

Anton Reiter (Hrsg.)

Was ist Informatik-Didaktik in der Informationsgesellschaft?

Tagungsunterlage zur Seminarveranstaltung in der Österreichischen Computer Gesellschaft am 3. Mai 1999



DAS ZUKUNFTSMINISTERIUM

bm:bwk

Medieninhaber, Vervielfältiger und Herausgeber:

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (BMBWK), Abt. V/D/15

Redaktion: Mag. Dr. Anton Reiter, anton.reiter@bmbwk.gv.at

Herstellung: BMBWK-Kopierstelle

Wien, im Oktober 2000

ISBN: 3-85031-076-0

Das Skriptum kann von Lehrerinnen und Lehrern bei der Amedia (Sturzgasse 1a, 1141 Wien; Tel.: 01-982 13 22, E-mail: amedia@csco.co.at) angefordert werden (zu entrichten sind die Versandkosten in Form einer Manipulationsgebühr von öS 30,-- sowie die Portokosten).

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort.....	1
Anton Reiter Informatik in der Schule – ein Fach im Wandel.....	3
Rüdiger Baumann Computernetze und Telekommunikation – Herausforderung für die Informatik-Didaktik.....	19
Helmut Schauer Die Zukunft der Schule.....	33
Viera K. Proulx What are the didactical principles for teaching computer science.....	43
Bernard Cornu Information and Communication Technologies: The Teacher of tomorrow.....	61
Margarete Grimus Modelle für die Unterrichtspraxis in der Lehrerbildung.....	77
Heinz Strohmer Vorstellung zu einer Erarbeitung einer der Schulinformatik.....	99
Michael Dobes Informatik-Integration versus Abgrenzung.....	107
Anhang: Wolfgang Hawlik Das Lehramt Informatik – seit 25 Jahren ein Anliegen der OCG.....	111
Wolfgang Hawlik Zusätzliche Informatikfachkräfte durch dreijähriges Bakkalaureatsstudium.....	115
Neu an der Universität Salzburg: Ausbildung zum Informatiklehrer.....	117
Zu den Autoren und Autorinnen.....	119

Geleitwort

Die Veranstaltung „Was ist Informatik-Didaktik in der Informationsgesellschaft“ am 3. Mai 1999 in den Räumlichkeiten der Österreichischen Computer Gesellschaft (OCG) verzeichnete mehr als 150 Teilnehmer/innen. Nochmals so viele Anmeldungen konnten aus Platzgründen nicht berücksichtigt werden. Den Wunsch der Teilnehmer/innen, einen Tagungsunterlage im Nachhinein zu erstellen und im Wege der OCG zu verschicken bzw. auch Möglichkeiten für eine Bestellung für andere interessierte Personen zu schaffen, wie dies im Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur in bewährter Weise seit Jahren über die Amedia geboten wird, wird nun Rechnung getragen, selbst wenn schon mehr als ein Jahr seit dieser zukunftsweisenden Veranstaltung vergangen ist.

Erfreulich ist, dass es - wenn auch für viele um 10 Jahre zu spät - mit Beginn des Studienjahres 2000/2001 auch in Österreich erstmals möglich sein wird, das neu geschaffene Lehramtsstudium „Informatik und Informatikmanagement“ zunächst an den Universitäten Klagenfurt, Salzburg und Wien zu absolvieren. Informatik war bisher das einzige Maturafach, für dessen Unterricht kein Universitätsstudium vorgesehen war. Auf dem Wege in die Informationsgesellschaft des 21. Jahrhundert kommt einer bestmöglichen Qualifikation der Informatiklehrer/innen eine Schlüsselrolle zu.

Der Verfasser selbst hat die Verankerung der (Schul-) Informatik in der 5. Klasse der allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) im Jahre 1985 mitgestaltet, inzwischen hat sich Informatik als Schulfach etabliert und wird von der 6. bis zu 8. Klasse AHS als Wahlpflichtfach weitergeführt. In der 7. und 8. Schulstufe wird der Computer fachübergreifend und projektbezogen eingesetzt.

Das neue Lehramtsstudium bewertet Informatik zum einen als Spezialfach und soll zum anderen auf die zukünftigen Aufgaben des Informatiklehrers oder wohl besser IT-Managers an den Schulen vorbereiten. Angesichts des besorgniserregenden IT-Mangels nicht nur in Österreich, sondern in allen EU-Ländern erhofft man sich mit diesem neuen Studium auch Betätigungsfelder in der Wirtschaft und besonders auch

in der Erwachsenenbildung zu schaffen. Von den zukünftigen Absolventen werden nicht nur Kenntnisse aus dem Kernbereich der Informatik verlangt werden, sondern auch Management-Fähigkeiten, damit sie interdisziplinäre Projekte an den Schulen organisieren und durchführen sowie das Management der Computer an den Schulen übernehmen können. Die im Studienplan angebotenen Fächer werden Kenntnisse in theoretischer und praktischer Informatik und auch Grundlagen zu Anwendungsbereichen der Informatik vermitteln. Auch die gesellschaftsrelevanten Themen werden im Studienplan behandelt, ebenso wie sozio-ökonomische und schulrechtliche Fragen und technische Abläufe, die mit der Betreuung von Hard- und Softwaresystemen zusammenhängen. Am Standort Wien wird das Studium Lehramt „Informatik und Informatikmanagement“ gemeinsam von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien, der Sozial- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien und der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Wien unter Nutzung gemeinsamer Ressourcen betreut werden.

Die im Rahmen der Veranstaltung „Was ist Informatik-Didaktik in der Informationsgesellschaft“ behandelten Themen haben ihre Aktualität auch nach Einführung des Lehramtsstudiums behalten, denn unter den Fachleuten wird vielfach eine stärkere Berücksichtigung einer gesellschaftsorientierten Informatik im Informationszeitalter gefordert; eine Informatik per se, die nur algorithmisch orientiert ist, wird von vielen als nicht mehr zeitgemäß betrachtet. Dies wurde in den Diskussionen bei der vorjährigen Veranstaltung zum Ausdruck gebracht und eingefordert.

Bedauerlicherweise war es nicht möglich, alle gehaltenen Vorträge für diese Handreichung verfügbar zu machen. Seitens der Redaktion wurde Wert auf größtmögliche Authentizität gelegt, wodurch in allen Beiträgen die Position des Vortragenden unverändert dokumentiert wird. Dem Anhang angeschlossen wurden zwei Presseaussendungen der Österreichischen Computer Gesellschaft zum neuen Lehramtsstudium „Informatik und Informatikmanagement“ sowie eine Stellungnahme der NW-Fakultät der Universität Salzburg.

Anton Reiter

Informatik in der Schule – ein Fach im Wandel

Zum Begriff Informatik

Nach der Definition im Duden ist Informatik „die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechner.“ Dies entspricht ungefähr dem inhaltlichen Anspruch der in den USA gelehrt „**Computer Science**, der Terminus „Informatik“ ist dort allerdings weniger geläufig. Eine weitere allgemein anerkannte Definition der Gesellschaft für Informatik lautet: „Informatik ist eine Ingenieurwissenschaft, die sich mit der systematischen und automatischen Verarbeitung, Darstellung, Speicherung und Übertragung von Informationen aus der Sicht der Hardware, der Software, der Grundlagen, der Anwendungen und der Auswirkungen befasst“ (siehe dazu auch www.uni-trier.de bzw. Rechenberg/Pomberger 1997). Die Hauptgebiete der Informatik unterteilen sich in Theoretische Informatik, Praktische Informatik, Technische Informatik und Angewandte Informatik (siehe nachstehende Abb. 1).

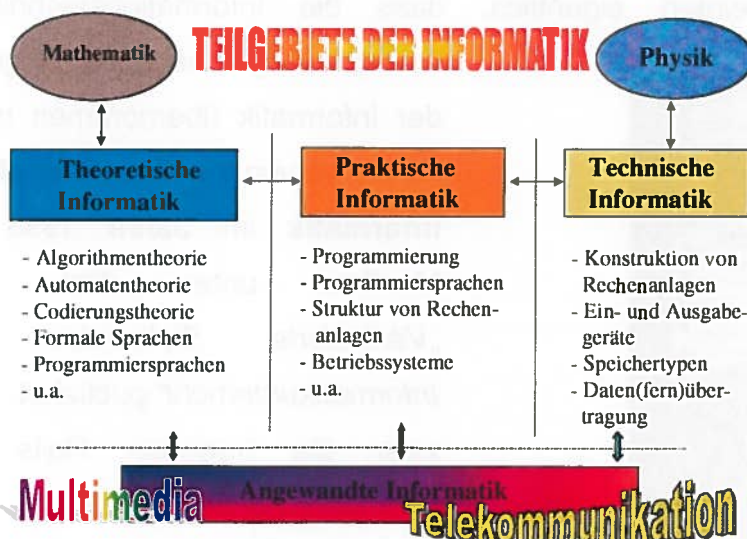


Abb. 1 (© A. Reiter)

Die Hauptaufgabe der Informatik besteht in der Entwicklung formaler, maschinell durchführbarer Verfahren zur Lösung von Informationsverarbeitungsproblemen, die häufig als Teilprobleme komplexer Kommunikations- oder auch Organisationsprobleme auftreten. Oberstes Ziel des Einsatzes informations-technischer Systeme und aller Anwendungen der Informatik überhaupt ist es, die Komplexität zu bewältigen und damit verknüpfte Probleme systematisch zu lösen. Immer wird ein Modell der Wirklichkeit in einer vereinfachten Darstellung von Strukturen und Funktionsweisen als Verlaufsform realer Vorgänge definiert.

Die Einführung der Schulinformatik

Der Unterrichtsgegenstand „Informatik“ wurde in der allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) im Jahre 1985 zunächst als verbindliche Übung eingeführt und später als Pflichtfach verankert (siehe den vom Verfasser mitgestalteten Folder aus dem Jahre 1985 in Abb. 2). Im Schuljahr 1989/90 wurde in der 7. und 8. Schulstufe die sogenannte informations- und kommunikationstechnische Grundbildung (ITG) mit dem Ziel etabliert, Bildungselemente der Informatik in die Unterrichtsfächer zu integrieren. Es stellt sich nun die Frage, wie sich die Informatik und ITG im letzten Jahrzehnt entwickelt oder wohl besser weiterentwickelt haben. Manche sprachen Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre von einer **Krise der Informatik** (siehe Peschke 1989) und meinten eigentlich, dass die informationstechnische Grundbildung zusehends Aufgaben der Informatik übernommen habe. So wurde von der **Gesellschaft für Informatik** im Jahre 1993 ein Manifest unter dem Titel „*Veränderte Sichtweisen im Informatikunterricht*“ publiziert, dass zwar die tragende Rolle der Informatik für die Vermittlung einer Allgemeinbildung bestätigte, allerdings auch gleichzeitig einen **Paradigmenwechsel in der**

Abb. 2



Informatik in mehrfacher Hinsicht zu erkennen glaubte und die Forderung erhob,

dass deren rein mathematisch-formal geprägte Methodik und Algorithmik allmählich durch **heuristische, gesellschaftsbezogene** Sichtweisen, durch **vernetzte Systeme**, ergänzt, wenn nicht sogar abgelöst werden müsste.

Die heutige Situation

Wie stellt sich die Informatik – etwa in der AHS heute dar? Informatik wird in der 5. Klasse als Pflichtfach, ab der 6. Klasse aufsteigend als Wahlpflichtfach unterrichtet. Im Bereich des berufsbildenden Schulwesens finden sich vertiefende Formen einer mehr berufsbezogenen Informatik. Für die gesamte 7. und 8. Schulstufe relevant ist - wie schon erwähnt - die informations- und kommunikationstechnische Grundbildung (ITG) mit fächerübergreifendem Charakter (siehe dazu Abb. 3).

Im Mittelpunkt der informationstechnischen Bildung steht der **Anwendungsaspekt**, der auch eine kritische Analyse der Computernutzung im Zusammenhang mit bestehenden Problemstellungen ermöglichen soll. In der neueren Literatur (vgl. Koerber/Peters 1998) wird von einer der ITG übergeordneten **informatischen**

Struktur der informationstechnischen Bildung

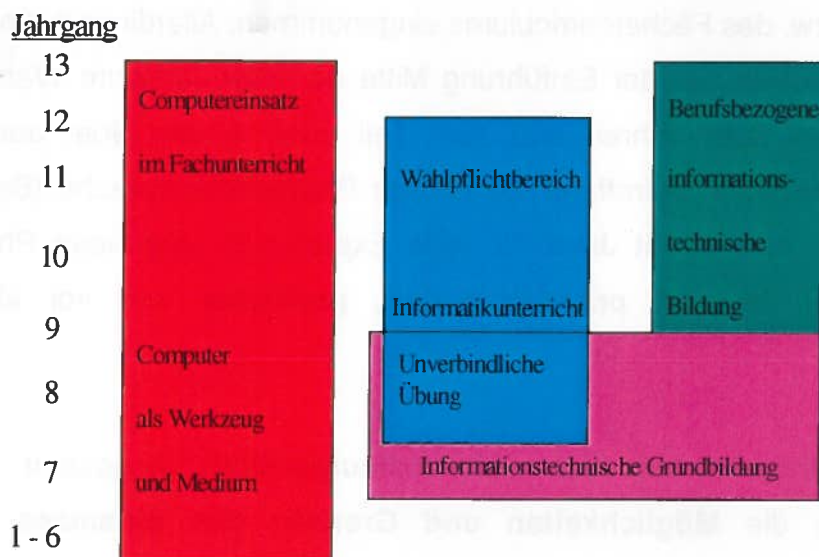


Abb 3. (© A. Reiter)

Bildung gesprochen, die das Unterrichtsfach Informatik, die informationstechnische Grundbildung und auch den kritischen medialen Aspekt der Computernutzung beinhaltet und in der die Technik nicht mehr im Vordergrund steht (Abb. 4).

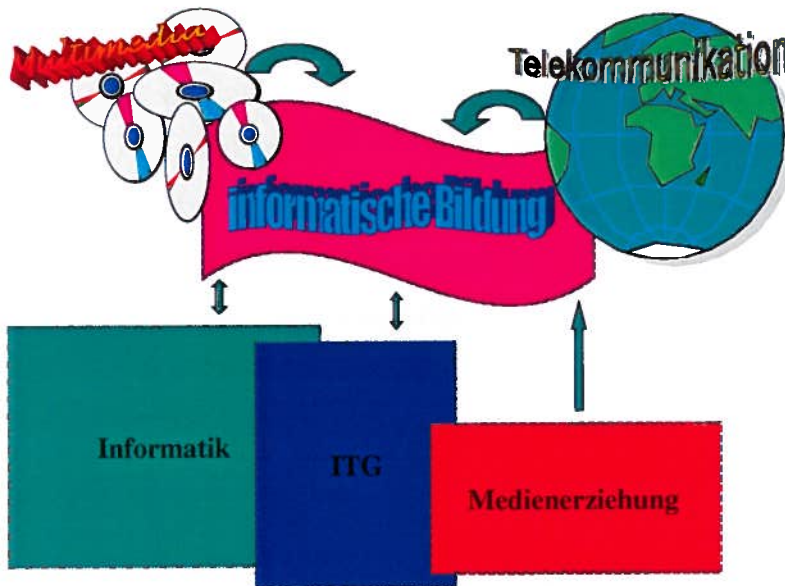


Abb. 4 (© A. Reiter)

Die **Informatik** hat somit längst die **Grundposition** eines Schulfaches im Rahmen der Allgemeinbildung bzw. des Fächercurriculums eingenommen. Allerdings befinden sich die **Inhalte** des Faches seit der Einführung Mitte der 80er Jahre im Wandel. Auch der schon in den 80er Jahren und zum Teil auch in den 90er Jahren ausgetragene Paradigmenstreit betreffend die richtige Programmiersprache (Basic, Logo, Pascal, C+ etc.) könnte mit **Java** für viele Experten in eine neue Phase gekommen sein, denn Java ist **projektorientiert**, **portierbar** und vor allem **plattformunabhängig**.

