

Auswirkungen der neuen Technologien auf die Pädagogik

Prof. Dr. M. Mühlhäuser, Universität Linz

1. Einführung

Die Diskussion um die Einführung neuer Technologien in der Aus- und Weiterbildung beschränkt sich häufig auf die Frage, wie Computer und Netz die Umsetzung bekannter pädagogisch-didaktischer Konzepte und Ziele verbessern können.

Im Gegensatz dazu werden nachfolgend zunächst globale Veränderungen skizziert, die durch neue Technologien möglich werden und die das Leben verändern, für welches die Lernenden ja geschickt gemacht werden sollen. Obwohl sich aufgrund der gebotenen Kürze diese Analyse auf den Aspekt Wirtschaft und Arbeitswelt beschränken muß, werden einige der resultierenden weitreichenden Herausforderungen an die Pädagogik ersichtlich. Daraus wird abgeleitet, wie sich Prozesse, Methoden und Rollenverteilung des Lehrens und Lernens verändern sollten.

Erst nach dieser Betrachtung wird klar, wie Computer und Netz im elektronischen Klassenzimmer sinnvoll eingesetzt werden müssen. Dazu werden Konzept und Realisierung des "Class / Conference Room of the Future" vorgestellt, der am "Ars Electronica Center" Linz unter der Verantwortung des Autors eingerichtet wurde.

2. Der Arbeitsplatz im globalen Dorf

Information als Wirtschaftsfaktor erfordert „Wissensarbeit“: Standortvorteile wie Infrastruktur und Ressourcennähe werden bei der dritten industriellen Revolution zweitrangig. Die extremen Innovationsraten und hochtechnischen Produkte bzw. Produktionsprozesse machen Information zu einem dominierenden Wirtschaftsfaktor. Je besser Information global zugänglich wird, desto leichter können bei einer Standortentscheidung niedrige Lohnkosten, Steuererleichterungen, geringe ökologische Auflagen und Nähe zu neuen Märkten berücksichtigt werden - allesamt schlechte Karten für die etablierten Industrienationen. Bessere Chancen am Arbeitsmarkt entspringen in diesem Umfeld nicht mehr der soliden Grundausbildung im Arbeitsgebiet, sondern den Fertigkeiten als „Wissensarbeiter“ [1]. Dabei bleibt die bekannte Herausforderung des lebenslangen Lernens nicht auf die klassische Weiterbildung beschränkt; vielmehr wird die 'just-in-time' Beschaffung von Information zu einem integralen Bestandteil jedes größeren Geschäftsprozesses. Diese Information soll einschlägig, hochaktuell und möglichst vollständig sein, aber auch effizient aufgearbeitet und an möglichst viele am Geschäftsprozeß Beteiligte vermittelt werden (zum Grund hierfür s. nächster Abschnitt). Die Information ist immer häufiger relativ frei im „Netz“ verfügbar, aber immer schwieriger in der exponentiell wachsenden Informationsmenge auffindbar.

Globalisierung der Märkte erfordert Telekooperations-Qualifikation: erleichterte Standortwechsel führen kaum zu Unternehmen, die komplett „nomadisieren“. Stattdessen verteilen sie sich, gründen Produktionsstätten im Ausland, schließen strategische Allianzen und betreiben „Outsourcing“. Telearbeiter und befristet hinzugezogene Experten bzw. Berater erhöhen die Effizienz und Flexibilität eines Unternehmens weiter. Hinzu kommt die Notwendigkeit, durch weltweite Marktpräsenz von stagnierenden heimischen Märkten unabhängiger zu werden und über hohe Stückzahlen Kosten zu senken. Infolge der Globalisierung von Produktion und Ver-

marktung müssen Mitarbeiter und Unternehmenspartner über Distanz intensiv und eng gekoppelt kooperieren. Der Transport der beteiligten Menschen *allein* reicht dabei so wenig aus wie die Verwendung herkömmlicher Kommunikationsmittel. Eine neue Qualität der rechnergestützten Telekooperation ist erforderlich, um vernetzte Unternehmen profitabel zu halten.

