

Andreas Holzinger

Human-Computer Interaction

Usability Engineering im Bildungskontext

Moderne Informationstechnologie im Bildungskontext ermöglicht raschen Zugriff auf immer mehr Daten. Mehr Daten heißt aber nicht mehr Information. Mehr Information heißt erst recht nicht mehr Wissen. Während die technische Performanz steigt, stößt die kognitive Performanz der Lernenden rasch an ihre Grenzen. Die zunehmende Informationsflut bei steigender Komplexität der Inhalte lassen daher Benutzbarkeit (Usability) nicht mehr als Zusatznutzen erscheinen, sondern vielmehr als zentralen Erfolgsfaktor. Grundvoraussetzung dafür ist ein Verständnis für Problemstellungen an der Nahtstelle von Informatik und Psychologie. Grundlagen dazu kann das Fach Human-Computer Interaction (HCI) einbringen, die im Usability Engineering (UE) praktisch umgesetzt werden. Der Schwerpunkt dabei liegt auf der Gestaltung der Interaktion Mensch-Computer. Dazu benötigen wir zunächst einen kurzen Überblick über die historische Veränderung dieser Interaktion. Danach lernen wir, ausgehend von den prinzipiellen Unterschieden zwischen Mensch und Computer, einige Grundlagen die zur Gestaltung informationstechnischer Interfaces wichtig sind.



Quelle: TU Graz

L3T Lehrbuch für
Lernen und Lehren
mit Technologien
<http://l3t.eu> M. Ebner und S. Schön (Hrsg.)

#usability

#einfuehrung

#informatik

Version vom 1. Februar 2011



Jetzt Pate werden!

Für dieses Kapitel wird noch ein Pate gesucht,
mehr Informationen unter: <http://l3t.eu/patenschaft>

1. Einführung

Human-Computer Interaction (HCI) ist ein erst seit rund 30 Jahren etabliertes Teilgebiet der Informatik, das mit der Verbreitung so genannter grafischer Benutzeroberflächen (Shneiderman, 1983) entstand und seit Beginn versucht, die Brücke zwischen Informatik und Psychologie zu verbreitern.

Während die klassische HCI-Forschung (Card et al., 1983; Norman, 1986) sich auf das Zusammenspiel zwischen Mensch-Aufgabe-Computer konzentrierte, widmet sich die neuere HCI-Forschung, neben der Erforschung neuer Interaktionsparadigmen, zum Beispiel intelligente, adaptive, personalisierte Benutzeroberflächen, Augmented Non-Classical Interfaces, aber auch Social Computing, vor allem der Erhöhung der Effektivität und Effizienz des Zusammenwirkens menschlicher und technischer Performanz. Und genau damit wird HCI-Wissen grundlegend zur Optimierung technologiegestützten Lehrens und Lernens (Niegemann et al., 2008), insbesondere im Bereich der Interaktion zwischen zukünftigen semantischen Technologien und menschlichen Wissensräumen (Cuhls, Ganz & Warnke, 2009).

2. Interaktion und Interaktivität

Interaktion ist eigentlich ein psychologischer Begriff und bezeichnet einen auf der Basis gewisser Erwartungen, Einstellungen und Bewertungen beruhenden Austausch (von Information) auf sprachlicher oder nichtsprachlicher (symbolischer) Ebene. Interaktion ist also eng mit dem Begriff Kommunikation verbunden. Darum wird im Deutschen HCI auch oft als **Mensch-Computer Kommunikation** bezeichnet. Interaktivität hingegen ist ein technischer Begriff der Möglichkeiten und Eigenschaften des Computers bezeichnet, den Benutzern verschiedene Eingriffs-, Manipulations- und Steuerungsmöglichkeiten zu ermöglichen (Abbildung 1).

Interaktivität wird zu einem didaktisch wichtigen Teil des technologiegestützten Lernens gezählt (Schulmeister, 2002), insbesondere weil Interaktivität die Möglichkeit bietet, dass die Endbenutzerinnen und Endbenutzer die Auswahl, die Art und die Präsentation von Informationen manipulieren und damit ihrem individuellen Vorwissen und Bedürfnissen anpassen können. Das war allerdings nicht immer so. Zu Beginn der Computertechnik war die Interaktivität sehr beschränkt, Computer hatten weder Bildschirm noch Tastatur: Eingabedaten wurden mit Lochkarten in Stapelverarbeitung (engl. „batch pro-

cessing“) an den Rechner übergeben, die sequentiell abgearbeitet wurden und als Ergebnis Ausgabedaten auf Lochkarten erzeugten.