Gemäß gültigem Lehrplan hat der **Informatikunterricht** insgesamt ein **Grundverständnis** für die **Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes der Computertechnik** zu vermitteln, um die Anwendungen in ihrer ganzen Komplexität zu behandeln, während die **ITG** primär einen ersten Einblick in Anwendungen der Informationstechnik, somit die **Grundfertigkeiten** in der **Handhabung von Hard- und Software** vermitteln soll. Die ITG ist daher kein eigenes Unterrichtsfach, sondern zielt auf eine Integration ihrer Inhalte in andere Unterrichtsfächer ab. Sie vertritt einen **fächerübergreifenden Bildungs- und Erziehungsbegriff**.

Für den Anfangsunterricht in Informatik gibt es unterschiedliche Zugänge, z.B. den programmiersprachlichen oder den systemanalytischen Zugang, einen Zugang über Lern- und Programmierumgebungen oder einen projektorientierten, fächerübergreifenden Zugang. Lange Zeit stand die Implementierung von **Algorithmen** im Mittelpunkt des **Informatikunterrichtes**. Der schon angesprochene **Paradigmenwechsel** bezieht sich auf eine unterschiedliche Betrachtungsweise, welche die Bedeutung der Algorithmik verringert und auch gesellschaftliche Komponenten, den Aspekt der Sozialverträglichkeit auf Kosten einer Reduzierung der Algorithmik einbeziehen will (siehe weiter unten).

Sinnkrise der Informatik?

Seit rund 10 Jahren wird der Computer zusehends auch in anderen Unterrichtsfächern außer in Informatik bspw. projektorientiert eingesetzt. Am Beginn der Informatikeinführung Mitte der 80er Jahre war davon noch keine Rede, es bestand eine gewisse Exklusivität bezogen auf den Informatikunterricht. Fragen wir uns, ob angesichts einer verstärkten Nutzung des Computers in Wirtschaft, Gesellschaft und Schule - denken wir an den **Europäischen Computerführerschein** (ECDL) oder an die angloamerikanische „**Computer Literacy**“ als Teil der Allgemeinbildung - der inhaltliche Anspruch des Unterrichtsfaches „Informatik“ verwässert, ja untergraben wird. Könnte es nicht sein, dass die **informationstechnische Grundbildung** (ITG) oder das was man heute gemeinhin darunter versteht, die **Profilierung** des Faches Informatik verhindert? Die Konzepte der ITG regen dazu an, den Gegenstand Informatik zu verlassen und sich quasi **externen Komponenten** zuzuwenden. Anders gefragt: Kaschiert die ITG vielleicht (mögliche) Mängel des Informatikunterrichtes? Ist Informatik überhaupt noch ein adäquates Schulfach? Ist die ITG in der Form noch sinngemäß, ist der Informatikunterricht noch zeitgemäß? Wie ist es mit den Lehrern? Ist die Lehreraus-, Fort- und Weiterbildung für Informatik ausreichend?“ Fragen wir uns allgemein, was kann die Informatik im Spektrum der Allgemeinbildung in den verschiedenen Schulen und Altersstufen überhaupt (noch) leisten? Denn die Benutzung des Computers wird nach und nach für Jedermann zu einer alltäglichen Gewohnheit. Viele Schüler/innen gehen nämlich in ihrer häuslichen Umgebung wie selbstverständlich mit dem PC um

bzw. sind vertrauter im Umgang mit dem Computer als ihre eigenen Lehrer/innen und wissen oft mehr als diese. Eben deshalb braucht man Informatik nicht explizit in der Schule als neue Technik einzuführen bzw. sie zu lehren, könnte man einwenden. Wird nicht die Bedeutung des Informatikunterrichtes von Anfang an überschätzt, zumal sich ja die Bedeutung und der Umfang der informations- und kommunikationstechnische Grundbildung (scheinbar) verbreitert hat. Es wird von manchen die Meinung vertreten, dass der Informatikunterricht in seiner Bedeutung beträchtlich an Ansehen verloren hat (siehe dazu Abb.5).

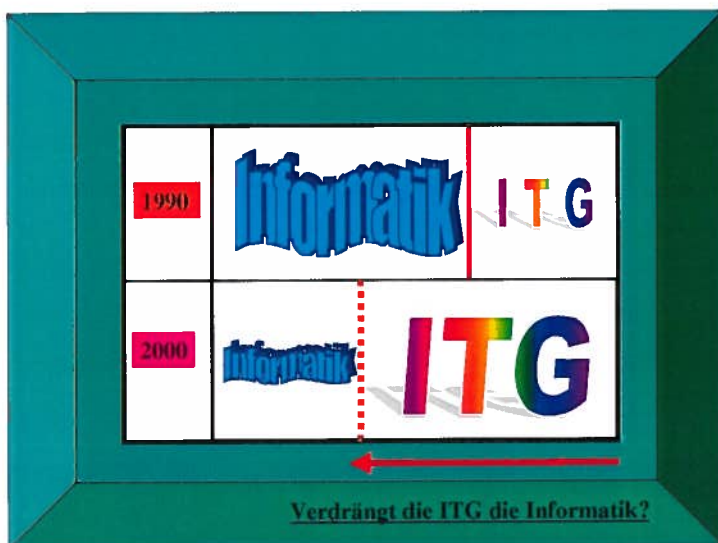


Abb. 5 (© A. Reiter)

Gesellschaftswissen im Informatikunterricht

Nach **Barbara Schellhove** z.B. spielt die **Informationsgesellschaft** für den Informatikunterricht, speziell für die Informatik-Didaktik, noch kaum eine Rolle (Schellhove <http://waste.informatik.hu-berlin.de/schellhove/Infos1997.html>). Sie konstatiert für den gegenwärtigen Informatikunterricht zumindest drei Orientierungsansätze, nämlich eine Orientierung auf das algorithmische Denken, eine Orientierung an den Anwendungen und schließlich eine Orientierung auch auf die Bedeutung des Faches selbst. Gleichzeitig sei das **gesellschaftliche Wissen**, der gesellschaftliche Aspekt unterrepräsentiert. Wie schon im Papier der Gesellschaft für Informatik aus dem Jahr 1993 wird die Fragwürdigkeit der Algorithmik als Grundlage der Informatik mehrfach festgestellt. Dies zeige sich auch im **Bild des Computers im Wandel von der Maschine zum Medium**. Feststellbar sei auch eine

Bedeutungsverschiebung vom Automaten zur Interaktion im Sinne der Kommunikationsnetze. Denken wir auch an die **Veränderung der Benutzeroberfläche** des PC. In den Anfängen des Computerzeitalters erfolgte die Eingabe textbasiert ohne Maus, später wurde daraus eine grafische iconbasierte Benutzeroberfläche, welche die Mensch-Maschine-Kommunikation erleichterte, also eine direktere (oberflächlichere) Manipulation, wenn wir mit der Maus den Computer bedienen, nach sich zog. Nach Schellhowe muss der Informatikunterricht zu einem Verständnis der Gesellschaft beitragen.

Neues Lernen mit neuen Medien

Der **Computer** ist heutzutage ein **Multimedialgerät** geworden, das für viele schon längst ein Alltagsgegenstand ist. **Multimedia**, das Schlagwort des Jahres 1995, wird heute vielfach auch als **Allheilmittel** beim neuen Lernen gesehen. Kennzeichen sind die Vernetzung, die Integration und die Interaktivität. Allerdings kann nicht von vornherein auf eine höhere Lernwirksamkeit rekurriert werden als eben andere herkömmliche Methoden der Wissensvermittlung garantieren. Multimedia ist eher für Faktenwissen, für fächerverbindendes Lernen und projektorientiertes Arbeiten und weniger für die Vermittlung von Strukturwissen und für Problemlösen geeignet. Mittels Info- und Edutainment-Produkten auf CD-ROM-Basis kann das **Lerntempo individuell** bestimmt werden, Lernen wird **weniger orts- und zeitabhängig** und auch die Förderung der **Selbständigkeit** kann gesteigert werden. Die Entwicklungsstufen des multimedialen Lernens verlaufen in Richtung Lernumgebungen, virtuelle Klassenzimmer und auch Fernuniversitäten (siehe Reiter 1999).

In Deutschland und Österreich laufen Projektinitiativen wie bspw. „**Schulen ans Netz**“, die dazu führen, dass neue Inhalte und neue Organisationsformen in die Schule kommen. Rund um das Internet, der weltweiten Vernetzung ist eine große Euphorie ausgebrochen. Alles scheint mit dem Erfolg des Internet leichter zu gehen. Euphoriker sagen, dass ohne Computer, ohne CD-ROM, ohne Internet-Nutzung, nichts mehr vonstatten gehe. Das „Non-Plus-Ultra“ modernen Lehren und Lernens sei multimedial verankert. Allerdings ist die Lernwirksamkeit gar nicht verifiziert. Es gibt kaum relevante Felduntersuchungen (siehe Reiter 1998). In den 80er Jahren

wurde von einem **Computerführerschein** gesprochen (Haefner 1982). Mitte der 90er Jahre ist daraus ein **Internetführerschein** geworden, der vor allem auch die **Bedienungskompetenz** einschließt (siehe Abb. 6). Fragen wir uns: Welche Bedeutung spielt das **Internet** für den **Informatikunterricht**? Gehört die Nutzung des Internet automatisch in den Informatikunterricht? Ist die Suche im Netz inzwischen ein Teilgebiet der angewandten Informatik, eine curriculare Aufgabe der informatischen Bildung geworden? Sprechen wir also von einem Unterrichtsziel, wenn wir im Internet nach relevanten Informationen suchen? Es zeigt sich aber, dass man im Internet nicht immer (rasch) fündig wird, oft findet man gar nichts. Dann kann sich der Griff im Regal nach dem bewährten Lexikon zweckdienlicher als die vergebliche Suche im Cyberspace erweisen.

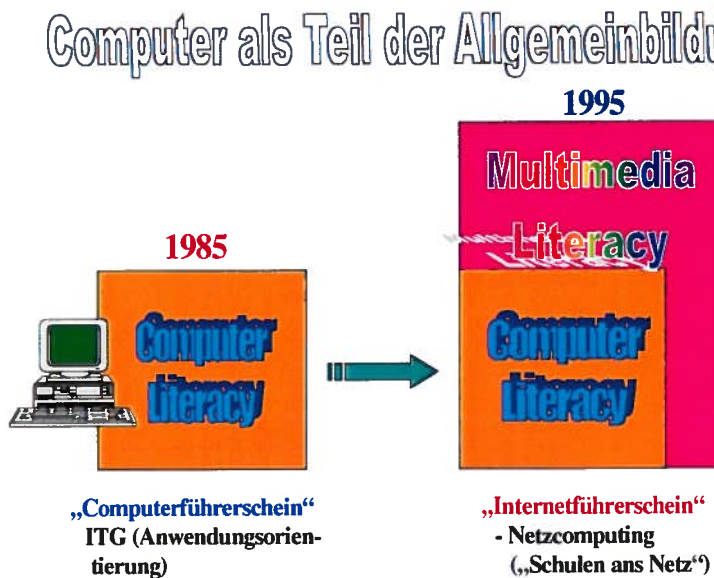


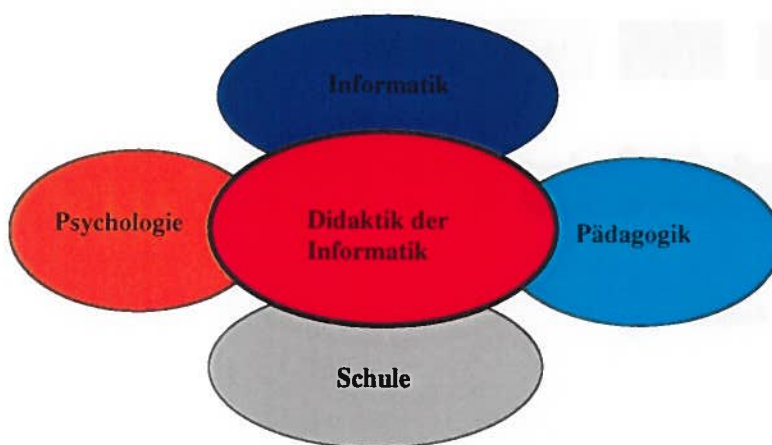
Abb. 6 (© A. Reiter)

Invarianzen in der Informatik

Um zur **Informatik-Didaktik** zurückzukommen: Didaktik bedeutet so viel wie Unterrichtslehre. Die für die Informatik (auch) relevanten Komponenten Psychologie, Pädagogik, Schule lassen sich nach Prof. Dr. **Andreas Schwill** von der Universität Potsdam mengentheoretisch darstellen (siehe dazu die Website www.didaktik.cs.uni-potsdam.de/Lehre/Erweiterungsstudium/Skriptum). An der in der Abb. 7 dargestellten Struktur fehlen wahrscheinlich weitere Komponenten. Auch die **Didaktikansätze** sind insgesamt zahlreicher. Es lässt sich ein universeller, ideenorientierter,

algorithmischer, informatischer, anwendungsorientierter, sozialorientierter, joborientierter, gesellschaftsbezogener, indikativer und auch kulturorientierter Ansatz im Unterricht einführen. Zurzeit überwiegt allerdings (noch immer) die **algorithmische Programmierung**, ein Umstand, der von vielen, wie schon erwähnt, angezweifelt wird. Der Begriff des **Algorithmus** bedeutet eine Ablaufstruktur zur Problemlösung, eigentlich eine **Handlungsvorschrift** beim Menschen. Ziel des Einsatzes informationstechnischer Systeme und der Anwendungen der Informatik ist es, Komplexität zu bewältigen und damit verknüpfte Probleme systematisch zu lösen.

© A. Schwill



Einbettung der Didaktik der Informatik

Abb. 7

Wesentlich ist nun, dass sich die **Systematik des Arbeitens** trotz Multimedia und Internet **nicht geändert** hat. Mit anderen Worten die programmiertechnische Abfolge **Idee, Entwurf, Implementation** ist als eine Art Invarianz bei jedem systematischen Problemlösen weiterhin einzuhalten ist (Abb. 8). Die **fundamentalen Ideen** des Informatikunterrichtes sind die Formalisierung, die Automatisierung und neuerdings auch die Vernetzung. Informatik-Didaktiker wie **Rüdiger Baumann** fordern daher mit Nachdruck, dass die *Schüler unbedingt ein Bild von den grundlegenden Prinzipien der Denkweise und fundamentale Methoden der Informatik benötigen und auf die Algorithmik nicht verzichtet werden könne* (siehe Baumann 1996). Es bedarf daher, sagt Baumann, *entwicklungsunabhängiger Systematiken, fundamentaler Ideen des Faches Informatik* (Baumann 1996). Es müssen gewisse **Basisinhalte** festgeschrieben werden, obwohl die moderne Entwicklung des Fachgebietes immer neue Inhalte in den Unterricht einbindet, *wie z.B. Internet und Multimedia*. Er ist der

Meinung, dass die grundlegenden methodischen Prinzipien des Informatikunterrichtes nur im exemplarischen Unterricht bestehen können. Die **Informatik** sollte **keine Ersatzfunktion** für Gegenstände erfüllen, die vielleicht besser in anderen Fächern anzusiedeln wären. Ein Informatikunterricht, der nur auf Algorithmen fixiert ist, ist allerdings nicht mehr zeitgemäß.