Neue Organisationsstrukturen erfordern Teamfähigkeit: Nicht nur die räumliche Dezentralisierung erfordert vermehrt Kooperation. Alle Organisationsformen in Management und Produktion, die in den letzten Jahren Beachtung fanden und zur „Verschlankung“ der Unternehmen beitragen sollten, stellten Teams als wichtigste Struktur in den Mittelpunkt. Zunehmend werden Teamarbeitsplätze als Büroräume (moderne Sitzungszimmer für kreative Teamarbeit) und sogar als Produktions-Stätten (vgl. „Swatch-Auto“) relevant. Die neuen Organisationsformen stellen allerdings erheblich höhere Anforderungen an die Mitarbeiter, z.B. was Verantwortung, Verständnis der Abläufe und Ziele, Kommunikationsfähigkeit etc. angeht.

Zusammenfassung und technologische Konsequenzen: Der Arbeitsmarkt der Zukunft fordert versierte Wissensarbeiter, die zeitgerecht und aufgabenorientiert Information aus einem Überangebot herausfiltern, aufarbeiten und weitergeben. Ihre Tätigkeit erfolgt vermehrt in Teams, zu deren effizienter Selbstorganisation sie wesentlich beitragen. In teilweise global verteilten Teams sind Teamworkmethoden und Telekooperationshilfsmittel versiert zu nutzen. Computer, Kommunikation und Multimedia verschmelzen zu einer „enabling technology“. Teamarbeitsplätze wie z.B. moderne *Sitzungszimmer* werden dabei immer häufiger genutzt.

3. Herausforderungen für die Pädagogik

3.1 Veränderungen der Lehre

In vielen Bildungsinstitutionen stehen schon grundlegende Rahmenbedingungen den genannten globalen Herausforderungen diametral entgegen: Anstatt „Wissensarbeiter“ heranzubilden, müssen sich konkurrierende Institutionen daran messen lassen, inwieweit sie den Lernenden den Stoff optimal aufbereiten und möglichst noch per „superlearning“ subcutan injizieren. Praktisch alle Arten des Fernstudiums repräsentieren Einbahnstraßen oder zumindest asymmetrische Kommunikationspfade (z.B. Verteilung per Video, Rückfragen per E-Mail). Und bekanntlich züchten schulische Bewertungssysteme aller Art Einzelkämpfer heran, die sich heute hinter dem PC-Bildschirm vollends isolieren. Wenn die Bestandsaufnahme so ernüchternd ist, was ist dann zu tun? Zunächst einmal: Wissensarbeit, Telekooperation und Teamarbeit dürfen auf keinen Fall als „n-plus-erste“ Fächergruppe in die Curricula hineingezwängt werden. So wie diese Aspekte fast alle Facetten von Wirtschaft und Gesellschaft beeinflussen, so müssen sie orthogonal zu allen fachlichen Gegenständen die Bildung verändern.

Für die Lernenden und die Lehre heißt das: Lernende müssen sehr viel intensiver *Lernen zu lernen*, d.h. Information vernetzt aufzufinden, zu filtern und zu verarbeiten. „Vernetzt“ bezieht sich dabei auf drei Ebenen: auf der technischen Ebene steht das physische Netz als Online-Informationsquelle (z.B. das Internet-WWW [2]). Auf der zweiten Ebene steht der assoziative, interdisziplinäre Charakter der realen Welt - und somit der Informationen -, der in die Wissensarbeit einzubeziehen ist (die klassische fächerorientierte Bildung stellt hier erneut ein grundlegendes Hindernis dar). Ebene drei wird durch das Geflecht von kooperierenden Menschen repräsentiert, die in die Wissensarbeit involviert sind. Diese dritte Ebene schafft den engen Zusammenhang zwischen Wissensarbeit, Telekooperation und Teamarbeit. „Lernen zu lernen“ bedeutet „Lernen im Team zu lernen“, dabei das Netz als Informationsquelle und Telekooperationshilfsmittel zu nutzen und vernetzte PCs als „Assistenten“ einzusetzen, die dem Team bei der Arbeitsorganisation helfen.