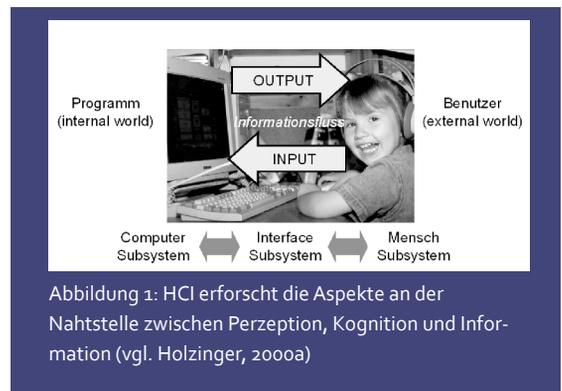


Abbildung 1: HCI erforscht die Aspekte an der Nahtstelle zwischen Perception, Kognition und Information (vgl. Holzinger, 2000a)

Character Based User Interfaces

Die Verwendung von Bildschirm (vom Fernseher) und Tastatur (von der Schreibmaschine) als Computer-Interfacegeräte waren ein wichtiger Schritt: Zeichen sind nun von dem was sie darstellen unabhängig und können daher auf unterschiedlichste Weise realisiert werden. Anstatt einen Stapel von Aufträgen auf Lochkarten vorgefertigt zu liefern, und auf das Ergebnis zu warten, wird die Aufgabe nun Schritt für Schritt im Dialog erledigt. Somit wird nicht nur die Durchführung der eigentlichen Aufgabe, sondern die Entwicklung der Aufgabenstellung im Dialog mit den Computer unterstützt. Das ist eine ganz wesentliche Voraussetzung für Lernprogramme. Allerdings, anfangs noch als Dialogsysteme mit Kommandozeileninterpreter (Command line Interpreter, Shell). Dies waren die ersten User Interfaces, die bereits Text in der Kommandozeile einlesen, diesen Text als Kommando interpretieren und ausführen konnten. So können Programme gestartet, Parameter und Dateien übergeben werden. Die Realisierung als eigenständiges Programm führte schnell zu Verbesserungen zum Beispiel durch Fehlerbehandlungsroutinen und Kommandounterstützung. Waren Computerbenutzerinnen und Computerbenutzer anfangs noch ausgewiesene Expertinnen und Experten, wird nun – gerade auf Grund der immer breiteren Gruppe von Endbenutzerinnen und Endbenutzern – die Benutzeroberfläche selbst zum Gegenstand von Forschung und Entwicklung. Damit war die Basis geschaffen, HCI an unterschiedlichste Dialogprinzipien anpassen zu können.

Graphical User Interfaces (GUI)

Die immer breitere Anwendung von Computern in der Öffentlichkeit verlangte, dass die zeichenbasierte Unabhängigkeit der Dialogsysteme noch weiter abstrahiert wird, weil auch andere als alpha-numerische Zeichen für die Darstellung und den Dialog verwendet werden können: Grafische Elemente, die analog zum alltäglichen Arbeiten, durch zeigen, nehmen, verschieben oder ablegen manipuliert werden können, so genannte WIMP (kurz für Windows, Icons, Menus, Pointers). Diese WIMP-Interaktion, die sich als „Desktop-Metapher“ an unterschiedliche Arbeitsumgebungen anpassen kann und über „Point & Click“ und „Drag & Drop“ benutzbar ist, eröffnete dem technologiegestützten Lernen einen ungeheuren Schub. Kommt doch diese „direkte Manipulation“ virtueller Objekte den kognitiven Konzepten der Benutzerinnen und Benutzer sehr entgegen. GUI und Desktop sind Kernparadigmen der HCI, die zwar kontinuierlich erweitert und verbessert werden (zum Beispiel Toolbars, Dialogboxen, adaptive Menüs), aber vom Prinzip her konstant bleiben. Eine Konstanz, die ein wichtiges Prinzip unterstützt: Reduktion kognitiver Überlastung. Bestehen GUI zwar aus grafischen Elementen, so bleiben im Hintergrund abstrakte, zeichenbasierte Beschreibungen von Prozessen, die grundsätzlich unabhängig von der Art der Darstellung sind und daher auch über unterschiedlichste Interfaceprinzipien realisiert werden können.