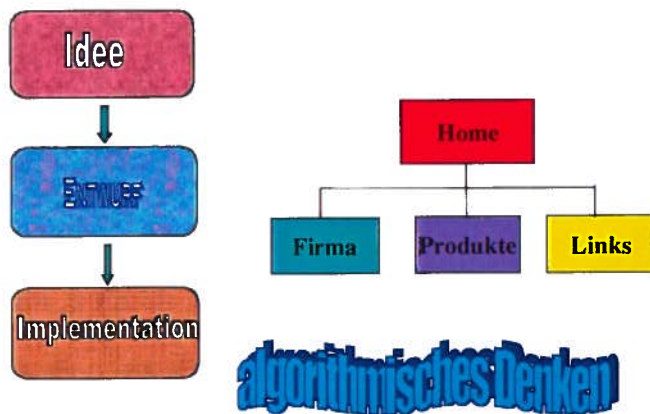


Abb. 8 (© A. Reiter)

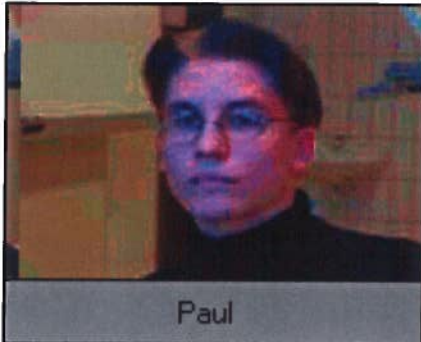
Ausblick

Mit der ab dem Studienjahr 2000/01 erfolgenden Einführung des Lehramtsstudiums Informatik und Informatikmanagement sollten sich die im Beitrag aufgezeigten inhaltlichen Abgrenzungsprobleme zwischen der (Schul-)Informatik und der informationskommunikationstechnischen Grundbildung vornehmlich bezogen auf den Bereich des allgemeinbildenden Schulwesens mittelfristig in der Praxis beheben lassen und insgesamt die Position der Informatik im Fächerkanon gefestigt werden.

Exkurs: Interviews

Nachfolgend werden vier vom Verfasser durchgeführte Kurzinterviews zum Stellenwert der Informatik im Wahlpflichtfachbereich mit Prof. Mag. Gerald Kurz und Schülern der 7a des BG und BRG Polgarstr. in Wien 22 mit Datum Ende April 1999 angeführt.

Interview mit Paul



Dr. Reiter: Paul, was fällt dir ad hoc zum Stichwort „Informatik“ ein?

Paul: Also, für mich ist die Informatik sehr wichtig. Im kommenden Jahrtausend wird der Computer ein zentrales Thema in unserer Gesellschaft sein. Jeder sollte gut mit Computern umgehen können, um auch später im Berufsleben weiter zu kommen. Es gibt keine Firma mehr, die ohne Computer auskommt. Daher habe ich das Wahlpflichtfach Informatik gewählt. Hier lerne ich nicht nur die Grundprinzipien der Informatik, sondern vor allem ein umfassendes Know-how, das mir für viele spätere Berufe zugute kommen wird.

Dr. Reiter: Informatik ist also für dich Teil der Allgemeinbildung?

Paul: Ja, ganz bestimmt.

Interview mit Martin



Dr. Reiter: Martin, wie würdest du Informatik definieren?

Martin: Informatik hat einen vielfältigen Anspruch - darunter verstehe ich das Wissen, was zum Beispiel das Internet bedeutet, wie man E-Mails verschickt, wie man programmiert oder eine Datenbank erstellt. Je mehr man sich damit beschäftigt, desto besser kennt man sich aus.

Dr. Reiter: Wird bei Euch im Unterricht auch programmiert?

Martin: Ja, derzeit programmieren wir in Delphi 2.

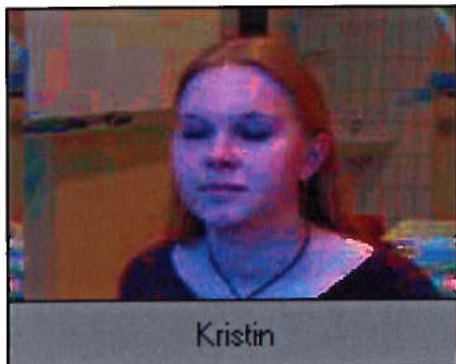
Dr. Reiter: Was erwartest du dir für das kommende Schuljahr 1999/2000, also die 8. Klasse in Informatik?

Martin: Für das nächste Jahr erhoffe ich mir eine genauere Beschäftigung mit anderen Programmiersprachen, die man im Internet besser einsetzen kann, also Java und Javascript.

Dr. Reiter: Ist die Schul informatik für dich zukunftssträchtig?

Martin: Ganz bestimmt.

Interview mit Kristin



Dr. Reiter: Kristin, was denkst du - ist das Unterrichtsfach Informatik eher den männlichen Schülern vorbehalten oder spricht es auch das weibliche Geschlecht an?

Kristin: Keine Frage, auch für Frauen wird die Informatik im weitesten Sinne gerade im Berufsleben zunehmend wichtiger.

Dr. Reiter: Was bedeutet für dich Programmieren? Ist Programmieren in der Informatik unerlässlich?

Kristin: Ich glaube schon, obwohl es mir nicht so gut gefällt, ich finde Anwendungen wie z.B. die Textverarbeitung sinnvoller.

Dr. Reiter: Das heißt, für dich ist der Umgang mit Software-Applikationen wichtiger als Programmieren?

Kristin: Ganz bestimmt, weil ich mich mit dem Programmieren nicht so gut auskenne.

Dr. Reiter: Welchen Stellenwert hat für dich die Benotung im Informatikunterricht?

Kristin: Das kann ich nicht so genau sagen.

Dr. Reiter: Wie würdest du dich einstufen?

Christin: Eher mittelmäßig

Dr. Reiter: Vielen Dank

Interview mit Prof. Mag. Gerald Kurz



Dr. Reiter: Welchen Stellenwert hat für Sie die Schulinformatik in der Informationsgesellschaft?

Mag. Kurz: Der Stellenwert der Informatik nimmt auch im Schulwesen ständig an Bedeutung zu. Leider müssen wir in letzter Zeit feststellen, dass der Informatikunterricht zur Vermittlung von Fertigkeiten, zur Handhabung der Software-Pakete und zum Surfen im Internet verwendet wird. Hier gehen meiner Meinung nach wichtige didaktische Aspekte verloren, die früher im Programmieren unterrichtet wurden, nämlich das systematische, algorithmische Denken. Wir müssen versuchen, den didaktischen Weg wieder in diese Richtung zurück zu gehen.

Dr. Reiter: Vielen Dank Herr Mag. Kurz!

Literaturangaben

Baumann Rüdeger: Didaktik der Informatik, 2. neu bearbeitete Auflage, Stuttgart (Klett) 1996.

Baumann Rüdeger/Koerber Bernhard: Informatik in der Schule der 90er Jahre, LOG IN 11.Jg. (1991), Heft 6, S. 31-35.

- Baumann Rüdiger: Fundamentale Ideen der Informatik – gibt es das? In: Koerber/Peters, S. 89-107.
- Brauer Wilfried /Brauer Ute: Informatik - das neue Paradigma, LOG IN, 15. Jg. (1995), Heft 4, S. 25-29.
- Burkert Jürgen: Umorientierung des Informatikunterrichtes, Teil I, LOG IN, 14. Jg. (1994), Heft 4, S.55-58.
- Burkert Jürgen: Umorientierung des Informatikunterrichtes, Teil II, LOG IN, 14. Jg. (1994), Heft 5/6, S. 86-89.
- Burkert Jürgen: Umorientierung des Informatikunterrichtes, Teil III, LOG IN, 15. Jg. (1995), Heft 1, S. 73-80.
- Eberle Franz: Didaktik der Informatik bzw. einer informations- und kommunikationstechnologischen Grundbildung auf der Sekundarstufe II, Aarau (Sauerländer) 1996.
- Friedrich Steffen: Aspekte der Entwicklung von Informatikbildung in der Schule, in: Koerber/Peters 1998, S. 76 –88.
- Friedrich Jürgen/Herrmann Thomas/Peschek Max/Rolf Arno(Hrsg.): Informatik und Gesellschaft; Heidelberg-Berlin-Oxford (Spektrum Akademischer Verlag) 1995.
- Hüffel Clemens/Reiter Anton (Hrsg.): Praxis der EDV/Informatik. Ein Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer, Wien (Jugend & Volk) 1996.
- Koerber Bernhard / Peters Ingo-Rüdiger (Hrsg.): Informatische Bildung in Deutschland. Perspektiven für das 21. Jahrhundert, Berlin (LOGIN-Verlag) 1998.
- Gesellschaft für Informatik (GI) Veränderte Sichtweisen für den Informatikunterricht, in: LOG IN 13, H. 3 (Beilage) .
- Friedrich Steffen /Schubert Sigrid/Schwill Andreas: Informatik in der Schule – ein Fach im Wandel, LOG IN 16. Jg. (1996), Heft 2, S. 29-33.
- Hoppe H. Ulrich / Luther Wolfram J.: Informatik und Schule, LOG IN, 16. Jg. (1996), Heft 1, S. 8-14.
- Hubwieser Peter/Broy Manfred: Ein neuer Ansatz für den Informatikunterricht am Gymnasium, LOG IN, 17. Jg. (1997), Heft 3/4 S. 42-46
- Melhorn Kurt/Sneltig Gregor (Hrsg.): Informatik 2000. Neue Horizonte im neuen Jahrhundert. 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik Berlin, 19.-22. Sept. 2000, Berlin-Heidelberg (Springer) 2000.
- Peschke Rudolf: Die Krise des Informatikunterrichtes in den neunziger Jahren, In: Stetter F./Brauer W. (Hrsg.): Informatik und Schule 1989-Zukunftsperspektiven der

- Informatik für Schule und Ausbildung. GI-Fachtagung 15.-17.Nov. 1989, Berlin-Heidelberg (Springer) 1989, S. 89-98.
- Rechenberg Peter: Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung, München-Wien (Hanser) 1994.
- Rechenberg Peter/Pomberger Gustav (Hrsg.): München-Wien (Hanser)1997.
- Reiter Anton/Rieder Albert (Hrsg.): Didaktik der Informatik. Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung, Wien (Jugend & Volk) 1990.
- Reiter Anton: Multimedia. Aufbruch in neue Lernwelten? Schriftenreihe der OCG, Band 111, Wien 1998.
- Reiter Anton: Telelearning. In: Flatscher/Haacker Dieter: Österreich Online 2000, S. 363 – 394, Wien (Public Voice Report Verlag) 1999.
- Rechenberg Peter: Quo vadis Informatik? In: LOG IN, 17. Jg. (1997), Heft 1, S. 25-32.
- Schelhowe Heidi: Auf dem Weg zu einer Theorie der Interaktion? Eine Entgegnung zu Peter Rechenbergs „Quo vadis Informatik?“, LOG IN, 17. Jg. (1997), Heft 5, S. 27-33.
- Schelhowe Heidi: Verstehen, um zu gestalten. Informatikunterricht und Medienerziehung, in: Proceedings der GI-Tagung „Informatik und Lernen in der Informationsgesellschaft“, 15.-18.Sept. 1997, Berlin-Heidelberg (Springer) , S. 63-76.
- Wilhelm Reinhard: Informatik. Grundlagen, Anwendungen, Perspektiven, München (Beck) 1996.

Rüdeger Baumann

COMPUTERNETZE UND TELEKOMMUNIKATION

Herausforderung für die Informatik-Didaktik

Sowohl in der öffentlichen als auch in der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Diskussion herrscht Einigkeit darüber, dass die Informationstechnik Ursache einer tiefgreifenden Veränderung unserer Kultur, der Arbeitswelt und besonders natürlich der Welt der Information und Kommunikation ist.

Spätestens seit Beginn der Initiative „*Schulen ans Netz*“ im Frühjahr 1996 hat die Diskussion um die Kommunikationstechniken, insbesondere um Internet und Multimedia, auch die Schulen erreicht. Wie schon in den sechziger Jahren mit der sogenannten *programmierten Instruktion*, in den Siebzigern bei der Einführung des *Informatikunterrichts*, in den Achtzigern mit der *informationstechnischen Grundbildung*, erleben wir jetzt in den neunziger Jahren eine Art vierter Welle des öffentlichen Interesses am Thema *Computer* und *Schule*. So formulierte beispielsweise der deutsche Bundespräsident auf einem Bildungskongress zu Bonn im April dieses Jahres:

„Die Informationstechnik wird eine Revolution in den Klassenzimmern auslösen. Wir müssen die Pädagogik für das Informationszeitalter aber erst noch erfinden. (...) Der Computer wird für die Neugestaltung unserer Lerninhalte und Unterrichtsformen ein zentraler Kristallisationskern sein. (...) Die Schule der Zukunft wird durch ein neues Leitbild geprägt sein: neben den klassischen Grundfertigkeiten werden die Methoden moderner Wissensaneignung zentrale Bedeutung erlangen. Damit rückt zugleich die Fähigkeit zur Eigenverantwortung und zur Selbstorganisation des Lernenden in den Mittelpunkt, und die Aufgaben des Lehrers werden sich dadurch ebenfalls wandeln: er wird nicht mehr nur Wissensvermittler, sondern immer mehr auch Moderator von selbständigen und gruppenorientierten Lernprozessen werden“ (Frankfurter Allgemeine vom 14. 4. 1999).

Dazu lässt sich u. a. folgendes bemerken bzw. fragen: Muss die Pädagogik des Informationszeitalters wirklich vollständig (neu) erfunden werden – oder gibt es nicht schon tragfähige Ansätze, insbesondere in der Informatik-Didaktik? Die letztere Frage darf zum Glück bejaht werden: die Didaktik der Informatik verfügt bereits über die Konzepte, um den Herausforderungen des Informationszeitalters gerecht zu werden; ja, sie kann sogar für andere Fächer als Vorbild wirken.

1. Vom Informatikunterricht lernen?

Dazu ein Beispiel aus der Mathematik. Computeralgebra-Systeme (wie Mathematica, Maple oder Derive) sind dabei, den Mathematikunterricht zu erobern, ja zu revolutionieren. In Österreich ist man bekanntlich auf diesem Gebiet besonders fortschrittlich. Bei der Neugestaltung des Mathematikunterrichts ergeben sich nun aber zwei Probleme.

Das erste besteht in folgendem: Vom Computereinsatz verspricht man sich eine neue mathematische „Unterrichtskultur“, die durch mehr Selbständigkeit und Eigenverantwortung der Schüler beim Mathematiklernen gekennzeichnet ist, sowie durch eine veränderte Lehrerrolle (siehe obiges Zitat). Die Erfahrung zeigt jedoch, dass Lehrer und Lehrerinnen mit der ihnen zugeordneten neuen Rolle große Schwierigkeiten haben. An den bisher veröffentlichten Unterrichtsentwürfen ist erkennbar, dass – trotz des Einsatzes von Computeralgebra-Systemen – an der fragend-entwickelnden Unterrichtsform mit starker Lehrerdominanz festgehalten wird; von vermehrter Selbständigkeit der Schüler und neuer Lehrerrolle keine Spur.

Könnte der Mathematikunterricht in dieser Situation vielleicht vom Informatikunterricht methodisch lernen? Hier wird - in fachspezifischer Ausprägung - die *Projektmethode* praktiziert.

Im einzelnen:

- Der Unterricht eines Kurshalbjahrs ist auf ein *Thema* ausgerichtet (Problemkreismethode).
- Der Unterricht ist *produktorientiert*, d.h. am Ende einer Unterrichtseinheit bzw. des Kurshalbjahrs steht ein Produkt (i.d.R. ein dokumentiertes Programm).

- Die Schüler arbeiten in Gruppen.
- Die Schüler arbeiten *längere Zeit ohne Eingriff des Lehrers*; dieser versteht sich vorwiegend als Moderator des Lernprozesses (siehe obiges Zitat).

Das zweite Problem: Die Schüler müssen ein gewisses Hintergrundwissen besitzen, um mit dem verwendeten Softwarewerkzeug verständigt und effizient umzugehen, Dieses Wissen kann im Mathematikunterricht selbst nicht erarbeitet werden; sein angemessener Vermittlungsort ist der Informatikunterricht.

Damit sollte ausgedrückt werden, dass der Informatikunterricht fürs Informationszeitalter recht gut gerüstet ist, und dass dessen Pädagogik nicht – wie der Bundespräsident meint, vollständig neu erfunden werden muss. Andererseits ist er natürlich geeignet weiterzuentwickeln. Um verständlich zu machen, was das heißt, möchte ich auf die drei *fundamentalen Ideen* eingehen, welche der Informatik zugrunde liegen.