Eine noch größere Herausforderung stellt das *Lernen zu lehren* dar. Wie bereits verdeutlicht, ist die Vermittlung von „just-in-time“ erworbenem Wissen in Zukunft mindestens ebenso wichtig wie dessen Akquisition. Dabei kann es nicht allein darum gehen, inhaltliche und rhetorische Aufbereitung sowie moderne Präsentationstechniken als zeitgerechte Fassungen der Vortragstechnik zu erlernen. Das „Lernen zu lehren“ muß in zwei Dimensionen wesentlich weiterreichen. Erstens müssen die verschiedensten Varianten zugänglich werden, welche Wissensvermittlung *attraktiver* gestalten - sei es erneut die aktive Einbeziehung der Teams von Lernenden, seien es adäquate instruktionelle Strategien [3], z.B. zur möglichst genauen Anpassung an Wissensstand und -defizit der Lernenden, sei es der wohl dosierte Einsatz zeitabhängiger Medien (Video, Audio, Animation ...) - um nur einige Beispiele zu nennen. Zweitens muß verstanden und beherrscht werden, daß Computer und Netz nicht nur Telekooperationsmedium der Zukunft und mehr oder minder intelligente, globale multimediale online-Bibliothek sind. Sie eignen sich auch hervorragend als Hilfsmittel für *situatives* Lernen im Sinne des „learning by doing“ in drei Facetten. *a) Situativ-analog*: immer mehr Geräte in Alltag und Beruf werden Mikroprozessor-gesteuert. Diese sehr „handgreifliche“ Funktion von Rechnern kann im schulischen Bereiche z.B. über LegoDacta™-Bausätze und die Logo-Programmiersprache sehr gut vermittelt werden (im CCF-Projekt z.B. an 12 Arbeitsplätzen möglich). *b) Situativ-digital*: immer mehr Bereiche unseres Lebens verlagern sich in „das Netz“: ob Journalisten ihre Beiträge in weltweiter Vernetzung voll digital erarbeiten oder „electronic commerce“ und Telebanking sich immer weiter etablieren, überall entstehen neue Möglichkeiten, an solchem „business im Netz“ als Lernender teilzunehmen. *c) Situativ-virtuell*: altbekannt sind schließlich die Möglichkeiten, mit Animationen, Simulationen und virtuellen („VR“-) Welten Prozesse der realen Welt zugänglich zu machen. Höhere Rechen-/Graphikleistung erlaubt dabei immer aussagekräftigere bzw. realistischere Modelle.

Lernen lernen	„vernetzt“	E.1: im (Computer-)Netz E.2: interdisziplinär, assoziativ E.3: kooperativ
Lehren lernen	„vernetzt“	s.o.
	„attraktiv“	- individuell: gemäß Wissensdefizit - didaktisch: nach passender inst. Strategie - multimedial: Inhalt und Lerner angepaßt
	„situativ“	- analog: quasi Mikroprozessor-Steuerung - digital: „business“ im Netz - simulativ: Modelle, VR-Welten

Die vorstehende Tabelle faßt die genannten Ziele nochmals zusammen. Die entsprechenden Fertigkeiten sind wichtiger als die Kenntnis spezifischer Computer und Netze. Diese sind allerdings als „Handwerkszeug“ zu beherrschen, auch ist ein umfassendes Technologiewissen auf hohem Abstraktionsniveau zur Bewertung von Möglichkeiten und Grenzen unabdingbar.

3.2 Veränderungen der LehrerInnen-Rolle

Wenn Lernende in die Rolle der Lehrenden schlüpfen, verändert sich auch die Rolle der ursprünglichen Lehrenden. Weniger denn je sind sie Quellen eines umfassenden Wissens, von denen erwartet würde, daß sie als Wissens-Vermittler die Information mehr oder minder über die zu Bildenden ausschütten in der Hoffnung, es möge möglichst viel davon hängen bleiben. Stattdessen werden sie mehr denn je zu „Mittlern“ zwischen Informationsquellen und Wissensarbeitern, die mit Ihrer Erfahrung dabei unterstützen, kooperativ zu lehren und zu lernen.

In diesen Veränderungen lockern sich auch die traditionellen Orts- und Zeitbeschränkungen. Lehr- und Lernprozesse, bei denen der Lehrer nur Mittler ist, lassen sich schwer in ein 45-Minuten-Raster zwängen. Interdisziplinäre Wissensarbeit macht es auch erforderlich, Spezialwissen hinzuzuziehen, welches lokal (klassischerweise bei einem anderen Fachlehrer) oder entfernt vorhanden ist. Der nahtlose Übergang zwischen Präsenz- und „Haus“-Arbeit wird durch die Telekooperationsmöglichkeiten im Netz unter den Lernenden ebenfalls erleichtert.