Erweiterte WIMP Interfaces: SILK (Speech, Image, Language, Knowledge)

Der Desktop als Metapher ist nicht für alle Anwendungsbereiche ideal. Durch die Einbindung von Multimedia (zum Beispiel Sprache, Video, Gesten) in das GUI und der Integration mobiler und zunehmend pervasiver und ubiquitärer Technologien, also Computer, die in Alltagsgegenständen eingebettet sind und als solche gar nicht mehr erkennbar sind, werden Alternativen zu WIMP nicht nur möglich sondern auch notwendig. Hier können quasi-intelligente, semantische Funktionen integriert werden, wodurch ein weiterer wichtiger Schritt erfolgte: Wenn Interfaces unterschiedlichste Metaphern unterstützen müssen und die Metapher an unterschiedliche Benutzerinnen und Benutzer, Medien, Endgeräte und Situationen angepasst werden muss, bedarf es einer Standardisierung der Interfacemechanismen und einer entsprechenden Beschreibung (zum Beispiel durch XUL – XML User Interface Language), die über unterschiedliche Werkzeuge realisiert werden können.



GUI und Desktop sind Kernparadigmen der HCI, die zwar kontinuierlich erweitert und verbessert werden (zum Beispiel Toolbars, Dialogboxen, adaptive Menüs), aber vom Prinzip her konstant bleiben.

Non-Classical Interfaces

Desktop und WIMP Interfaces beruhen auf der Nutzung der klassischen Interface-Geräte (zum Beispiel Bildschirm, Tastatur und Maus), die Schritt für Schritt bei Beibehaltung ihrer Grundstruktur erweitert, zum Beispiel für SILK oder für andere Metaphern, und adaptiert werden. Die Leistungsfähigkeit der Computer und die zunehmende Unabhängigkeit der Interfaces integrieren damit Schritt für Schritt auch andere Ein- und Ausgabegeräte und Interaktionsmechanismen wie zum Beispiel Sprache und Gesten. Unsere klassischen Sinne Sehen und Hören können damit durch weitere „körperbewusste“ (engl. „proprioceptive“) Modalitäten wie Berühren/Tasten, Schmecken, Riechen, aber auch Temperatur, Gleichgewicht, Schmerz oder Aufmerksamkeit ergänzt werden. Solche „Non-Classical Interfaces“ haben sich daher zu einem wichtigen Forschungsbereich entwickelt. Damit wird der Mensch als Ganzes in die Interaktion miteinbezogen, was zu neuen Möglichkeiten des Lehrens und Lernens führt (ein aktuelles Beispiel ist die Nintendo Wii mit der Wiimote; Holzinger et al., 2010).



Moderne Interfaces erlauben nicht nur die Interaktion des Menschen mit dem Computer mit herkömmlichen Eingabegeräten, sondern versuchen haptische Möglichkeiten zu berücksichtigen.

Intelligente Adaptive semantische Interfaces

Da heutige Computersysteme zunehmend alle Lebensbereiche durchdringen und sich die Interaktivität zunehmend vom klassischen Schreibtisch wegbewegt, verbreiten sich neue ubiquitäre, pervasive Möglichkeiten für das Lehren und Lernen (Safran et al., 2009). In Zukunft werden Benutzeroberflächen mit intelligenten, semantischen Mechanismen ausgestattet werden, die den Benutzerinnen und Benutzern bei der Erledigung der immer größeren Vielfalt und Komplexität von Aufgaben des täglichen Lernens und wissensintensiven Arbeitens unterstützen (zum Beispiel Suchen, Ablegen, Wiederfinden oder Vergleichen). Diese Systeme passen sich dynamisch an die Umgebung, Geräte und vor allem ihre Benutzerinnen und Benutzer und deren Präferenzen an (Holzinger & Nischelwitzer, 2005). Entsprechende Informationen werden für die Gestaltung der Interaktion in Profilen gesammelt und ausgewertet (User pro-

filig). Ebenso erlaubt die steigende technische Performanz die Multimedialität und Multimodalität voranzutreiben, wodurch man sich von der Desktop Metapher immer weiter entfernen kann. Damit können adaptive Systeme realisiert werden, bei denen die Systeme selbst mit der Umgebung intelligent interagieren und semantische Information verarbeiten und so die User Interfaces der jeweiligen Situation, den Bedürfnissen, dem Kontext und den vorhandenen Endgeräten anpassen (Holzinger et al., 2006).