2. Die drei fundamentalen Ideen der Informatik

Es handelt sich erstens um die Idee der *Formalisierung*, zweitens die Idee der *Automatisierung* und drittens die Idee der *Vernetzung*.

Eine Situation oder Tätigkeit wird *formalisiert*, indem man sie mit Hilfe von Zeichen beschreibt, dann aber von der Bedeutung der Zeichen absieht und mit den Zeichen rein syntaktisch, d. h. nur aufgrund ihrer Form, operiert. In der Geschichte des menschlichen Denkens spielt die Formalisierung eine zentrale Rolle: die Entwicklung vom Mathematik und Logik besteht im wesentlichen darin, das mathematische Denken, angefangen mit dem Zählen, sowie das logische Schließen, immer weiter zu formalisieren. Die Linguistik ist derzeit dabei, auch das Sprechen zu formalisieren und damit der Verarbeitung durch Computer zugänglich zu machen.

Dies fällt bereits in den Bereich der *Automatisierung*. Sie bedeutet, dass ein formal beschriebener Prozess von einer realen Maschine selbsttätig, also ohne Eingriff des Menschen, realisiert wird. Immer dann, wenn die regelgemäßen Schritte eines

formalen Systems durch einen Algorithmus festgelegt werden können, lässt sich dieses System automatisieren.

Während im Informatikunterricht der vergangenen zwanzig Jahre vornehmlich die Ideen der Formalisierung (exemplifiziert an Prinzipien der Programmentwicklung) und der Automatisierung (Aufbau und Funktionsweise von Computern) im Vordergrund des Interesses standen, wird nunmehr die dritte fundamentale Idee, nämlich die der Vernetzung, zum beherrschenden Paradigma.

Rechnen und Denken lassen sich als Kommunikation verstehen, der Geist ist im Gehirn netzförmig verteilt, und aus vergleichsweise simplen Bestandteilen können durch Interaktion hochkomplexe Verhaltensweisen entstehen: das ist die Idee der Vernetzung. Sie hat vielerlei Gesichter: vom neuronalen Netz und der *Society of Mind* (Minsky) über semantische Netze und Hypertext bis zum erdumspannenden Internet.

„Many visions of humanity working in groups suggest the analogy that people within the Web are organized like neurons in a brain. They ask the question as to whether, when connected appropriately (with the right rules of interconnection) the human race, with the entirety of its computers, will in fact be capable of significantly greater things than today. As Marvin Minsky looks at the mind as society, we should also consider viewing society as a mind“ (Berners-Lee 1997).

Schon Mitte der vierziger Jahre entstand die Vorstellung, das exponentiell wachsende Wissen technisch zu beherrschen und verfügbar zu halten. Aus der Befürchtung, dass die Menschen durch die Masse des Geschriebenen erschlagen würden und dass niemand mehr das gesamte Wissen überblicken könne, entwickelte Vannevar Bush im Jahr 1945 als erster das Konzept eines assoziativen Datenbanksystems, wie es heute gebräuchlich ist: eine Mikrofilm-Lesegerät sollte mit einem Schubladenschrank kombiniert werden, in dem sämtliche schriftliche Dokumente der Menschheit lagern und per Aufruf zugänglich werden sollten. Diese Apparatur, *Memex* genannt, wurde zwar nie realisiert, auf ihr basieren jedoch die heutigen Datenbank-Konzepte.

Auch Douglas C. Engelbart, Erfinder der Computer-Maus, wurde vom Schreckbild einer in der Datenflut untergehenden Menschheit verfolgt; er entwarf eine Bildschirm-Schreibmaschine, deren Textprogramm nicht an die Linearität der Zeile gebunden war, sondern es ermöglichte, auf mehreren Ebenen zu schreiben und so den Eindruck zu vermitteln, man habe alles so geschrieben, wie man es dachte. Vielschichtige Vernetzungen sollten möglich sein, und zwar sowohl innerhalb der Dokumente als auch zwischen den Computern. Durch die getreueren und komplexeren Repräsentation des Gedachten als im linearen Text sollte die Menschheit eine weitere Stufe der Evolution erreichen.

Diese Idee der Vernetzung entwickelte Ted Nelson 1965 weiter. Er träumte von einem weltweiten Computernetz, in das „hundert Millionen Nutzer hundert Millionen Dokumente pro Stunde eingeben“. In diesem *Docuverse* sollten die „wirklichen Strukturen der Ideen“ eingefangen werden, was letztlich nichts anderes sei als die „wirkliche Struktur der Literatur“. Der Welt ist nach Nelson ein Netz, Information ist ein Netz und das menschliche Gedächtnis auch. Mit dem Internet ist nun ein immenses Hypertext-Universum, ein gigantisches assoziatives Datenbanksystem entstanden.

Für seine Anhänger hat die lineare Textform zur Repräsentation von Wissen ausgedient.

Die drei Gesichter der Informatik

1 Idee der Formalisierung:	Informatik als formale Wissenschaft
2 Idee der Automatisierung:	Informatik als Technikwissenschaft
3 Idee der Vernetzung:	Informatik als Basiswissenschaft der vernetzten Informationssysteme.

Ein zeitgemäßer Informatikunterricht benötigt keine vollständige Neuorientierung, sondern lediglich eine Akzentverschiebung (in Richtung der dritten fundamentalen Idee).

Diese Akzentverschiebung lässt sich auch am jeweils aktuellen *Studien- und Forschungsführer Informatik* ablesen. Während die Informatik früher als „Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen –

insbesondere der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern“ charakterisiert wurde (Idee der Formalisierung und der Automatisierung), heißt es in der neuesten Ausgabe:

„Ausgangspunkt der Denkansätze in der Informatik ist fast immer das Bemühen, Aspekte intelligenten Verhaltens von Lebewesen formal zu modellieren, um entsprechende formale Modelle als Unterstützungssystem für den Menschen praktisch zu realisieren“ (Brauer & Münch 1996, S. 13).

Die hier gemeinten Informatiksysteme sind sogenannte Agenten. Es handelt sich dabei um eine Erweiterung des Objektbegriffs. Ein Objekt kapselt Daten und lässt sich mittels Methoden ansprechen. Bezieht man nun noch die *Interaktion* von Objekten untereinander ein und verleiht ihnen eine gewisse Eigenständigkeit, so gelangt man zur *agenten-orientierten Programmierung*. Die ältesten Agenten-Konzeptionen finden sich in der Robotik. Die Vision eines künstlichen Lebewesen fasziniert die Menschen seit jeher, und die Robotik hat in den letzten dreißig Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht.

Die Dynamik des Gebiets kommt einerseits durch das Internet und andererseits aus der Unterhaltungs-Informatik. So sollen uns persönliche Agenten helfen, Herr unserer elektronischen Post zu werden; Vermittlungsagenten sammeln unstrukturierte Informationen aus den Tiefen des Internet und bereiten sie für uns auf. Agenten in Videospiele zeigen Charaktereigenschaften primitiver Lebewesen und sind imstande, einfache Dialoge zu führen.

3. Didaktische Leitlinien des Informatikunterrichts

Im Prozess der Entwicklung von Lernzielen der Informatik wirken folgende Komponenten zusammen:

- Sechs allgemeine Bildungsziele, nämlich Vorbereitung auf künftige Lebenssituationen, Stiftung kultureller Kohärenz, Vermittlung eines zeitgemäßen Weltbilds, Entwicklung kritischen Vernunftgebrauchs, Förderung von Phantasie und Kreativität, Stärkung der Verantwortungsbereitschaft.

- Die drei regulativen Ideen der Informatik-Entwicklung: Formalisierung, Automatisierung und Vernetzung.
- Die vier zentralen Kategorien der Informatik (Information, System, Modell, Programm).
- Die Bestimmung der Informatik als Wissenschaft von Entwurf und Gestaltung von Informatiksystemen.
- Der systemorientierte didaktische Ansatz, welcher diese Bestimmung der Informatik für den Unterricht fruchtbar macht.

Hieraus resultieren die folgenden drei didaktischen Leitlinien:

- Problemlösen mit Informatiksystemen,
- Wirkprinzipien, Struktur und Funktionsweise von Informatiksystemen,
- Grundlagen und Grenzen Informatischer Wissensverarbeitung.

Die Ziele und Inhalte des Informatikunterrichts werden als Antwort auf die den didaktischen Leitlinien zugeordneten *drei Leitfragen* gewonnen:

Leitfrage A (Problemlösen mit Informatiksystemen): Wie können durch Entwicklung, Gestaltung und Anwendung von Informatiksystemen Probleme der Lebenswelt gelöst werden?

Diese Leitfrage thematisiert den praktischen, anwendungsbezogenen Aspekt des Informatikunterrichts: sie konkretisiert sich im – methodisch geleiteten – Entwurf von Informatiksystemen (wissenstechnischen Systemen). Diese Systeme werden mit dem Ziel entwickelt, gestaltet und angewendet, um Probleme der Lebenswelt zu lösen. Sie sind einerseits „vom Menschen“ geschaffen und wirken andererseits auf diesen zurück. Das Abstraktum „Mensch“ muss dabei in verschiedenen sozialen Rollen (als Auftraggeber, Entwickler, Anwender usw.) konkretisiert, und der Prozess der Systementwicklung muss auch als sozialer Prozess begriffen werden.

Leitfrage B (Wirkprinzipien von Informatiksystemen): Wie sind Informatiksysteme aufgebaut, welches sind die Prinzipien des Zusammenwirkens ihrer Komponenten und wie ordnen sie sich in größere Systemzusammenhänge ein?

Hier ist zu thematisieren, dass Informatiksysteme aus – untereinander wechselwirkenden – Teilsystemen aufgebaut sind, dass sie in andere technische Systeme „eingebettet“ werden und sich zu größeren Systemen (Netzen, verteilten Systemen) zusammenschließen können. Hinsichtlich der Teilsysteme geht es unter anderem um die *Idee der Programmierbarkeit* (Computer als universelle symbolverarbeitende Maschine). Die Bezeichnung „Wirkprinzip“ drückt aus, dass stets eine Betrachtung grundlegender Prinzipien, nie die Behandlung technischer Detailfragen angestrebt wird.

Leitfrage C (Grundlagen und Grenzen informatischer Wissensverarbeitung): Welches sind die Grundlagen und wo liegen die Grenzen formaler bzw. technischer Wissensverarbeitung, und wie kann die kognitive Autonomie menschlicher Subjekte gewahrt werden?

Bei dieser Frage geht es einerseits um die Grenzen eines verantwortbaren Computereinsatzes; dabei wird „Grenze“ als ethisch-politische Kategorie verstanden. Andererseits geht es um prinzipielle Grenzen der Idee des Wissens und seiner technischen Verarbeitung, die stets eine Formalisierung voraussetzt – und zwar im Hinblick auf menschliches Denken, Sprechen und Handeln, also das Bild des Menschen von sich selbst.

4. Aktuelle Fragen informatik-didaktischer Forschung

4.1 Zur Rolle des Programmierens

In bildungspolitischen Publikationen, die sich zum Informatikunterricht äußern, wird das sogenannte Programmieren gerne mit Kritik bedacht. So heißt es beispielsweise in einem „Plädoyer gegen den Programmierwahn und für soziale Beherrschung“:

„Es ist überflüssig, dass alle programmieren können; das ist der Sache der Spezialisten. Dagegen ist es notwendig, sich tiefer auf die neue Technik einzulassen, sie erst gründlich zu verstehen und dann daraus abzuleiten, was Kinder (und Erwachsene) über sie lernen sollen, damit sie diese Technologie sozial beherrschen können“.

In Österreich erhebt sich folgende Stimme:

„Der Programmierer ist – verglichen mit dem Baugewerbe – der Maurer. Geplant wird ein Bauwerk vom Architekten, vom Bauingenieur. Die Verantwortung für die Ausführung trägt der Baumeister. Die Bauaufsicht obliegt dem Polier, gebaut wird von den Maurern. Sicherlich hat der Maurer beim Aufstellen einer Mauer die allerbeste Routine; diesbezüglich übertrifft er wohl jeden Architekten. Dennoch würde ich ein Haus nicht gerne vom Maurer planen lassen. So aber ist unser Informatikunterricht: Er hat die Tendenz, eine Informatik der Maurer, nicht der Architekten und Ingenieure zu sein“ (Prowaznik 1996, S. 130).

Hier ist natürlich zu fragen, was die Kritiker unter „Programmieren“ verstehen. In der Tat wird dieser Terminus nicht einheitlich verwendet. Niklaus Wirth meint damit das „systematische Konstruieren und Formulieren von Algorithmen“ (Wirth 1978, S. 7). Gemäß *Informatik-Handbuch* heißt Programmieren, „ein Lösungsverfahren für eine Aufgabe so zu formulieren, dass es von einem Computer ausgeführt werden kann“ (Rechenberg u. a. 1997, S. 407). Nach dem *Informatik-Duden* ist Programmierung die Gesamtheit aller Methoden, Erfahrungen und gesicherten Erkenntnisse über die Darstellung, Entwicklung und Änderung von Software“ (Claus & Schwill 1993, S. 550).

Obige Kritik richtet sich offenbar gegen eine – im Unterricht allerdings leider noch häufig anzutreffende – Praxis, die man als *Programmiersprachenkurs* bezeichnen könnte. Dass die Beherrschung einer Programmiersprache nicht Ziel des Informatikunterrichts sein kann, ist unbestritten und wird in der didaktischen Literatur seit je betont.

Andererseits gilt: Informatik ohne Programmieren (im Sinne von Wirth etc.) wäre der Versuch des Strickens ohne Wolle. Die Lerninhalte der Informatik können nur an konkreten Programmierbeispielen vermittelt werden:

„Ebenso wie das elementare Rechnen die *Primärerfahrung* der Mathematik ist, gilt dies entsprechend für das Programmieren als *Primärerfahrung* der Informatik. Die zentralen Begriffe der Informatik, z. B. in den Bereichen Algorithmen und

Datenstrukturen, algorithmische Komplexität, Compilerbau, ja sogar Automatentheorie und formale Sprachen, erwachsen aus den Erfordernissen des Programmierens“ (Hoppe & Luther 1996, S. 11).

Die Programmier-Beispiele müssen jedoch stets das Allgemeine im Besonderen zeigen, d. h. es müssen die informatischen Konzepte (z. B. Objektorientierung, Prinzipien des Software-Entwurfs, Überlegungen zur Korrektheit und Effizienz) durchscheinen, und es muss klar werden, dass *sie* der Unterrichtsgegenstand sind – und nicht die Details der Programmiersprache oder der zugehörigen Entwicklungsumgebung. „Das Programmieren kann auch einen hohen formalen Bildungswert besitzen, nur hat es ihn nicht automatisch, sondern gewinnt ihn erst durch entsprechende Verdeutlichung der Programmstrukturen“ (Prowaznik 1996, S. 130).

4.2 Zur Wahl der Programmiersprache

Also: Programmieren im Sinne von (Methodik der) *Software-Entwicklung* steht weiter im Zentrum des Informatikunterrichts. Offen ist die Frage nach den Inhalten und die nach der Programmiersprache.

Es gibt eine ganze Reihe von Informatiksprachen unterschiedlicher Präzision und Ausdruckskraft, die beim Systementwurf und bei der Repräsentation des im System verwendeten Wissens zum Zuge kommen. Zur Problemanalyse dient die Umgangssprache, bei der Algorithmen-Entwicklung werden als Spezifikations- bzw. als Entwurfssprachen geeignete Erweiterungen oder Formalisierungen der Umgangssprache (ggf. mit Einbau grafischer Elemente) verwendet, als Kommunikationsmedium zwischen Menschen und Computer dient einerseits die Programmiersprache, andererseits die vom Programmiersprache, andererseits die vom Programmator vorgesehene Sprache für den Benutzerdialog (z.B. Menüs oder Kommandosprache).

