motschnig-Pitrik, R. (2005), Considering the Human in Multimedia: Learner-Centered Design (LCD) & Person-Centered e-Learning (PCeL). In: Mittermeir, R. T. (Ed.) *Innovative Concepts for Teaching Informatics*. Vienna, Carl Ueberreuter, 102-112.
- Holzinger, A., Nischelwitzer, A. & Meisenberger, M. (2005), Mobile Phones as a Challenge for m-Learning: Examples for Mobile Interactive Learning Objects (MILOs). Proceedings of: Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication (PerCom 05), Kauai Island (HI), 307-311.
- Holzinger, A., Wascher, I. & Steinmann, C. (2003), Design and Development of a LO-Editor for the Virtual Medical Campus Graz. In: Bode, A., Desel, J., S., R. & M., W. (Eds.) *Lecture Notes in Informatics (LNI), Volume P-37, DeLFI 2003*. Bonn, Köllen Verlag, 440-449.
- Kozma, R. B. (1993), Will Media Influence Learning: Reframing the Debate. *Educational Technology Research and Development*, 42, 2, 7-19.
- Kralm, C. & Blanchaer, M. (1986), Using an advance organizer to improve knowledge application by medical students in computer-based clinical simulations. *Journal of Computer Based Instruction*, 13, 71-74.
- Maslow, A. H. (1943), A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Mattern, F. (2001), Pervasive/Ubiquitous Computing. *Informatik-Spektrum*, 24, 3, 145-147.
- Miller, G. A. (1956), The magical number seven, plus or minus two: Some limits of our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Motschnig-Pitrik, R. & Holzinger, A. (2002), Student-Centered Teaching Meets New Media: Concept and Case Study. *IEEE Journal of Educational Technology & Society*, 5, 4, 160-172.
- Motschnig-Pitrik, R. & Nykl, L. (2003), Toward a Cognitive-Emotional Model of Rogers's Person-Centered Approach. *Journal of Humanistic Psychology*, 43, 4, 8-45.
- Nischelwitzer, A., Holzinger, A. & Meisenberger, M. (2005), Usability and User-Centered Development (UCD) for Smart Phones - the Mobile Learning Engine (MLE) a User Centered Development Approach for a Rich Content Application. *Human Computer Interaction International (HCII)*. Las Vegas, Nevada USA, Lawrence Erlbaum Associates.
- Nischelwitzer, A. & Janisch, G. (2005), AUI WALK – Online Usability Test Application for Performance Analysis of Auditory Mappings. *HCI International*. Las Vegas, USA, Lawrence Erlbaum Associates.
- Oberle, T. & Wessner, M. (1998), *Der Nürnberger Trichter - Computer machen Lernen leicht!* Alsbach, Leuchtturm.
- Piaget, J. (1961), *On the development of memory and identity*, Worchester (MA), Clark University Press.
- Polsani, P. R. (2003), Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*, 3, 4.
- Rogers, C. R. (1959), A Theory of Therapy, Personality, and Interpersonal Relationships, as Developed in the Client-Centered Framework. In: Koch, S. (Ed.) *Psychology: A Study of a Science, Vol. 3*. London, Mc Graw-Hill.
- Rogers, C. R. (1983), *Freedom to Learn for the 80's*, New York, Charles E. Merrill Publishing.

- Ryback, D. (1998), *Putting Emotional Intelligence to Work*, Boston (MA), Butterworth-Heinemann.
- Saddik, A. E., Ghavam, A., Fischer, S. & Steinmetz, R. (2000), Metadata for smart multimedia learning objects. Proceedings of: Proceedings of the Australasian conference on Computing education, Melbourne, Australia, 87-94.
- Salomon, G. (1984), Television is "easy" and print is "tough". *Journal of Educational Psychology*, 76, 647-658.
- Schank, R. C. (1994), Active learning through multimedia. *IEEE Multimedia*, 1, 1, 69-78.
- Shapiro, A. M. (1999), The relationship between prior knowledge and interactive overviews during hypermedia-aided learning. *Journal of Educational Computing Research*, 20, 2, 143-167.
- Simon, H. A. (1974), How big is a chunk? *Science*, 183, 482-488.
- Skinner, B. F. (1954), The Science of Learning and the Art of Teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 2, 86-97.
- South, J. B. & Monson, D. W. (2001), A university-wide system for creating, capturing, and delivering learning objects. Online at: <http://reusability.org/read/chapters/south.doc>, last access:
- Weidenmann, B. (1994), Psychologie des Lernens mit Medien. In: Weidenmann, B. & Krapp, A. (Eds.) *Pädagogische Psychologie*. Weinheim, Beltz PVU, 495-554.
- Weiser, M. (1991), The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 265, 3, 94-104.
- Weiser, M. (1998), The future of ubiquitous computing on campus. *Communications of the ACM*, 41, 1, 41-42.
- Weiser, M. (1999), The computer for the 21st century. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications*, 3, 3, 3-11.
- Wiley, D. A. (2001), Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: Wiley, D. A. (Ed.) *The instructional use of learning objects*, available at <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. New York, Agency for Instructional Technology and the Association for Educational Communications and Technology, 35.