4. Das elektronische Klassenzimmer

Das CCF-Projekt am AEC Linz: Der Frage, wie ein elektronisches Klassenzimmer der Zukunft aussehen kann, ist der Autor mit seiner Abteilung im Rahmen eines Großprojektes in der Linzer Innenstadt nachgegangen. Dort wurde im September 1996 das Ars Electronica Center eröffnet, Museum der Zukunft und „Media Lab“ für Hochtechnologie-bezogene Aktivitäten. Der Autor konzipierte und realisierte mit seiner Abteilung ein ganzes Stockwerk des Centers, das „Knowledge Net“. Dieses ist der Wissensarbeit und dem Umgang mit Multimedia und Netz gewidmet. Im Zentrum steht der *Class / Conference Room of the Future CCF*, Prototyp eines elektronischen Klassen- und Sitzungszimmers [4]. Sein Entwurf beruht auf den ausgeführten Überlegungen und wird nachfolgend beschrieben.

4.1 Zentrale Konzepte der elektronischen Innenarchitektur

Das physische Klassenzimmer bleibt: Es besteht in der Fachwelt kein Zweifel daran, daß auch die beste Telekooperation die physische Begegnung nie ersetzen kann. Das Klassenzimmer als Ort der Begegnung wird also immer wesentlich bleiben. Durch die erwähnte Lockerung der Orts- und Zeitbeschränkung wird es möglich, Experten und entfernte Lernende besser einzubinden, sowie die Zeitspanne zwischen zwei physischen Begegnungen wo nötig (insbesondere im Fernunterricht) besser zu überbrücken. *Ergänzend* zum physischen Klassenzimmer wird das virtuelle Klassenzimmer, sogar das virtuelle Bildungsinstitut immer wichtiger. Dieses enthält (i.a. realisiert in VR-Technologie) Bibliotheken und andere Ressourcen, Begegnungsstätten im Netz, "Agenten" als Stellvertreter der Lehrenden und Lernenden etc. in Form von Multimedia-Daten und mobiler Software.

Klassenzimmer ist Sitzungszimmer: Wenn Aus- und Weiterbildung auf das eingangs geschilderte Leben im globalen Dorf vorbereiten soll, sollte der Ort des Lernens sinnvollerweise dem dortigen Arbeitsplatz ähneln. Wie erwähnt wird Teamarbeitsplätzen wie neuartigen Sitzungszimmern besondere Bedeutung zukommen. Heutige Klassenzimmer sind dagegen noch immer stark auf den Frontalunterricht zugeschnitten. Das elektronische Klassenzimmer sollte also ein Ort für Teamarbeit sein, ähnlich einem modernen Sitzungszimmer. In den nächsten Abschnitten wird diese bislang noch sehr allgemeine Forderung detailliert.

Flexible Konfiguration: Teamarbeit kann die verschiedensten Gruppengrößen und -anordnungen verlangen, lokal oder verteilt stattfinden etc. Daher wurde im CCF Linz sehr viel Aufwand in die Konzeption mobiler Einzelplätze gesteckt, die sich flexibel anordnen lassen. Die meisten Einzelplätze haben Trapezform und lassen sich so zu runden und halbrunden Teilkonfigurationen zusammenstellen.

Fünf Konfigurationen sind möglich: *Roundtable*, die Anordnung im Kreis oder (mit zusätzlichen rechteckigen Arbeitsplätzen) im Oval: Standardkonfiguration für größere Teams; *Taskforces*, wobei bis zu vier Trapezische im Halbrund vor einem Fokuspunkt (s.u.) gruppiert werden: für Arbeit in mehreren Kleingruppen; *Telepresence*, wobei alle Tische im "U" um die elektronische Wand (s.u.) gruppiert werden (auf der Wand können u.a. einzelne entfernte Teilnehmer oder ein entferntes Team eingeblendet werden, so daß der Eindruck entsteht,

ein entferntes elektronisches Klassenzimmer sei hinter einem großen Fenster in engster räumlicher Nähe hinzugefügt); *Mediation*, eine Reihenkonfiguration für eher herkömmlichen Unterricht; *Präsentation* als Sonderkonfiguration für andere Verwendungsformen des Raumes, z.B. Filmvorführungen (dabei werden alle Tische in seitliche Nischen verstaut und Sessel vor der elektronischen Wand angeordnet).