Besondere Bedeutung kommt den Programmiersprachen zu, denn sie sind nicht nur Darstellungsmedium, sondern Denkwerkzeug. Das heißt: Problemerkennung, Denken und Problemlösung werden durch die verwendete Programmiersprache

entscheidend geprägt. Wer nur eine einzige Sprache kennt, kann Methoden und Konzepte der Informatik von den jeweiligen Besonderheiten der Sprache nicht trennen und gewinnt damit nicht die erwünschte Urteilsfähigkeit. Dies führt zu folgender These:

- Die Schüler sollen zwei *höhere Programmiersprachen* kennen lernen.
- Eine dieser Sprachen sollte *imperativisch* und *objektorientiert* sein.
- Die andere Sprache sollte *prädikativ* (logikorientiert) sein.

Die Programmiersprache Pascal ist, trotz ihres Alters, derzeit noch die im Informatikunterricht an häufigsten verwendete Sprache. Ihre weite Vereinbarung ist sicher darin begründet, dass sie ein gelungener Entwurf war, der mit einer klaren Syntax und einem geringen Umfang an Sprachkonstrukten die Vermittlung aller (damals) wesentlichen Konzepte der Software-Entwicklung ermöglichte. Durch die (von der Firma Borland) geschaffene Spracherweiterung wurden einige Mängel des ursprünglichen Pascal - in allerdings unvollkommener Weise - überwunden.

Unter dem neuen Paradigma wird der Computer nicht mehr als isoliertes Gerät, sondern als Teil eines Netzes begriffen, der auf dessen Ressourcen jederzeit zugreifen kann und dessen Resultate ins Netz zurückfließen. Mit der Programmiersprache *Java* lässt sich dies ermöglichen, außerdem sind mit ihr Konzepte und Methoden, realisierbar, welche die Didaktik in den letzten Jahren als wichtig herausgearbeitet hat, die aber bisher nicht oder nur unvollkommen realisiert werden konnten; dazu gehören Objektorientierung, Nebenläufigkeit, Konstruktion wiederverwendbarer Bausteine, Programmierung im Großen.

Als Alternative zu Java kommt *Oberon* infrage. Obwohl manches für das Wirth-Produkt spricht (sieht Lavergne 1998), plädiere ich für Java.

4.3 Konstruktion curricularer Bausteine nach der Problemkreismethode

Bildung vermittelt zwischen Wissenschaft und Lebenswelt. Jeder Curriculum informatischer Bildung muss daher von zwei Ausgangspunkten her konstruiert werden, nämlich dem (fach-)wissenschaftlichen einerseits und dem lebensweltlichen andererseits. Die o.a. Forderung nach mehr Selbständigkeit der Schüler im

Lernprozess spricht dafür, dass die Unterrichtseinheiten des Faches Informatik nicht fachsystematisch, sondern *themenzentriert* strukturiert und geplant werden.

Bei der sogenannte *Problemkreismethode* überdecken die Themen- bzw. Problemkreise die – vom Lehrplan vorgesehenen – Fachinhalte. Die jeweils benötigten Fachbegriffe, Algorithmen und Programmiermethoden werden nicht auf Vorrat, sondern *nach Bedarf* erarbeitet; das – fachsystematisch aufgebaute – Lehrbuch wird als Kompendium von Fall zu Fall herangezogen.

Hinsichtlich der Auswahl der Unterrichtsthemen sollten folgende Kriterien beachtet werden: Das jeweilige Thema sollte

- einen Bezug zur Lebenswelt der Schüler bzw. einen realen Anwendungsbezug aufweisen,
- produkt- und ergebnisorientiert sein,
- modular bzw. mit arbeitsteiligen Verfahren bearbeitbar sein,
- Möglichkeiten zur selbstständigen, kreativ-forschenden Erarbeitung der Problemlösungen bieten.

Die Fachkonferenz Informatik konzipiert eine Folge curricularer Bausteine; jeder ist etwa wie folgt strukturiert (Beispiel):

Thema:	Computergrafik
Jahrgangsstufe:	1 1/2
Werkzeuge:	Java, Turtle-Grafik, Lindenmayer-System-Interpreter
Fachinhalte:	Algorithmik (Ablaufsteuerung, Prozeduren, einfache Datenstrukturen, Rekursionen, Objektbegriff), Grammatik, Interpreter
Bildungsgehalt:	Vergleich natürlicher mit künstlicher Pflanzen(darstellungen) Modellierung von Realität im Computer, Möglichkeiten und Gefahren
Produkt:	Darstellung künstlicher Pflanzen im Vergleich zu künstlichen Pflanzen (Ausstellung, ggf. im Intranetz)

Eine exemplarisches System von Bausteinen könnte wie folgt aussehen:

1 1/1	Datenbanken und Informationssysteme Thema: Bibliotheksverwaltung	prädikativ	Prolog
1 1/2	Verarbeitung natürlicher Sprache Thema: Blockwelt oder Datenbankabfrage	prädikativ	Prolog
12/1	Algorithmen und Datenstrukturen Thema: Computergrafik	imperativisch objektorientiert	Java
12/2	Modulare Programmentwicklung, kombinatorische Optimierung, KI-Methoden Thema: Strategiespiele	imperativisch objektorientiert	Java
13/1	Netzarchitektur, Informationssicherheit, kryptologische Algorithmen und Protokolle (Digitale Signatur, elektronisches Geld)	funktional imperativisch objektorientiert	Derive Java
13/2	Formale Sprachen, Automaten, Berechenbarkeit Projekt: MiniJava-Compiler	prädikat	Prolog

Die von den Schülern erarbeiteten Programme und Dokumente werden im schulinternen Netz bzw. im Internet platziert; sie sind damit für die Mit- und Nachwelt nicht verloren, sondern können als Ausgangspunkt weiterer Entwicklungen dienen.

5. Abschließende Bemerkungen

Die geschilderten Änderungen des Informatikunterrichts sind nicht so spektakulär, wie mancher vielleicht erwarten möchte. Dies liegt daran, dass die Informatik (in der Schule – nicht in der Hochschule!) eine seit zwanzig Jahren fundierte Didaktik besitzt, welche ihre Konzepte nicht grundlegend ändert, sondern lediglich die – nunmehr in den Vordergrund rückende – Idee der Vernetzung angemessen berücksichtigen muss. Was an Änderungen durch Computernetze und Telekommunikation auf die Schule zukommt, bezieht sich mehr auf die Nutzung der Informations- und Kommunikationstechniken in den übrigen Schulfächern und ihre Thematisierung in der informationstechnischen Grundbildung (vgl. dazu Reiter 1996).

6. Literaturangaben

[1] BAUMANN, R.: Didaktik der Informatik. Stuttgart: Klett, 2. Aufl. 1996

- [2] BERNERS-LEE, T.: World-Wide Computer. In: Comm. ACM 40 (1997), H. 2, S. 57 - 58
- [3] BRAUER, W.; MÜNCH, S.: Studien- und Forschungsführer Informatik. Berlin: Springer, 3. Aufl. 1996
- [4] HOPPE, H. U.; LUTHER, W. J.: Informatik und Schule, Ein Fach im Spiegel neuer Entwicklungen der Fachdidaktik, In: LOG IN 16 (1996), H. 1, S. 8 - 14
- [5] HÜFFEL, C.; REITER, A. (Hrsg.): Praxis der EDV/Informatik. Ein Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer. Wien: Jugend & Volk, 1996
- [6] KOERBER, B.; PETERS, I.-R.: Informatische Bildung in Deutschland. Perspektiven für das 21. Jahrhundert. Berlin: LOG-IN-Verlag, 1998
- [7] LAVERGNE, H. v.: Welche Schwerpunkte kann die Informatik-Ausbildung künftig haben? In: LOG IN 18 (1998), H. 5, S. 19 - 23
- [8] PROWAZNIK, B.: Didaktik der Informatik zwischen Bildungsutopie und Realität. In: Hüffel & Reiter (Hrsg.) 1996, S. 123 - 133
- [9] RECHENBERG, P.; POMBERGER, G. (Hrsg.): Informatik-Handbuch. München: Hanser, 1997
- [10] REITER, A.: Informatik im Wandel: Hypermedia und Online-Kommunikation erobern die Klassenzimmer. In: Hüffel & Reiter (Hrsg.) 1996, S. 19 - 43
- [11] WIRTH, N.: Systematisches Programmieren. Stuttgart: Teubner, 1978

Helmut Schauer

Die Zukunft der Schule ¹

Wir leben in einer spannenden Zeit! Gleichsam metaphorisch weist der bevorstehende „fin des siecle“ auf den Umbruch hin, der sich bereits ankündigt. Das postindustrielle Zeitalter ist im Ausklingen, Information hat als vierte Kategorie neben Materie, Energie und Kapital nicht nur einen zusätzlichen Stellenwert erobert, sondern ist im Begriff, in diesem Kanon die Führungsrolle einzunehmen. Bald brauchen wir Materie nur mehr, um Informationen zu speichern und Energie, um Information zu übertragen. Kapital ist sowieso ein immaterieller Begriff, und wird auch schon längst in elektronischer Form repräsentiert.

Jegliches Leben basiert auf Information. Egal ob es sich um das Gigabyte an genetischer Information handelt, das in jeder einzelnen Zelle unseres Körpers gespeichert ist, oder um jenes Gigabyte, das wir am Ende eines erfüllten Lebens als Lebenserfahrung im feuchten neuronalen Netz unserer Gehirnzellen gespeichert haben.

Information ist zu einem alles entscheidenden Faktor im Konkurrenzkampf der Marktwirtschaft geworden und Information ist es, die in der individualisierten Form des Wissens über die Kompetenz jedes Einzelnen von uns entscheidet. Auf eine einfache Formel gebracht ist Wissen Information – und Wissen ist bekanntlich Macht!

In diesem Zusammenhang wird gerne das Internet als Prototyp einer demokratischen Einrichtung gepriesen, erlaubt es doch jedem Einzelnen den chancengleichen Zugriff zu all der verfügbaren Information. Ein Blick in die realen Statistiken trübt allerdings diese Illusion: So zeigt eine im Frühjahr dieses Jahres publizierte Studie des soziologischen Instituts der Universität Zürich, dass im Kanton Zürich die Benutzer des Internets vorwiegend gut ausgebildete junge Männer mit guten

¹ Der Titel ist zufällig gewählt, es könnte ebenso gut „Die Schule der Zukunft“ oder „Schule mit/ohne Zukunft“ aber auch „Zukunft mit/ohne Schule“ heißen. Ein Teil der inhaltlichen Überlegungen wurden bereits anlässlich des 3. Wiener Kulturkongresses unter dem Titel „Globalisierung der Ausbildung – Ersetzt das Internet das Klassenzimmer?“ diskutiert.

Englischkenntnissen sind. Der Anteil der Frauen mit Internetzugang liegt unter 25%² Mindestens ebenso interessant ist ein Blick auf den Informationsfluss, den Switch auf seinen Leitungen zwischen der Schweiz und den europäischen Ländern sowie der Schweiz und den USA protokolliert. Während die Schweiz über die europäischen Links einen veritablen Handelsbilanzüberschuss erzielt – es wird etwa doppelt so viel an Information aus der Schweiz in die EU exportiert als importiert, lesen die Schweizer über den Transatlantik-Link zwischen Zürich und New York etwa das Dreifache an Information aus amerikanischen Web-Seiten als die Amerikaner aus der Schweiz beziehen³. Über die wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Auswirkungen dieser Unsymmetrie des Informationsflusses zu spekulieren sei der Fantasie des geneigten Lesers dieser Zeilen überlassen.

Diese Fakten führen zu der Frage des Stellenwertes eines Landes in der Informationsgesellschaft. Durch die Flut von globaler Information wird zukünftig eine Selektion, also Vorauswahl von Wichtigem, an Bedeutung gewinnen. Doch auch diese Art von Wissensdesign birgt die Gefahr der Manipulation.

Nicht nur spannend, geradezu dramatisch sind die Auswirkungen des Wechsels zum Informations-Zeitalter auf den Arbeitsmarkt. Um es auf den Punkt zu bringen: die Idee, einen Job für das Leben zu erhalten, ist passé. Mobilität, Flexibilität und Eigenverantwortung sind angesagt. Statt pensionsberechtigten Arbeitnehmern braucht es Entrepreneurs, die auf eigenes Risiko ihre Kernkompetenz in zeitlich begrenzte Projekte einbringen. Eine ebenso zeitlich begrenzte Vernetzung mit anderen Spezialisten zu einem schlagkräftigen Projektteam erhöht den Wettbewerbsvorteil. Dass diese Vernetzung ebenso durch das Internet unterstützt wird, wie das Vermarkten dieser Kompetenz, versteht sich von selbst.

Ganz besonders faszinierend aber sind die Konsequenzen dieser Entwicklung auf unser Bildungswesen. Die Idee, in der Jugend Wissen auf Vorrat in die Schüler hineinzupauken, in der Hoffnung, dass dieses Wissen für den Rest des Lebens nützlich ist, ist schon lange obsolet. Schon längst ist die Halbwertszeit des

² siehe <http://www.door.ch/Internet-Survey.ZH96/presse/sozdem.html>

³ siehe <http://www.switch.ch/lan/stat/linkusa.html>

Fachwissens wesentlich kürzer als allein die Schulzeit geworden, von der biologischen Lebenserwartung ganz zu schweigen. Während noch unsere Großeltern häufig das Handwerk und damit das Wissen und die Erfahrung ihrer Vorfahren übernommen haben und unsere Eltern in den meisten Fällen nur einen Beruf erlernt haben und für uns ein Berufswechsel immer noch etwas Außergewöhnliches ist, werden unsere Kinder einen mehrmaligen Berufswechsel als selbstverständlich erachten, sofern sich der Begriff „Beruf“ überhaupt noch in ihrem Wortschatz befindet. Infolgedessen brauchen wir nicht nur eine individuell auf die Bedürfnisse des Einzelnen maßgeschneiderte lebensbegleitende Fort- und Weiterbildung, diese wird auch von einer Bringschuld der schulischen Institutionen zu einer Holschuld des Bildungshungrigen. An Stelle einer Wissensproduktion auf Lager tritt eine nachfrageorientierte Wissensvermittlung – „just in time“ und „on the spot“.

Keineswegs wird dadurch die Grundschule überflüssig. Ganz im Gegenteil! Ihre Aufgabe ist die Vermittlung der vier Kulturtechniken – Lesen, Schreiben, Rechnen und Informatik – sowie sozialer Fähigkeiten, Kommunikations- und Teamfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein und ethischer Werte und nicht zuletzt der Lernfähigkeit selbst. Darüber hinaus mag auch die Pflege kultureller und humanistischer Werte von Bedeutung sein. Grundsätzlich sollte jedoch der Trend weg von reproduzierbarem Faktenwissen und hin zu Methodenwissen sein. Anstatt zu lernen, die Fragen des Lehrers zu beantworten, sollten die Schüler ermutigt werden, selbst Fragen zu stellen. Um es mit Heinz von Förster zu sagen: Die Fragen des Lehrers, auf die es eine überprüfbare Antwort gibt, sind die trivialen Fragen, sie können auch durch ein Computersystem beantwortet werden – die interessanten Fragen sind jene, auf die wir uns die Antwort selbst geben müssen! (Leider kommt eine an deutschen Schulen gemachte Untersuchung zu dem Schluss, dass 98% aller beim Abitur gestellten Fragen solche „triviale“ Fragen sind.)

Immer wieder wird auch die Frage diskutiert, welche Lehrziele und –inhalte für den Informatikunterricht an der Schule zweckmäßig wären. Erst kürzlich hat Peter Rechenberg beklagt, dass die meisten Informatik-Schulbücher zu viel und zu kurzlebige Spezialwissen (von der Technologie zur Herstellung von Mikroprozessoren über Interrupt-Aufrufe aus Turbo-PASCAL bis zu Fragen der

Künstlichen Intelligenz) beinhalten⁴. Gleichzeitig empfiehlt Rechenberg unter anderem eine Rückbesinnung auf algorithmisches Denken, die Repräsentation von Daten und den von Neumann-Computer.