Web 2.0 als Ausgangspunkt der veränderten HCI

Mit dem Aufkommen des Web 2.0 (O'Reilly, 2005, 2006) veränderte sich die Interaktion – weg vom klassischen „Personal Computing“. Die Benutzerinnen und Benutzer sind nicht mehr passive Informationskonsumenten, sondern erstellen aktiv Inhalte, bearbeiten und verteilen und vernetzen sich darüber hinaus mit anderen („Social Computing“). Obwohl der Begriff Web 2.0 keine rein technische Entwicklung bezeichnet, werden einige Ansätze aus der Informatik unmittelbar damit verbunden, wie zum Beispiel RSS-Feeds (Really Simple Syndication) zum schnellen Informationsaustausch für die einfache und strukturierte Veröffentlichung von Änderungen auf Websites (zum Beispiel Blogs) in einem standardisierten Format (XML). Oder beispielsweise AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) als mächtiges Konzept der asynchronen Datenübertragung zwischen einem Browser und einem Server. Damit hat man die Möglichkeit in einem Browser ein desktop-

ähnliches Verhalten zu simulieren. Damit ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für E-Learning-Anwendungen. Ein Beispiel: Studierende lernen meistens erst kurz vor der Prüfung, dann aber meistens massiert, das heißt kurz aber nahezu Tag und Nacht. Aus der klassischen Lernforschung ist aber bekannt, dass über das Semester verteiltes Lernen wesentlich wirkungsvoller ist. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass durch entsprechenden und gezielten Einsatz eines Blogs dieses verteilte Lernen "erzwungen" werden kann, was nicht nur zu einer besseren Prüfungsleistung führte, sondern auch nachhaltiges Lernen förderte (Holzinger, Kickmeier & Ebner, 2009). Wir wollen uns nun aber in aller Kürze einiger Grundregeln für benutzergerechte HCI zuwenden.

3. Grundregeln für benutzergerechte HCI

Wenn wir uns mit der Interaktion, Perception und Kognition von Information durch den Menschen beschäftigen, müssen wir einige wesentliche Unterschiede zwischen Mensch und Computer kennen. Während Menschen die Fähigkeit zum induktiven, flexiblen Denken und komplexen Problemlösen auszeichnet, zeigen Computer bei deduktiven Opera-

! Usability ist nicht nur die – wie das Wort ins Deutsche übersetzt wird – schlichte „Gebrauchstauglichkeit“. Usability setzt sich nämlich aus Effektivität, Effizienz und der Zufriedenheit der Endbenutzerinnen und Endbenutzer zusammen.

Mensch	Computer
Empfindlichkeit für Reize (visuelle, auditorische, taktile, olfaktorische)	Präzises Zählen und Messen physikalischer Größen
Fähigkeit zum induktiven Denken und komplexen Problemlösen	Deduktive Operationen, formale Logik, Anwenden von Regeln
Bildung von vernetztem Wissen und Behalten über große Zeiträume	Speichern großer Datenmengen, die nicht aufeinander bezogen sind
Flexibilität bei Entscheidungen, auch in neuartigen Situationen	Zuverlässige Reaktion auf eindeutig definierte Eingangssignale
Entdecken unscharfer Signale, auch vor einem Rauschhintergrund	Zuverlässige und ermüdungsfreie Performanz über langen Zeitraum

Tabelle 1: Grober Vergleich Mensch-Computer (vgl. Holzinger, 2000b)

tionen und logischen Aufgaben ermüdungsfreie Performanz (siehe Tabelle 1).

HCI und Usability

Zur Interaktion zwischen Mensch und Computer gibt es einige Elemente, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass funktionale als auch ästhetische Elemente zusammenwirken sollten. Brauchbarkeit (usefulness), Benutzbarkeit (usability) und Ästhetik (enjoyability) sollten ausgewogen zusammenwirken.

Usability – was ist das eigentlich?

Effektivität wird darin gemessen, ob und in welchem Ausmaß die Endbenutzer ihre Ziele erreichen können. Effizienz misst den Aufwand, der zur Erreichung dieses Ziels nötig ist. Zufriedenheit schließlich ist gerade im E-Learning wichtig, denn es enthält subjektive Faktoren wie „joy of use“, „look and feel“ und „motivation and fun“ („enjoyability“). Usability

wird demnach durch optimales Zusammenspiel von Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit für einen bestimmten Benutzerinnenkontext und Benutzerkontext gemessen.