Laptops? PCs? Kabelsalat? Herausforderungen an Innenarchitektur und Hardwarekonfiguration entstanden durch die Forderung, für jeden Tisch modular erweiterbare Arbeitsstationen vorzusehen, um möglichst rasch auf Erfordernisse neuer Peripheriegeräte, Prozessoren etc. reagieren zu können. Umfangreiche Multimedia- und Netzperipherie war vorzusehen: ATM-Netzanbindung, lokale Digitalvideo-Ein-/Ausgabe und Audiounterstützung, Chipkartenleser, außerdem Haupt- und Peripheriespeicher für mehrere Betriebssysteme und gute Monitore (s.u.). All dies ließ den Einsatz von Laptops nicht zu. Andererseits mußte die Zahl der Kabel minimiert werden, die bei Umkonfigurationen umzustecken waren; daher konnten die Rechner nicht entfernt von den Tischen angebracht werden.

So wurde entschieden, die Rechner in das Tischdesign zu integrieren, wodurch die „Nabelschnur“ auf Strom- und Netzanschluß zusammenschumpfte. Das hatte auch den Vorteil, daß nach einer Rekonfiguration nicht unbedingt die alten Nabelschnur-Enden zusammengesteckt werden mußten. Ausgehend von den möglichen Tischkonfigurationen wurden im CCF-Boden verdeckte Steckdosen so geplant, daß die Zahl der Steckdosen nicht unwirtschaftlich groß wurde, andererseits für jede Konfiguration jeder Tisch „in der Nähe“ einer Steckdose zu stehen kommt.

Technische Details: für technisch Interessierte sei noch erwähnt, daß für die 16 CCF-Tische „normale“ Windows™-PCs (NT/W95) gewählt wurden, einerseits um bei „drohenden“ laufenden Neuerungen möglichst wenig gebundenes Kapital austauschen zu müssen, andererseits, weil die Spezialperipherie hierfür weitentwickelt und kostengünstig zu erhalten war. Bei der Netztechnologie wurde dagegen „in die Zukunft“ investiert, um möglichst lange einen fast immer sehr kostspieligen Systemwechsel zu vermeiden: hier wurde 155Mbps-ATM-Technik eingesetzt, mit transparenter Einbindung sowohl in das Internet als auch in das österreichische öffentliche ATM-Netz. Zudem sind ISDN-Videokonferenzen möglich.

LCD-Monitore: im Kampf gegen - im wörtlichen und übertragenen Sinn - „hinter den Monitoren isolierte“ Lernende dürfen natürlich nicht große Monitore die Sicht zu den stehenden oder sitzenden Teampartnern behindern. Andererseits sind ergonomische (große, flexibel positionierbare) Monitore für umfangreiche rechnergestützte Arbeit unerlässlich. Im Tisch eingelassene Monitore als Kompromiß zwischen erforderlicher Größe und möglichst ungehinderter Sicht auf Partner wurden verworfen zugunsten von *LCD-Monitoren* der neuesten Generation (14 Zoll, etwa vergleichbar herkömmlichen 17-Zoll-Monitoren), frei neig- und positionierbar (allerdings müssen mangels Verfügbarkeit für eine kurze Übergangsphase normale Monitore eingesetzt werden).

4.2 Wichtigste Entwurfsentscheidung: Fokalfpunkte

Wichtiger noch als die Entscheidung für flexible Tischkonfigurationen erachtet der Autor diejenige für die Einbeziehung eines Äquivalentes der „guten alten Tafel“: langjährige Erfahrungen im Unterricht wie in kreativer Teamarbeit machten deutlich, daß die fokussierende Wirkung eines „Ortes“, an dem der Unterrichts-/Diskussionsgegenstand visuell repräsentiert ist, nicht zu ersetzen ist. Auch das soziale Protokoll, das Teamarbeiter ausführen, wenn sie bei kreativen Sitzungen ohne physische Barriere gemeinsam vor einer Art Tafel arbeiten, kann mit noch so viel Rechnerunterstützung an verteilten PCs *nicht* hervorgerufen werden.