Leider ist der in den siebziger Jahren stark angepriesene algorithmische Absatz sehr stark mit numerischen Algorithmen verknüpft worden und hat infolgedessen dem Informatikunterricht eine überproportionale mathematische Orientierung verliehen. Es wäre jedoch mit etwas Fantasie sicherlich leicht möglich, diese Schlagseite zum Beispiel durch Aufgaben aus der Textverarbeitung, Steuerung von Animationsgrafik oder Simulation von Robotik auszugleichen. Vordergründiges Bildungsziel sollte die exakte Beschreibung von Abläufen und Sachverhalten stehen. Ob es sich dabei um eine Gebrauchsanweisung für ein technisches Gerät (zum Beispiel einen Videorecorder, ein „GSM-Handy“ oder eine Kamera), Anweisungen für das Verhalten in bestimmten Situationen (zum Beispiel im Brandfall, erste Hilfe oder der Choreographie eines Musicals) oder eben die Programmierung eines Computers handelt, ist nebensächlich. Wesentlich ist die Verwendung geeigneter Notationsformen, um gleichermaßen Verständlichkeit wie Prägnanz der Ausdruckskraft sicherzustellen. Wichtig ist es auch, alternative Darstellungsformen wie etwa graphische, natürlichsprachliche und formalisierte Beschreibung gegenüberzustellen. Damit bietet sich auch die Gelegenheit, zwischen der äußeren syntaktischen Form und dem semantischen Inhalt solcher Darstellungen zu unterscheiden. Allein durch die Beschreibung des Schulweges unter Einbeziehung typischer Ausnahmesituationen (wie etwa Umleitung, Staus und Streiks) können grundlegende Informatikkonzepte illustriert werden. All den Aspekten, die sich formalisieren und in Regeln fassen lassen sollten, jedoch auch jene gegenübergestellt werden, die sich einer Formalisierung entziehen, sei dies, weil sie nur situativ entschieden werden können oder weil sie sich nicht deterministisch verhalten.

Ähnliches wie für die Beschreibung von Abläufen gilt auch für die Beschreibung von Sachverhalt und Zusammenhängen. Informationen, wie sie etwa in Ahnentafeln, einem Bestimmungsbuch für Heilkräuter oder dem Fahrplan des Bundesbahnen enthalten sind, illustrieren die unterschiedlichen Möglichkeiten der Daten-

⁴ P. Rechenberg: Quo vadis Informatik?, LOG IN Nr. 1 '97, p. 25-32

Repräsentation. Auch hier können grafische, tabellarische oder textuelle Darstellungsformen gegenübergestellt werden. Interessant ist es auch, die Beziehungen zu klassifizieren, die zwischen den beschriebenen Dingen vorherrschen können, wie etwa verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Personen, oder der Beziehung, dass ein Stempel Teil einer Blüte ist, oder Zug Nachfolger eines anderen, oder gar Umkehrungen solcher Beziehungen gelten können, wie etwa zwischen dem Ganzen und einem Teil. Großeltern und Enkelkindern, Nachfolgern und Vorgängern etc. Zu der Frage, ob solche Beziehungen etwa reflexiv, symmetrisch, antisymmetrisch oder transitiv sein können ist es dann nur noch ein kleiner Schritt.

Falls der geeignete Leser einwendet, dass sich all diese Fragen ja auch ohne Computer behandeln lassen, so hat er gut beobachtet! Gerade das ist ja, was die Grundkonzepte unabhängig von der kurzfristig vorherrschenden Technologie macht.

Anders ist es mit Fragestellungen, wo große Datenmengen im Vordergrund stehen, wie zum Beispiel Recherchen in Datenbanken oder im Internet. Hier ist die Technik Werkzeug, nicht jedoch Gegenstand unseres Interesses. So sollte die faszinierenden Möglichkeiten der Vermittlung von Informationen dazu genutzt werden, um sich über die Relevanz, die Aussagekraft und vor allem die Plausibilität dieser Informationsflut Gedanken zu machen. Hier wird auch deutlich, dass unter Umständen der Formulierung der richtigen Fragen mehr Bedeutung zukommen kann, als dem Auffinden einer passenden Antwort. Darüber hinaus lässt sich illustrieren, dass Information nicht immer mit Wissen gleichzusetzen ist (von Weisheit ganz zu schweigen). Es ist bedauerlich, dass sich der Internetzugang mangels Fantasie der vielerorts überforderten Lehrer häufig auf die Kommunikation zwischen einzelnen Schülern beschränkt und damit zu einer elektronischen Variante von Brieffreundschaften degradiert. Auch ein Blick ins Web zeigt, dass bei den mehr als 1000 an das Internet angeschlossenen deutschsprachigen Schulen die Selbstdarstellung des schulischen Alltages Vorrang vor der Beschreibung innovativer Projekte hat⁵

⁵ Für einen Einstieg in die Home-Pages deutschsprachiger Schulen empfiehlt sich

<http://www.schulweb.de/>

Es ist müßig zu erwähnen, dass die genannten Lehrziele in nahezu alle Schulfächer integriert werden können, egal ob es sich um Sprachen, naturwissenschaftliche oder geisteswissenschaftliche Fächer handelt. Selbst ethische Fragen können im Zusammenhang, etwa mit dem Formulieren von Richtlinien, dem Aufstellen von Normen und nicht zuletzt mit Fragen des Schutzes persönlicher Daten diskutiert werden. Dennoch sollten die Kulturtechnik Informatik als eigenen Fach vermittelt werden. Nur dadurch ist gewährleistet, dass die Phänomene losgelöst von ihren Anwendungen als grundlegende Konzepte verstanden werden.

Im Gegensatz zu den allgemeinbildenden fundamentalen und langlebigen Grundkonzepten, zu deren Vermittlung auch die Persönlichkeit des Lehrers einen entscheidenden Beitrag zu leisten hat und wofür die Institution der Schule vorerst kaum wegzudenken ist, bieten sich für die auf die Grundschule aufgebauten Phase einer lebensbegleitenden Ausbildung hingegen – gerade rechtzeitig – über das Internet weltweit angebotene elektronische Kurse an. Dieses interaktive Fernstudium erfüllt genau die oben getroffenen Anforderungen: die Ausbildung kann unabhängig vom Zeitpunkt und vom Standort an die individuellen Erfordernisse angepasst werden. Darüber hinaus kommt „Distance Learning“ durch den globalen Markt und den weiter gehenden Verzicht auf Gebäude und Lehrpersonal billiger als der Präsenzunterricht.

Ein Blick in das Web zeigt, dass die Zukunft bereits begonnen hat! So stellt sich etwa die Fernuniversität Hagen auf ihrer Homepage bereits als „Virtuelle Universität“ dar⁶ und bildungshungrigen Schweizer können bereits jetzt über das Studienzentrum in Brig Kurse belegen. Meines Erachtens ist es nur eine Frage der Zeit, bis renommierte Institute (wie z.B. die Harvard Business School) weltweit Nachdiplomstudiengänge anbieten, die durch Web und Interaktive Videos unterstützt werden. Das Problem ist – wie bei allen globalen Produkten dass es „Markennamen“ braucht, welche die Qualität garantieren. Schließlich könnten Nationale wie Internationale Organisationen (wie z.B. die UNESCO) über Qualitätsstandards solcher globaler Ausbildungsangebote befinden. Wenn man noch einen Schritt weiterdenkt, so könnten solche Organisationen den Rahmen für Brokerdienste zur

⁶ siehe <http://www.vu.fernuni-hagen.de/vus.html>

Verfügung stellen, in denen die Nachfragen nach speziellen Ausbildungsgängen mit den weltweiten Angeboten abgeglichen werden.

Dadurch geht der Standortvorteil traditioneller Ausbildungsinstitutionen verloren, und diese treten in einen weltweiten Konkurrenzkampf. Wie auf jedem konkurrenzierenden Markt gibt es dann auch Beispiele auch für die Universitäten „Markennamen“, und daher auch Werbung. Die verschiedenen Diplome haben unterschiedlichen Stellenwert, und es wird möglich, an einer Eliteuniversität zu studieren, ohne jemals dort gewesen zu sein.

Der Trend zur Globalisierung der Ausbildungen birgt natürlich neben der Frage der internationalen Anerkennung auch das Problem der Bildung als Monopol. Weiters muss es ein bildungspolitisches Anliegen sein, dass Chancengleichheit gewährleistet ist und kulturelle Unterschiede berücksichtigt werden.

Da Bildung zur Überlebensstrategie geworden ist, ist die österreichische Bildungspolitik gefordert, ihren Beitrag in diesem faszinierenden Spannungsfeld zu leisten.

Anhang: Erfurter Resolution

Erstmals haben sich auf Einladung des Gesprächskreises Informatik (1) am 22. und 23. April 1999 in Erfurt Vertreterinnen und Vertreter der Erziehungswissenschaft, Didaktik, Schulpsychologie, aber auch der Politik sowie der Lehrer-, Eltern- und Schülerschaft aus Deutschland, Österreich und der Schweiz in einem interdisziplinären Symposium zusammengefunden, um zu diskutieren, unter welchen Grundsätzen künftiger Schulentwicklung den Herausforderungen der Informationsgesellschaft begegnet werden kann.

Diese Diskussion hat zu den folgenden neuen Thesen geführt.

These 1: Der Umgang mit Informationen ist neben den traditionellen Kulturtechniken des Lesens, Schreibens und Rechnens eine weitere unverzichtbare Grundkompetenz geworden.

These 2: Dies bedeutet, dass – wie beispielsweise der Deutschunterricht eine Grundlage für das Schreiben und Lesen ist – für den Erwerb dieser Kompetenz im Rahmen der aktuellen Schulentwicklung ein fester unterrichtlicher Ort vorgesehen werden muss.

These 3: Für die unterrichtliche Einbettung ist ein Fundament zu definieren, das – wie bei den anderen Kulturtechniken – sowohl als eigenständiger Unterricht zu verankern, aber auch bei anderen Fächern in Stundentafel und Rahmenpläne zu integrieren ist.

These 4: Dies erfordert die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes für eine informatische Bildung, die alle Schulstufen und alle Schularten umfasst.

These 5: Für alle Unterrichtsfächer gilt: Inhalte, Methodik und Organisation sind durch den informatikspezifischen Umgang mit Information neu zu bestimmen. Insbesondere sind hier alle Fachdidaktiken aufgerufen, zu verdeutlichen, welche Beiträge das jeweilige Fach hierbei leisten kann.

These 6: Verpflichtender Informatikunterricht in der Sekundarstufe I ist der Kristallisationspunkt zur Bereitstellung der erforderlichen Methoden, Kenntnisse und Fähigkeiten, z.B. Reduktion der Komplexität durch Strukturierung, informatisches Modellieren (Objektorientierung), Interaktions- und Kommunikationsstrategien.

These 7: Mit dem Schlagwort „Medienerziehung“ ist die geforderte informatikspezifische Kompetenz nicht zu erreichen. In der Öffentlichkeit herrscht ein falsches Bild der Informatik vor (Programmierkurse, Hacken), das insbesondere Mädchen abschreckt. Nicht das Werkzeug ist entscheidend, sondern die zu lösende Aufgabe.

These 8: Die Informatik durchdringt alle Berufe in vielfältiger und fundamentaler Weise und hat damit einen wesentlichen Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung und die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Informatische Bildung ist daher der entscheidende Erfolgsfaktor der Zukunft.

These 9: Folgende Rahmenbedingungen müssen entsprechend geschaffen werden:

- Reform der Lehrerbildung unter dem Aspekt einer Qualifizierung aller Lehrerinnen und Lehrer und der grundständigen Ausbildung von Informatiklehrerinnen und –lehrern.
- Bereitstellung und Pflege der erforderlichen technischen Infrastruktur.
- Lebensbegleitendes Lernen

Zur Umsetzung dieser Thesen bietet der Gesprächskreis Informatik allen interessierten Institutionen und Einrichtungen seine fachliche Beratung an.

Folgende Fachgesellschaften sind derzeit im Gesprächskreis Informatik mit insgesamt 60.000 Mitgliedern vertreten: Anwenderverband Deutscher Informationsverarbeiter e.V. (adi), Deutsche Gesellschaft für Informationswissenschaft e. V. (DGI), Deutsche Gesellschaft für Recht und Informatik e. V. (DGRI), Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e. V. (GIL), VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMD), Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e. V., VDE/VDI – Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMN), Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG), Österreichische Computer Gesellschaft (OCG), Schweizer Informatiker Gesellschaft (SI).

Viera K. Proulx

WHAT ARE THE DIDACTICAL PRINCIPLES FOR TEACHING COMPUTER SCIENCE

Abstract

This paper identifies those computer science concepts and skills that every secondary school students should understand. It then states some of the key didactical principles for teaching informatics and its key ideas. The didactic is illustrated in two sets of projects and exercises. In the first set the computer is used to illustrate concepts - whether in a prepared program or as a part of student's project. The second set consists of thinking exercises and games that employs a discovery style of learning for a variety of computer science topics.

1. Introduction: Computer Science Concepts in Secondary Schools

1.1. Introduction

In this paper we start by examining the place of computer science in a standard secondary school curriculum and present a list of informatics related concepts that every student should understand and explore. We then look at the ways how these concepts can be taught to every student. We first state the key didactical principles and then follow with examples of classroom practice. We present two types of exercises. First set of exercises would typically be a part of programming instruction, but the resulting programs (when presented in the final form) can be used to illustrate concepts to less skilled students. The second set of exercises presents some of the key ideas in the framework of pen and pencil games, possibly using simple manipulative materials. The simplest exercises presented here have been used with pupils in elementary schools while the most advanced are a part of the computer science curriculum at our university.

1.2. Informatics and Biology: Foundations for Understanding the World

Students study biology to learn about the living organisms from the smallest cells to the whole ecosystem of the living Earth. We do not think that all of them will become

biologists. Biology helps us to understand how to live healthy lives, how to take care of our environment, to see the impact of our decisions on the ecosystem and how to be literate citizens of the living world. The world of information technology today is just as pervasive in our daily lives, from the smallest bits and bytes to the vast reaches of the Internet, our lives are affected by the information technology. All citizens need to make decisions about the safety and security of electronic data, use technology based artifacts in their work and at home, and take part in decisions about future policies related to the use of information technology. For this reason, it is important to view informatics as a subject similar in importance to biology [10].

1.3. Fluency in Information Technology: The National Research Council Report

Two year ago the National Research Council in the USA and its Computing Sciences and Telecommunications Board asked a group of prominent computer scientists to prepare a document that would provide guidelines for what every literate citizen should know about information technology. The group requested comments from experts in a wide area of expertise - from secondary school teachers, to librarians, university faculty and the industry. They invited many of them to a two-day workshop to discuss the ideas in a more focused setting. The report "Being Fluent with Information Technology" is available in draft form at <http://www2.nas.edu/cstbweb> and will be published by the National Academy Press in 1999 [6].

The draft of the report identifies three areas of competencies that all students should attain during their post-secondary education. These are **contemporary skills** that allow the students to use computers and contemporary computer application, **foundational concepts** in computer that follow our comparison with biology, and **intellectual capabilities** - a collection of abstract thinking and reasoning skills that prepare students for lifelong learning and intellectual growth. While the report focuses on post-secondary education, it implicitly presents a framework for the secondary schools. Secondary schools should start building foundation for mastering these skills and concepts and attaining these intellectual capabilities.

Currently, many of the contemporary skills are routinely taught in secondary schools, often labeled as a course in informatics or computer literacy. We argue that the foundational concepts and the intellectual capabilities provide a necessary foundation

for being able to function effectively in the world of information technology and should also be a standard part of curriculum.

1.4. The Key Concepts and Capabilities

Foundational concepts help student understand how a computer system is built and how it functions. The concepts listed here are similar to those identified in the Model High School Curriculum for Computer Science [1], but also cover those concepts that explain how the modern networks store, access, and transmit large amounts of data. The report lists ten concepts that all university students should understand. Secondary schools should provide a first introduction to these concepts.