In den folgenden vier Aufzählungen soll exemplarisch klar werden, worauf es in der Usability ankommt:

- ▶ **Orientierung** (zum Beispiel Übersichten, Gliederungen, Aufzählungszeichen, Hervorhebungen, oder Farbbereiche) dienen dazu, sich zurechtzufinden. Die Endbenutzer müssen stets zu jeder Zeit genau erkennen, wo sie sich befinden und wo sie „hingehen“ können.
- ▶ **Navigation** (zum Beispiel Buttons oder Links) helfen den Endbenutzern sich zu bewegen und gezielt bestimmte Bereiche anzuspringen, zum Beispiel über eine Navigationsleiste. Die Navigation muss logisch, übersichtlich, rasch und konsistent (immer gleichartig) erfolgen. Sprichwort: „What ever you do, be consistent“ (das gilt auch für Fehler: solange dieser konsistent ist, fällt dieser nicht so sehr auf).
- ▶ **Inhalte** (zum Beispiel Texte, Bilder, Töne, Animationen oder Videos) sind die Informationen, die vermittelt werden sollen (Content). Hier gelten alle Grundregeln der menschlichen Informationsverarbeitung. Alle Inhalts-Elemente müssen entsprechend aufbereitet werden. Text muss kurz und prägnant sein. Anweisungen müssen eindeutig und unmissverständlich sein.
- ▶ **Interaktions-Elemente** (zum Beispiel Auswahlménüs, Slider oder Buttons) ermöglichen gewisse Aktionen zu erledigen. Sämtliche Interaktionen müssen den (intuitiven) Erwartungen der Endbenutzer entsprechen.

Usability-Engineering-Methoden sichern den Erfolg

Eine breite Palette an Usability-Engineering-Methoden (UEM) sichern erfolgreiche Entwicklungsprozesse (siehe Holzinger, 2005). Ein Beispiel dafür ist: Der Ansatz „User-Centered Design“ (UCD) ori-



Das Tool (E-Learning Umgebung) und der Content (Lerninhalt) müssen einen maximalen Nutzen (Lernerfolg) bringen.

entiert sich an Bedürfnissen, Fähigkeiten, Aufgaben, Kontext und Umfeld der Endbenutzer, die von Anfang an in den Entwicklungsprozess mit einbezogen werden. Daraus entwickelte sich das „Learner-Centered Design“ (LCD), das sich auf den Grund-

lagen des Konstruktivismus (Lernen als konstruktive Informationsverarbeitung) und des problembasierten Lernen stützt. Ähnlich wie beim UCD fokussiert sich das LCD auf das Verstehen der Lernenden im Kontext.

Ähnlich wie im User-Centered Design wird bei dieser Methode ein spiralförmiger (iterativer) Entwicklungsprozess durchlaufen, der aus drei Phasen besteht. In jeder Phase kommen spezielle Usability-Methoden zum Einsatz, die Einblick in die Bedürfnisse, das Verhalten und den Kontext der Endbenutzer erlauben (zum Beispiel: Wer? Was? Wann? Wozu? Wie? Womit? Warum?). So kann eine genaue Kenntnis der Lernenden gewonnen werden: Ziele, Motivation, Zeit, Kultur, Sprache, Voraussetzungen Vorwissen und weiteres.

Es wird jeweils zum nächsten Schritt übergegangen, wenn kein nennenswerter Erkenntnisgewinn mehr erzielt wird. Wichtig ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Personen, wie zum Beispiel Fachexpertin/innen, Didaktiker/innen, Multimedia Expertin/innen und Usability-Ingenieure – und den Lernenden! Selten fallen alle Rollen in einer Person zusammen. Während der Analysen wird klar, welches didaktische Modell für den jeweiligen Kontext am besten geeignet ist und welche pädagogischen Konzepte angewandt werden können, die die Lernenden



„Thinking aloud“ beschreibt eine Methode bei dem zumeist 4-5 Testpersonen gebeten werden, ein Programm oder einen Programmablauf zu testen und dabei gebeten werden ihre Gedanken laut auszusprechen.

im Zielkontext mit der jeweiligen Zieltechnologie (zum Beispiel Mobiltelefon, iPod oder iTV) bestmöglich unterstützen. Mit Hilfe eines ersten Prototypen kann Einsicht in viele Probleme gewonnen werden. Sehr bewährt hat sich so genanntes „Rapid Prototyping“, das auf papierbasierten Modellen beruht und enorme Vorteile bringt. Dabei kann das Verhalten der Endbenutzerinnen und Endbenutzer zum Beispiel mit der Lautdenken-Methode (engl. „thinking aloud“) untersucht werden.