Im CCF werden drei solche Fokalfpunkte eingesetzt: zwei elektronische Tafeln und eine elektronische Wand. Die elektronischen Tafeln sind mit „Farbstiften“ und einer berührungsempfindlichen Oberfläche ausgestattet, von hinten wird ein Computerbildschirm aufprojiziert. Auf einem weißen Computerbildschirm kann wie auf einer Weißwandtafel gearbeitet werden, wobei das Tafelbild auf anderen elektronischen Tafeln (ggf. weit entfernt im Netz) und PCs praktisch zeitgleich reproduziert *und* verändert werden kann. Anschnitte können gespeichert und später verändert werden, durch Computer analysiert und verfeinert, etc. Der nahtlose Übergang zur Nutzung als „normaler“ Bildschirm bildet einen fast noch größeren Vorteil: der Finger oder Farbstift ersetzt dann die Maus, die Wissensarbeit am Computer kann so vom ganzen Team an *einem* Fokalfpunkt durchgeführt bzw. verfolgt werden.

Im CCF werden zwei elektronische Tafeln an gegenüberliegenden Wänden eingesetzt. Dabei soll u.a. Erfahrung mit der Nutzung von voll synchronisierten Tafeln gesammelt werden: sie sollen bei Konfigurationen wie Roundtable (s.o.) das „Gänsehals-Syndrom“ für die von der Tafel abgewandt Sitzenden vermeiden helfen und jedem Teamarbeiter kurze Wege zur Tafel verschaffen. Die Erfahrung wird zeigen, ob diese Konfiguration mit zwei (quasi identischen) Fokalfpunkten noch den erwünschten gruppensdynamischen Effekt hat. Zwei Tafeln sind aber auch in vielen anderen Einsatzformen sinnvoll.

Heutige elektronische Tafeln sind noch zu klein, wenn große Informationsmengen an Gruppen von mehr als ca. acht Teilnehmern vermittelt bzw. von diesen bearbeitet werden sollen oder wenn der Telepräsenz-Eindruck (s.o.) vermittelt werden soll. Daher wurde auch eine größere modulare Rückprojektionswand in digitaler LCD-Technik eingebaut. Im Gegensatz zu „Beamern“ wächst dabei die Auflösung mit der Größe (Modulzahl) und selbst bei detaillierten Computergraphiken ist das Arbeiten direkt vor der Wand problemlos möglich. Da die Wand größer ist als die Reichweite einer Hand, wird sie per PC oder Pen-Computer gesteuert.

Erfahrungen: Im interdisziplinären CCF-Projekt wurden bereits parallel zur Realisierung Curricula entwickelt und durchgeführt. Dabei beeindruckte, mit wieviel Enthusiasmus gerade Schüler bereit sind, neue Pfade des Lernens zu betreten. Ein per Video evaluierter Probe-Projekttag über das Sonnensystem beispielsweise beinhaltete Teambildung, eigenständige Wissensarbeit und wechselseitige Ergebnispräsentation an den elektronischen Tafeln, stark interdisziplinäre Elemente (Biologie, Geschichte) mit Live-Schaltungen zu Experten, impliziten Fremdsprachenkontakt durch selbständiges Erarbeiten von Live-Experimenten im angelsächsischen Sprachraum u.v.a. Inzwischen wurde ein ständiges Team für die curriculare und organisatorische Betreuung des CCF aufgebaut.

4.3 Elektronische Lernmittel

Es gibt auch auf der technologischen Seite noch erhebliche Defizite, und zwar weniger auf der Hard- als auf der Softwareseite. So wurden zwar bei den oben erwähnten curricularen Nutzungsformen verschiedene Software-Werkzeuge genutzt zur Unterstützung von Wissensarbeit (Internet- und Präsentations-Werkzeuge etc.), Teamarbeit (z.B. für Kreativtechniken und Arbeitsorganisation) und Telekooperation (Videoconferenzen, „application sharing“ etc.). Diese waren aber erstens kaum auf den Einsatz in der Bildung zugeschnitten, zweitens unveränderbare „Fertigprodukte“. Diese Nachteile verdeutlichen, daß trotz jahrelanger Forschung zu computergestütztem Lernen und jahrelanger Entwicklung fortgeschrittener Multimedia-Autorensysteme zwei Klassen „elektronischer Lernmittel“ noch wenig entwickelt sind. Diese beiden Klassen werden nachfolgend kurz beschrieben; zu beiden versucht die Abteilung des Autors, durch Forschungsbeiträge beizutragen:

1. Computerunterstützung bei *Planung und Entwurf* neuer Lehr- / Lernsoftware. Der Bereich „desktop publishing“ hat gezeigt, daß typographisches und Layout-Wissen so aufbereitet werden kann, daß der nur am Inhalt

Interessierte (Benutzer einer Textverarbeitung) dieses einerseits leicht nutzen kann, andererseits über die inhaltsbezogene Arbeit hinaus *auf Wunsch* eigene Gestaltungswünsche einbringen kann. Analog müßte es eigentlich möglich sein, instruktionelle Strategien so vorzufertigen, daß ein Inhaltsexperte Material z.B. auf Hypermedia-Basis selbst zu einem „Kurs“ aufbereiten kann, wobei das Wissen über eine anspruchsvolle instruktionelle Strategie weitestgehend automatisch eingebracht wird.

2. Komponentenbasierte Entwicklung *multimedialer Programme und Inhalte*. Hier muß sich viel tun, wenn auf breiter Front Lehrende und Lernende ansprechende Inhalte mit vertretbarem Aufwand erstellen sollen. Im CCF-Projekt wurde dabei die Chance genutzt, daß neben dem eigentlichen CCF auch Exponate für den Publikumsverkehr zu entwickeln waren. So wurde ein Exponat der Frage gewidmet, wie animierte Comicfiguren (z.B. als erklärende „Helferlein“ für eine Multimedia-Präsentation oder ein Softwarewerkzeug) mit „wenigen Mausclicks“ aus Komponenten zusammengebaut werden können. Ein anderes Exponat verdeutlicht den Nutzen leistungsfähiger Multimedia-Modelle anstelle rein „analog-digital gewandelter“ Medien. Ein neuartiges abstraktes Modell für das Medium Musik ermöglichte ein Exponat, mit dem Musikläien „ästhetische“ d.h. wohlklingende Musik live mit zwei elektronischen Stöcken auf einem virtuellen Xylophon erzeugen können. Dabei werden sie von einer Computer-Band begleitet oder spielen mit anderen Benutzern (ggf. im Netz) zusammen. Die Begeisterung aller Altersstufen und der Umfang des curricular erschlossenen Gegenstandsbereiches sind überwältigen.

5. Zusammenfassung

Der Entwurf eines elektronischen Klassenzimmers wurde an den radikalen Veränderungen orientiert, die Hochtechnologie und Globalisierung bescheren. Wissensarbeit, Telekooperation und Teamarbeit wurden als zentrale Qualifikationen identifiziert, die es zu vermitteln gilt. Neue pädagogische Ziele heißen dabei „Lehren zu lernen“ und „Lehren zu lehren“, gekennzeichnet durch die Schlagworte „vernetzt - attraktiv - situativ“ sowie durch die verstärkte „Mittlerrolle“ der Lehrenden. Ein für diesen Kontext geeignetes elektronisches Klassenzimmer wurde vorgestellt; es ist hardwareseitig geprägt durch flexible Tischkonfigurationen und den Einsatz elektronischer Tafeln und Wände. Größte softwaretechnische Herausforderung wird für absehbare Zeit die Entwicklung elektronischer Lernmittel bleiben.

6. Literatur

1. Rifkin, J.: Das Ende der Arbeit. Campus Verlag Frankfurt, 1995.
2. Ibrahim, B., Franklin, S.D.: „Advanced Educational Uses of the World-Wide Web“, Computer Networks and ISDN Systems 27 (1995), 871-877.
3. Gagné, R., Briggs, L., Walter, W.: Principles of Instructional Design. Harcourt, Brace, Jovanovich, New York, 4th Ed. (1992).
4. Mühlhäuser, M.: „Interdisciplinary Development of an Electronic Class and Conference Room“, Journal of Universal Computer Science 10, No. 10, 1996.