Students need to know what are the main components of a computer and how they function, the concepts of computer program and program translation. They need to have basic understanding of computer networks, the capabilities and limitations. To understand the limits of computer representation of data, students need to learn about different data file formats, conversions, and transmission principles. They need a first practice in algorithmic thinking and programming. Students also learn about modeling and abstraction - every computer program is a model of some real problem and students need to understand their limits and validity. Finally, students should understand the universal nature of computers - that every task that can be performed by one computer can also be performed by any other computer. And, of course, students need to know that some problems just cannot be solved by a computer - the process would take too long, the desired accuracy may not be achievable, or a programming solution just does not exist.

In addition, studying the foundations of computer science provides a context for developing intellectual capabilities that transcend the needs of information technology. The ability to engage in sustained reasoning, to manage complexity, to organize and evaluate information, to test a solution or manage problems in faulty solutions, to collaborate and communicate with others are all needed in daily life and work day. Student also benefit from being able to expect the unexpected, anticipate changes in technology, and thinking about information abstractly.

2. Didactical Principles for Teaching Computer Science Concepts

Many of the didactical principles for teaching computer science concepts that are presented here apply equally well to other fields. However, often those teaching computer science are the least skilled in using the computer as a teaching tool, following the old proverb of the shoemaker with holes in his shoes. Part of the reason for this shortcoming is the difficulty of using a computer to illustrate abstract concepts through concrete examples.

2.1. Understand What Concepts Do You Want to Teach

We always have to start with understanding what are the key concepts we want to teach. The projects we assign should then focus on these concepts. This may seem like an obvious idea, but often when learning to program students focus on the minute details of syntax and program construction without seeing the key ideas embodied in this program.

For example, when we present students with several sorting algorithms, our goals should be to point out the differences between two problem solving strategies - one using the iteration and the other using the divide and conquer method. The pedagogy should then reflect this goal and focus on the essential differences between the problem solving strategies and the time complexity of the resulting algorithm. Furthermore, the teacher needs to point out that the difference in the time is related to the problem solving strategy and would apply to any problem, not just sorting. Classroom presentation and student projects should highlight these issues and student project should focus on comparing the two problem solving strategies and understanding the differences between them.

2.2. Use Graphics for Feedback and Motivation

The examples we use should be interesting and relevant. Graphics, sound, illustrations, and visualization should be used in abundance both in presentation of concepts and in student projects. Today computer animations, multimedia presentations and other visual representations are routinely used in many fields - medicine, engineering, even humanities and social sciences. Students of computer science see mostly text - like shoemaker's children with holes in their shoes. The need for using graphical representations to explain new concepts is obvious.

However, student's projects should also include visual component - both as feedback for debugging and as motivation for getting the project work correctly.

2.3. Identify and Present Patterns

To help students in retaining the lessons learned and enable them to reuse ideas, we need to search for patterns of thinking and design that we use almost automatically, expose these patterns, and illustrate their application. This applies to patterns of simple program segments, design patterns of larger programming solutions, as well as pedagogical thinking patterns we use when reasoning about a new problem. The idea of identifying and describing patterns started with larger software projects and filtered down to the smallest components of programs and problem solving. As we look for patterns we also discover the key concepts students should learn (see 2.1) and can then focus our didactics accordingly.

2.4. Present the Big Picture

Computer science affects almost all jobs and professions today. Students need to see a large sample of applications of computer science - not just the traditional business data processing. By creating exercises that expose a variety of computer uses students understand better the types of problems faced by computer scientists and computer users.

This type of exercises typically covers only the simplest version of a particular problem. Students that are eager to learn more are thus given an opportunity to learn more, to follow up with additional features in their programs, or to study the problem in greater depth.

3. Using Technology to Teach Computer Science Concepts

3.1. Programs That Use Graphics for Feedback and Motivation

Even the simplest programs students write can create interesting graphics. One of our first projects asks students to design a picture that contains at least two rectangles, two ovals, and two lines and some colors and write a program that paints the picture. Next, we may ask students to make the picture scaleable - so it can be displayed anywhere in the drawing window and in any size [9]. To practice loops, students paint and erase a circle at different locations, creating a simple animation.

Alternately, by painting circles next to each other the program simulates a paintbrush [10].



Figure 1. Scaled images



Figure 2. Loop practice

To focus on the design of algorithms, we use programs where student fill in only that part of the program that implements the algorithm. The framework with all input controls and display is given to the students as a skeleton code. In one such exercise, students display 16 different patterns of dots - practicing nested loops. The function call `BigDot(x,y)` displays a dot in the desired location and draws a line from the preceding dot [6].

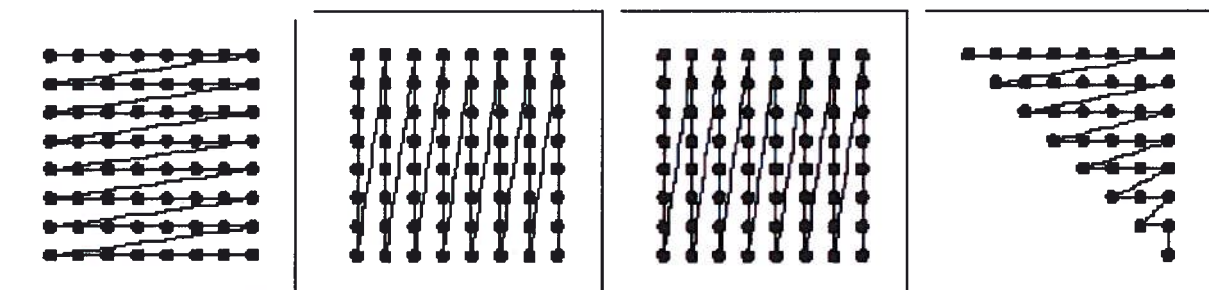


Figure 4. Dot Patterns

In another exercise, the framework program displays a maze consisting of white squares with a large fish in the one of the squares in the left column and a school of small fish in one of the squares in on the right [6]. Students need to instruct the large fish to search the maze and find the small fish to eat. Students work with three functions: `bool FreeToMove(direction)`, `MoveFish(direction)`, and `bool FoundFood()`. Students readily see their mistakes, or verify that their program works correctly.

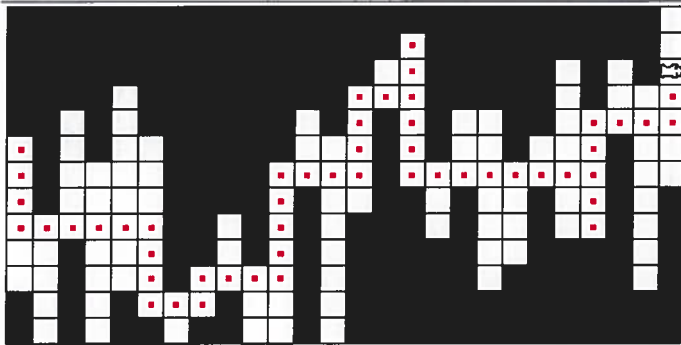


Figure 5. Swimming Fish Maze

3.2. Modeling Real World of Computer Science

To give the students some understanding what is behind some of the common applications, we use exercises in which students implement a mini version of the real program. For example a MiniPaint program allows the user to choose one of three shapes to draw, followed by the selection of the location of this shape. The program requires only the knowledge of loops and decision statement - and the availability of simple graphics functions and a function that records the mouse location and clicks. In another program students draw a piano keyboard and play the keys selected by a mouse click [9]. A function that plays notes given the note number should be given to the students.

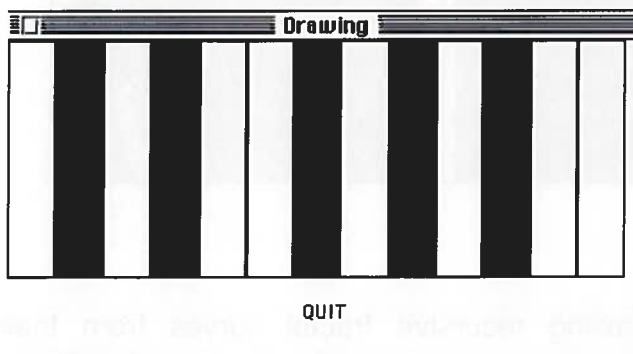


Figure 6. Piano Keyboard

Morphing of a line drawing and generating an animation of a line figure is another simple problem [9]. The data for the drawing consists of 20 points. There are two data sets - for the initial and the terminal state. Program then draws successively the interpolation between the two data sets. This can represent morphing of one figure into another or an animation of a simple motion.

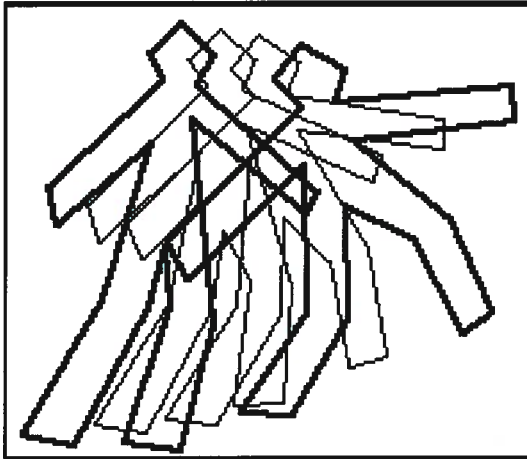


Figure 7. Line drawing animation

To show students how a photo editing program increases contrast and highlights the image feature, students modify images from planet Mars [8]. First they display each pixel as given in the original data set. They compute the minimum and maximum shade used, and scale the colors to cover the whole spectrum of shades. The third version of the image uses a technique called histogram equalization. All of these exercises involve only reading of a file and manipulating one dimensional arrays.

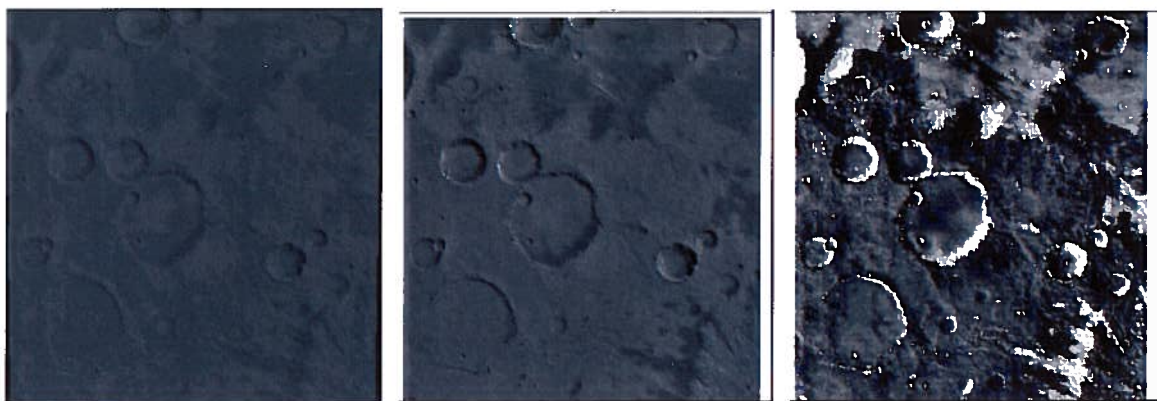


Figure 8. Three Mars images

Another exciting problem involves drawing recursive fractal curves from their specification as recursive rewriting grammars (L-systems) [11]. For example a Sierpinski gasket is described by the following grammar:

```

turning angle = 60 degrees
S -> R

```

```

L -> R + L + R

```

```

R -> L - R - L

```

The drawing is done by a Logo turtle type of object. At recursion level 0 only one line (R) is drawn. At level one R is replaced by R + L + R, where + indicates a right turn. At level two, the drawing is specified by the following string: L - R - L + R + L + R + L - R - L. Depending on the level of recursion, the drawing needs to be scaled to fit within the drawing window. By reading in a new grammar, the program can draw a different fractal curve. Students observe first hand the exponential explosion of the number of line segments. They also learn about scaling and how to use a turtle-like object. Above all, we can make connections with biology and living organisms.

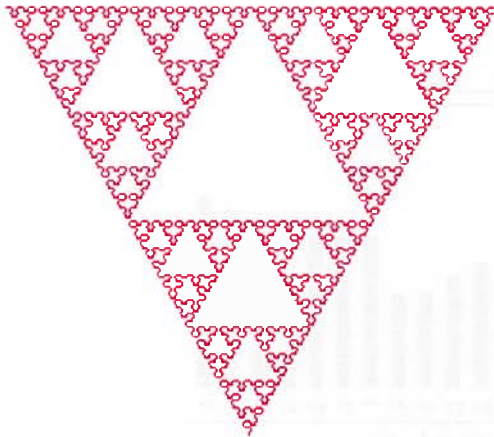


Figure 9. Sierpinski Gasket

Finally, a simulation of traffic through an intersection with a signal light or simulations of various types of waiting lines provide a rich collection of interesting examples.

3.3. Using Visualization to Teach Algorithms

In a typical programming course students learn about several sorting algorithms, some algorithms based on the binary tree structure, and possibly graph algorithms for finding a path from one node to another. Often students understand the behavior of an algorithm and can hand simulate its progress, but have great difficulties translating their understanding into a computer program. However, in a general course in computer fluency that would be given at a secondary school our goal is often only to learn how the algorithm is structured so that we can reason about the problem solving strategies exhibited there. When the algorithm is presented a well

designed visualization students grasp very quickly the essence of the solution [15]. We show snapshots of some of these visualizations to show how customized display improves the effectiveness of the visualizaton.

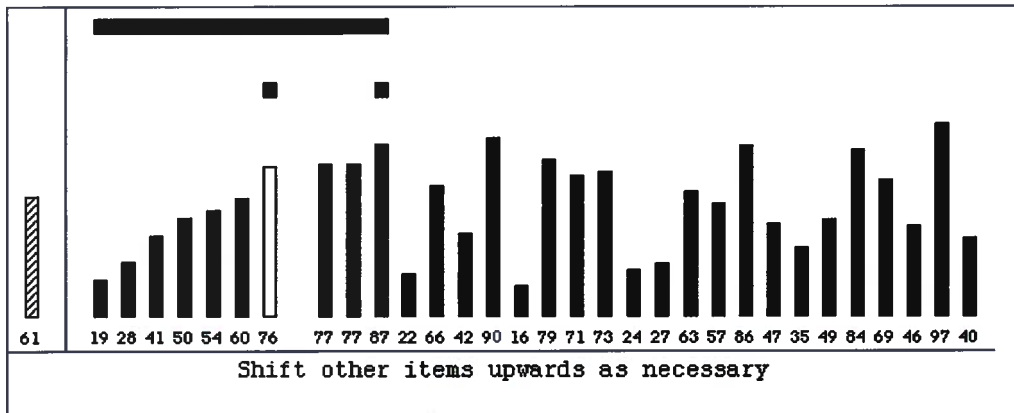


Figure 10. Insertion Sort

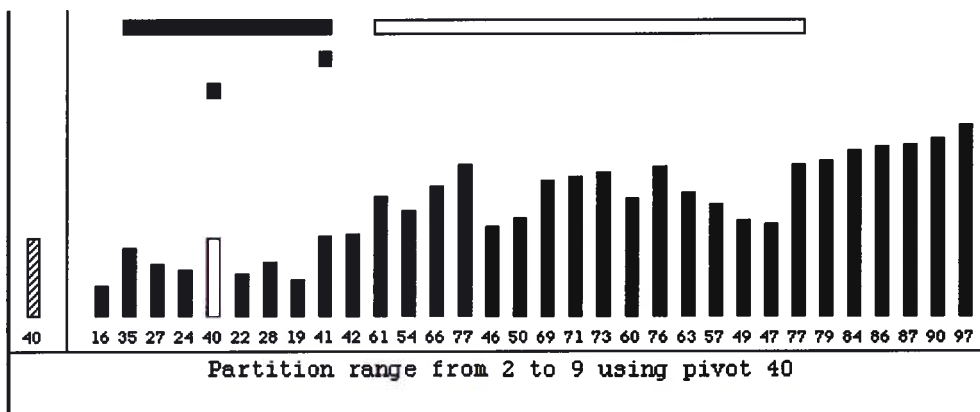


Figure 11. QuickSort

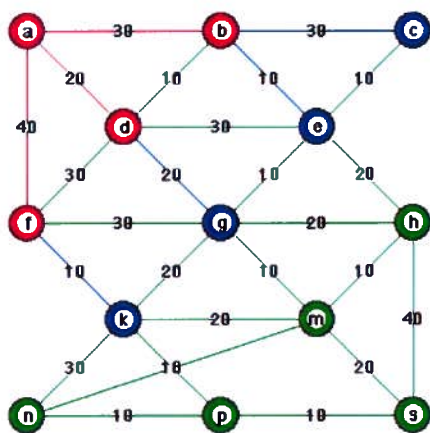


Figure 13. Graph Algorithms: Breadth-First Search.