Erst wenn auf Papierebene alles „funktioniert“ wird ein computerbasierter Prototyp erstellt, der dann wiederholt getestet wird. Erst wenn auch hier kein weiterer Erkenntnisgewinn erfolgt, kann die Freigabe für die Umsetzung der endgültigen Version gegeben werden. Papier in der Anfangsphase, das klingt seltsam ist aber extrem praktisch, weil wesent-

liche Interaktionselemente schnell erstellt und simuliert werden können, ohne dass bereits Programmierarbeit geleistet wird.

Lerninhalt – Metadaten – Didaktik

Damit E-Learning-Content einem lerntheoretisch adäquaten Ansatz entspricht, muss dieser nicht nur entsprechend aufbereitete Lerninhalte und Metainformation (Metadaten, das sind Informationen die zum Beispiel das Wiederfinden ermöglichen) enthalten, sondern auch noch einige weitere technische Voraussetzungen erfüllen. Ähnlich wie in der objektorientierten Programmierung (OOP), entstand die Grundidee von Lernobjekten, das heißt komplexe Lerninhalte (engl. „content“) auf Objektebene zu erstellen. Wichtige technische Eigenschaften solcher Objekte (die man sich zumindest wünscht) sind Austauschfähigkeit (engl. „interoperability“) und Wiederverwertbarkeit (engl. „reusability“). Dazu muss es aber nicht nur Lerninhalte und Metadaten enthalten, sondern auch Vorwissensfragen (engl. „prior knowledge questions“) und Selbstevaluierungsfragen (engl. „self-evaluation questions“). Vorwissensfragen haben im Lernobjekt die Funktion von **Advance Organizers** (Ausubel, 1960). Dabei handelt es sich um einen instruktionspsychologischen Ansatz in Form einer „Vorstrukturierung“, die dem eigentlichen Lernmaterial vorangestellt werden. Allerdings driften hier 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, das heißt 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, das heißt 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 (dazu Ausubel, 1968; Kralm & Blanchaer, 1986; Shapiro, 1999). Das Konzept der Advance Organizer ist verwandt mit dem Schema-Modell kognitiver Informationsverarbeitung (Bartlett, 1932). Schemata spielen eine wichtige Rolle bei der sozialen Wahrnehmung, beim Textverstehen, beim begrifflichen und schlussfolgernden Denken und beim Problemlösen.

Ähnlich wie Schemata funktioniert die Theorie der Frames und Slots nach Anderson (Anderson et al., 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 dabei 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

! Erfolgsregel: Alles was bereits in der Anfangsphase erkannt wird spart Zeit und Kosten! Der Return on Investment (ROI) liegt dabei zwischen 1:10 bis 1:100.

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. Be-

! „Bedienerfreundlichkeit“ wird im englischen Sprachraum nicht mit Usability bezeichnet. Der Begriff Usability setzt sich aus zwei Worten zusammen: use (benutzen) und ability (Fähigkeit), wird im deutschen mit „Gebrauchstauglichkeit“ übersetzt und umfasst weit mehr als nur Bedienerfreundlichkeit: In der ISO Norm 9241 wird Usability als das Ausmaß definiert, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer/innen in einem bestimmten Nutzungskontext (!) genutzt werden kann, um deren Ziele effektiv und effizient zu erreichen.

reits (Piaget, 1961) bezeichnete Schemata als grundlegende Bausteine zum Aufbau von Wissen.

Was bringt Usability?

Ein Usability-orientierter Prozess schafft Erfolgssicherheit, deckt Risiken frühzeitig auf und sichert eine endbenutzerzentrierte Entwicklung.

In der Praxis: Evaluation von Systemen und Software

Für die Praxis ist die Evaluation, also die Beurteilung von Systemen und Software wichtig. Eine Evaluation sollte stets systematisch, methodisch und prozessorientiert durchgeführt werden.

Es wird unterschieden zwischen **formativer** Evaluation (während der Entwicklung) und **summativer** Evaluation (nach Fertigstellung). **Subjektive** Evaluation schließt die mündliche und die schriftliche Befragung und das laute Denken ein. **Objektive** Evaluation bedient sich der anwesenden und abwesenden Beobachtung.

Bei **leitfadensorientierten** Evaluationsmitteln wird das Produkt entlang eines Prüflitfadens beurteilt, der sich aus typischen Aufgaben des Systems ergibt. Bei der Erfassung der Messwerte können verschiedene Skalen (zum Beispiel Nomi-

nalskala, Rangskala, Verhältnisskala) verwendet werden, die unter bestimmten Voraussetzungen durch eine Skalentransformation ineinander übergeführt werden können. Messungen sollen sich stets durch hohe Reliabilität (Zuverlässigkeit), Validität (Gültigkeit) und Objektivität (Sachlichkeit) auszeichnen. Als Beurteilungsverfahren (Zuweisung von Werten) werden Grading (Einstufung), Ranking (Reihung), Scoring (Punktevergabe) und Apportioning (Aufteilung, Zuteilung) verwendet. Eine quantitative Beurteilung (Vorteil: leichte Vergleichbarkeit von Systemen) kann durch Schulnoten erfolgen, aber oft wird es auch umgekehrt gemacht: Mehr ist besser. Multimedia-Systeme können systematisch mit Checklisten beurteilt werden.

Usability-Engineering-Methoden machen nicht nur Probleme sichtbar, sondern generieren in der Entwicklungsphase neue Ideen und Möglichkeiten – denn Usability Engineering stellt den Menschen in den Fokus der Entwicklung!

4. Ausblick

So spannend auch immer Forschung und Entwicklung neuer Technologien zur Unterstützung menschlichen Lernens ist, 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. Unsere großen Chancen beim Einsatz neuer Technologien liegen zusammengefasst in drei großen Bereichen (Holzinger, 1997; Holzinger & Maurer, 1999; Holzinger, 2000a):

- ▶ Sichtbarmachung von Vorgängen, die wir mit klassischen Medien (zum Beispiel der Schultafel) nicht darstellen können (wie zum Beispiel interaktive Simulationen, Animationen, Visualisierungen);
- ▶ intelligenter Zugriff auf Information an jedem Ort zu jeder Zeit (zum Beispiel M-Learning) und schließlich
- ▶ motivationale Effekte (das heißt Motivation,



Überlegen Sie wie man mit zukünftigen Computersystemen in Dialog treten könnte? Denken Sie dabei an schon vorhandene Interfaces, zum Beispiel Wii Remote Controller, was ist dort besonders gut gelungen? Was wird unterstützt? Was könnte damit alles gemacht werden?

Steuerung der Aufmerksamkeit und „Arousal“ (Anregung) durch entsprechenden Medieneinsatz).



Gehen Sie systematisch Ihre persönliche Arbeitsumgebung durch (also jene Dinge die Sie selbst als Lernunterstützung verwenden) und bewerten Sie diese mit der Schulnotenskala (1 „sehr gut“ bis 5 „nicht genügend“) anhand der folgenden ausgewählten Kriterien

- ▶ Technische Performanz - funktioniert alles schnell, zügig und ohne viel zu klicken?
- ▶ Klarheit - sind alle Funktionen sofort, einfach und unmissverständlich erkennbar?
- ▶ Konsistenz - ist alles durchgängig, einheitlich und an der erwarteten Stelle?
- ▶ Attraktivität - ist das „look and feel“ ansprechend, fühlen Sie sich wohl?
- ▶ Fehlertoleranz - werden Eingabefehler tolerant behandelt, ist stets ein Zurück möglich?

Technologiegestütztes Lehren und Lernen erfordert es, den gesamten Bildungsprozess inklusive die durch die neuen Medien entstehende Lehr-Lern-Kultur zu betrachten. Fragen der Effektivität (Ausmaß der Zielerreichung) und der Effizienz (Kosten-Nutzen Relation) sind notwendig. HCI-Forschung versucht einen kleinen Beitrag dazu zu leisten und UE versucht die Erkenntnisse auf systemischer Ebene einfließen zu lassen.

Literatur

- ▶ Anderson, J. R.; Reder, L. M. & Lebiere, C. (1996). Working Memory: Activation Limitations on Retrieval. In: Cognitive Psychology, 30, 3, 221-256.
- ▶ Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. In: Journal of Educational Psychology, 51, 267-272.
- ▶ Bartlett, F. C. (1932). Remembering. London: Cambridge University Press.

- ▶ Card, S. K.; Moran, T. P. & Newell, A. (1983). *The psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass..
- ▶ Cuhls, K.; Ganz, W. & Wärnke, P. (2009). Foresight Prozess. Im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts. URL: http://www.bmbf.de/pub/Foresight-Prozess_BMBF_Zukunftsfelder_neuen_Zuschnitts.pdf [2010-08-08].
- ▶ Holzinger, A. & Maurer, H. (1999). Incidental learning, motivation and the Tamagotchi Effect: VR-Friends, chances for new ways of learning with computers. Paper presented at the Computer Assisted Learning, CAL 99, London.
- ▶ Holzinger, A. & Nischelwitzer, A. (2005). Chameleon Learning Objects: Quasi-Intelligente doppelt adaptierende Lernobjekte: Vom Technologiemodell zum Lernmodell. In: OCG Journal, 30(4), 4-6.
- ▶ Holzinger, A. (1997). A study about Motivation in Computer Aided Mathematics Instruction with Mathematica 3.0. In: *Mathematica in Education and Research*, 6(4), 37-40.
- ▶ Holzinger, A. (2000a). *Basiswissen Multimedia Band 2: Lernen. Kognitive Grundlagen multimedialer Informationssysteme. Das Basiswissen für die Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts*. Würzburg: Vogel, URL: <http://www.basiswissen-multimedia.at> [2010-10-18].
- ▶ Holzinger, A. (2000b). *Basiswissen Multimedia Band 3: Design. Entwicklungstechnische Grundlagen multimedialer Informationssysteme*. Würzburg: Vogel, URL: <http://www.basiswissen-multimedia.at> [2010-10-18].
- ▶ Holzinger, A.; Nischelwitzer, A. & Kickmeier-Rust, M. D. (2006). Pervasive E-Education supports Life Long Learning: Some Examples of X-Media Learning Objects. Paper presented at the World Conference on Continuing Engineering Education. Wien, URL: <http://www.wccce2006.org/papers/445.pdf> [2010-10-18].
- ▶ Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M.D. & Ebner, M. (2009). Interactive Technology for Enhancing Distributed Learning: A Study on Weblogs. In: *Proceedings of HCI 2009 The 23rd British HCI Group Annual Conference*, 309–312. Cambridge University, UK, British Computer Society
- ▶ Holzinger, A.; Softic, S.; Stickel, C.; Ebner, M.; Debevc, M. & Hu, B. (2010). Nintendo Wii Remote Controller in Higher Education: Development and Evaluation of a Demonstrator Kit for e-Teaching. In: *Computing & Informatics*, 29(3), 601-615.
- ▶ Kralm, C. & Blanchaer, M. (1986). Using an advance organizer to improve knowledge application by medical students in computer-based clinical simulations. In: *Journal of Computer Based Instruction*, 13, 71-74.
- ▶ Niegemann, H. M.; Domagk, S.; Hessel, S.; Hein, A.; Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen, Reihe: X.media.press*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- ▶ Norman, D. A. (1986). *Cognitive engineering*. In: D. Norman & S. Draper (Hrsg.), *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer interaction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass..
- ▶ O'Reilly, T. (2005). What is Web 2.0 – Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. URL: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html> [2010-08-08].
- ▶ O'Reilly, T. (2006). Web 2.0: Stuck on a name or hooked on value? In: *Dr Dobbs Journal*, 31(7), 10-10.
- ▶ Piaget, J. (1961). *On the development of memory and identity*. Worcester (MA): Clark University Press.
- ▶ Safran, C.; Ebner, M.; Kappe, F. & Holzinger, A. (2009). m-Learning in the Field: A Mobile Geospatial Wiki as an example for Geo-Tagging in Civil Engineering Education. In: M. Ebner & M. Schiefner (Hrsg.), *Looking Toward the Future of Technology-Enhanced Education: Ubiquitous Learning and the Digital Native.*, Hershey, PA: IGI Global, 444-454.
- ▶ Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia - Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. In: *it + ti - Informationstechnik und Technische Informatik*, 44(4), 193-199.
- ▶ Shapiro, A. M. (1999). The relationship between prior knowledge and interactive overviews during hypermedia-aided learning. In: *Journal of Educational Computing Research*, 20, 2, 143-167.
- ▶ Shneiderman, B. (1983). Direct manipulation: A step beyond programming languages. In: *IEEE Computer*, 16(8), 57-69.