4. Away From a Computer: Play and Think

In this section we describe a number of thinking exercises - games that illustrate fundamental computer science concepts, yet require no computer. The emphasis is on observing patterns and gaining new insights by exploring the problems and their solutions.

4.1. Understanding the Order of Growth

The Towers of Hanoi problem is well known. It concerns a tower of 64 disks of decreasing size that has to be moved to a new location using one intermediate tower without ever placing a larger disk on top of a smaller one. End of the world will come when the task is completed. Even without a computer, students can use this problem to learn about recursion and gain an insight into the meaning of the concept of exponential growth.

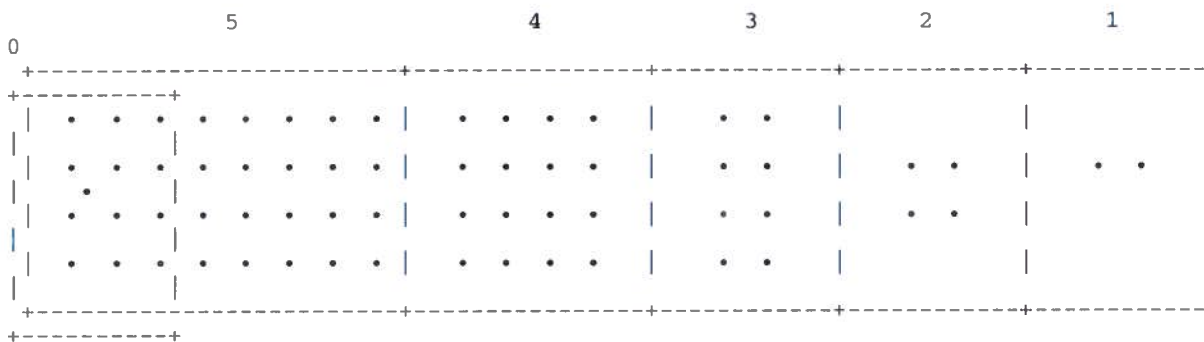
We start with students trying to solve the problem by manipulating four cardboard or paper disks. Students look for a method that would optimize the number of steps, observe patterns, and deduce the recursive algorithms. Classroom interaction should consist of asking students questions and letting them discover the solution. Once they truly understand how the algorithm works, the pattern for counting the number of steps becomes apparent. At this point we ask students how soon will the world end, if every step takes one second. Even with rounding off the world, that some think started 60 billion years ago, still has about 540 billion years to go - quite a comforting thought.

A similar story talks about a reward for a good deed requested by a poor man. The reward consists on one grain of rice on the first square of a chess board, two grains on the second, four grains on the third, and so on. By counting off 100 grains of rice and measuring the volume, one can estimate the total volume of the rice received by the poor man. To make the final volume relevant and real, it needs to be compared with volume of some geographical features on Earth. For example, the rice would cover the entire equator with a band ten feet wide and one foot high.

The opposite is the exploration of binary search and how many guesses do we need to find one number in a million, or in a billion.

4.2. Binary Numbers Games

The easiest way to explain binary numbers comes from a game that appeared on a box of cereal years ago. We start with six cards that have a number of black dots on them. Card 0 has one dot, card 1 has two dots, card 2 has four dots, and every next card has the double of the dots on the previous card. We see immediately that the number of dots on each card represents the corresponding power of 2. We pick some of the cards and count the dots. We record which cards were used.



For example, selecting cards 0 1 0 1 1 0 results in 21 dots. We then pick different numbers and see which cards we need to get the desired number of dots. The game teaches students how a binary number system works in a very direct and simple way. We can follow up by exploring division by two and eventually leading to the discovery of the algorithm for converting a decimal number into binary. We can also explain how addition works in binary system - including the carry.

To give students a practice with using binary numbers, we can present them with a binary story:

I was born in year 110 1100 1010 in Bonn. I became a professional musician at the age of 1011. I lived in Vienna since 111 0000 0010. I wrote my first symphony in 111 0000 1000. The third symphony Eroica was written in 111 0000 1100. I died in 111 0010 0011. My name is: ????????

4.3. The Network Game

This game illustrates how a computer network can receive and route messages to the destination. We select sixteen tables to represent computers and identify each table by a unique binary number label. We then use string of four different colors to connect any two tables whose labels differ in only one bit. Those that differ in the left

most bit will be connected by a red string, the second leftmost bit by a blue string, the third leftmost bit by a yellow string and the rightmost bit by a green string. Each table gets a student to act as a router operator and the rest of students are senders, receivers, and possibly messengers. A message will contain a visible address and enclosed message. Suppose a computer labeled **1 0 1 1** wants to send a message to the computer labeled by the address **1 1 0 1**.

The routing colors are (green, yellow, blue, red): **g y b r**
 Compare your address **1 0 1 1**
 with address on the message **1 1 0 1**
 Mark with **x** all places where the addresses are the same, **x - - x**
 and copy the address of the message into the other places **x 1 0 x**
 Select a color for one of the positions that do not have **x**
 Mark this position with **x** and send the message along the wire of that color.

For example, for the message address **x 1 0 x**
 select the second position, mark the new address as **x x 0 x**
 and send along the wire of the second color (yellow).
 If you receive a message, select next color and send the message.
 Messages with addresses **x x x x** are for you. Read them and reply to the sender.

The network illustrated here is a hypercube. By exploring the idea further we can see that only ten wires are needed at each node to connect 1024 computers and every message can be delivered in at most 10 steps. Again, we can push the idea further and see that a million nodes will require 20 links at each node and at most 20 steps. We should also point out that at each node we do not need to record the history of the message routing, nor plan any further than the next step. We can also point out that this network allows us to bypass failed nodes and to select the next step along the least busy wire.

4.4. Other Games

The games described here have been classroom tested with elementary school students. For students in the secondary school they provide a foundation for understanding concepts such as stored program, representation of data, viruses and covert messages, game strategies, computer learning and artificial intelligence.

4.4.1. Learning to Play Nim (Brainerd and Gross [xxx1972])

The game NIM may be known under many different names and in several variations. In our version there are six matchsticks, one in the first row, two in the second row, and three in the third row. Players take turns removing an arbitrary number of sticks from one row. Player who removes the last matchstick loses the game.

We start by letting the students play the game and get some insight into what moves are better than others. We then list all possible states of the game - inventing some sensible notation and diagram the possible transitions between the states. Simple reasoning and analysis leads students to realizing that the player who makes the first move must lose the game if the opponent chooses optimal moves. We can then teach the computer how to play. The alternative is to make the computer learn to play, by increasing the weights of states that lead to victory and decreasing the weights of states on the losing path. Now the computer is learning to play the game and students are learning about game strategies and about some rudimentary artificial intelligence. The progress of the computer learning to play can be done with pencil and paper - with two students playing and one recording the moves and adjusting the weights at the end of each game. It is surprising how fast does the computer learn. It is also interesting to try to fool the computer by playing bad moves.

4.4.2. Automaton game (Harriet Fell [18])

To describe a simple automaton we need to specify the alphabet, the states and the transitions between the states. For example, an automaton that accepts all strings that contain two consecutive letters **B** in a string of letters **A** and **B** would be specified as follows:

Alphabet: {**A**, **B**}

States: {S (starting state), R, T (terminal state)}

Transitions: S/**A** -> S

S/**B** -> R

R/**A** -> S

R/**B** -> T

Even elementary school pupils can understand how such automaton accomplishes its task. We designate one student to represent each state. This student is given

instruction what to do when it encounters each of the possible letters in the automaton alphabet. Other students (messengers) are given a tape with the desired string - arranged so that only one letter is visible at any given time. The messenger brings the tape to the starting state. Starting state examines the first letter, advances the tape to the next letter, and sends the messenger to the next state according to its rules. The messenger continues traveling between states until it either reaches the terminal state (and yells "accepted!") or runs out of letters on the tape and concedes that the string is "rejected".

We start by playing the game with a particular automaton, collect into two piles the accepted and rejected strings, and try to deduce what the automaton is designed to do. Students can then design new automata and verify that they indeed work as desired.

With secondary school students we need to follow up by discussion the nature of the program and instructions in general - at each step we examine the relevant input and stored data, perform some action and decide what is the next step going to be. Programming a Logo turtle, or Karl the Robot [2] is a good follow up on this exercise.

4.4.3. Secret codes

Secret codes are quite familiar to many children and secondary school students. They encrypt secret messages that they send to each other during classes. Morse code is the most obvious example, Caesar's shift where each letter is shifted by a given offset is another. Replacing each letter by its numerical sequence in the alphabet is another example. We can even create encoding for a given text by building its Huffman code tree. Seeing different ways how a text can be represented makes students accept the ASCII and Unicode text representation. They also realize that the symbols that are used to represent data can represent at different times different kind of information and the key to interpreting this information is in the hands of the reader.

4.4.4. Paint by numbers

Everybody can be an artist by following the instructions on a Paint-By-Number tablet. On a large grid each square has a code that tells what color it should be painted. This is exactly how computer images are generated from bit map data. Once

students understand this, we can also talk about simple data compression, for example by representing a line of 10 black squares as bk10. In actual computer images the color of every pixel (picture element) is represented by three 8-bit (or possibly larger) numbers representing the color shades of red, green, and blue (RGB). We can now explain how we can encode a watermark, digital signature, or a secret message into the image - by changing only the last bits of a sequence of pixel data. A little arithmetic shows that a small image of 100 by 100 pixels can encode a message of 30 000 bits or about 8 pages of text.

5. Conclusion

5.1. Final Remarks

The need for understanding the key principles of computers and information technology is great. This understanding and information technology fluency not only affects one's ability to function in the modern technological age, but also provides a foundation and structure for critical thinking and decision making in a wide area of human endeavor. It is imperative that this subject is taught and taught well to all secondary school students.

5.2. Acknowledgments

I would like to acknowledge those involved in developing the ideas presented in this paper. The computer based exercises have been developed with my colleagues, Richard Rasala and Harriet Fell in the Computer Science Education Research Group at Northeastern University. This work has been supported by the National Science Foundation (Grant DUE ILI-LLD 9659552) and the Microsoft Corporation, Inc. Inspiration for some of the exercises came from Erich Neuwirth. Harriet Fell inspired and developed some of the Play and Think games when we both taught computer science concepts to elementary school children.

5.3. References

- [1] ACM Task Force, "ACM Model High School Computer Science Curriculum", Report of the Task Force on High School Curriculum of the ACM Pre-College Committee", ACM Press, 1993.
- [2] BERGIN, J., STEHLIK, M., ROBERTS, J., PATTIS, R., Karel++ A Gentle Introduction to the Art of Object Oriented Programming, John Wiley and Sons, 1997.

- [3] BEZENET, L.P., The Teaching of Arithmetic I, II, III: The Story of An Experiment, in The Journal of the National Educational Association, November (1935).
- [4] BIERMANN, A. W., Great Ideas in Computer Science: A Gentle Introduction, MIT Press, Cambridge, MA, 1990.
- [5] BRAINERD, W., GROSS, J.L., Fundamental Programming Concepts, Harper and Row, 1972.
- [6] BROWN, C., FELL, H.J., PROULX, V.K., RASALA, R., Using Visual Feedback and Model Programs in Introductory Computer Science, in Journal of Computing in Higher Education, Vol. 4(1) 1992.
- [7] CSTB (The Computer Science and Telecommunications Board) of the National Research Council, Committee on Information Technology Literacy, Being Fluent with Information Technology, Draft available at <http://www2.nas.edu/cstbweb>, to be published by the National Academy Press, 1999.
- [8] FELL, H.J., PROULX, V.K., Exploring Martian Planetary Images: C++ Exercises for CS1, in SIGCSE Bulletin, Vol 29(1), 1997.
- [9] FELL, H.J., PROULX, V.K., RASALA, R., Scaling: A Design Pattern in Introductory Computer Science Courses, in SIGCSE Bulletin, ACM Press, Vol 30(1), 1998.
- [10] PROULX, V.K., RASALA, R., FELL, H.J., Foundations of Computer Science: What Are They and How Do We Teach Them?, in SIGCSE Bulletin, Vol 28 Special Issue, 1996.
- [11] PROULX, V.K., Recursion and Grammars for CS2 in Proceedings, Integrating Technology into Computer Science Education (ITICSE 97), Uppsala, Sweden, 1997, ACM Press 1997.
- [12] PROULX, V.K., Computer Science/Informatics: The Study of Information World, in World Conference on Computers in Education VI, WCCE '95 Liberating the Learner, Chapman Hall 1995.
- [13] PROULX, V.K., Computer Science in Elementary and Secondary Schools, in Informatics and Changes in Learning, Proceedings of the IFIP TC3/WG3.1/WG3.5 Open Conference on Informatics and Changes in Learning, Gmunden, Austria, D. C. Johnson, B. Samways, eds., North Holland, 1993.
- [14] PROULX, V.K., Suggested Exercises for College Preparatory Curriculum in Computer Science, College of Computer Science Technical Report NU-CCS-91-9, Northeastern University, 1991.

- [15] RASALA, R., PROULX, V.K., FELL, H.J., From Animation to Analysis in Introductory Computer Science, in Proceedings of ACM Computer Science Conference, Phoenix, AZ, ACM Press 1994.
- [16] WG 3.1, Proceedings of the IFIP WG 3.1 Open Conference "Informatics and Changes in Learning, Gmunden, Austria, Elsevier Scientific Publishers 1993.
- [17] WG 3.1, Proceedings of the IFIP WG 3.1 Working Conference "Integrating Information Technology into Education", Barcelona, Catalonia, Spain, Elsevier Scientific Publishers 1994.
- [18] WG 3.1, Proceedings of the IFIP WG 3.1 Working Conference "Secondary School Mathematics in the World of Communication technologies: Learning, Teaching, and the Curriculum", Grenoble, France, Elsevier Scientific Publishers 1997.
- [19] UNESCO, Informatics for Secondary Education - A Curriculum for Schools, produced by a working party of the IFIP, UNESCO, Paris 1994.

Bernard CORNU

Information and Communication Technologies : The Teacher of tomorrow

Being a teacher is actually a profession, which needs preparation, training and learning. It is not only an art, and pedagogy is not only a gift. The French reform of teacher education aimed at taking more into account the professional dimension of teacher preparation, and reinforcing the role of universities in teacher education. Information and communication technologies (I.C.T.) change the knowledge, the way one can access the knowledge, and therefore change the role of the teacher. Teacher education must anticipate today the teacher of tomorrow.

1. Teacher initial training in France : a recent reform (1990)

Since 1988, education has become a priority in France. The budget of education is the first one, before the budget of defence. Many reforms have been proposed for education, mainly because of the democratization of education : more and more pupils are educated at the secondary level, pupils are more and more diverse. The Orientation Law on Education (July 1989) gave some new trends, and indicated some important reforms. A typical example is the one of teacher education, which is now considered as a crucial point for the educational system. The Orientation Law stated that "in each region, will be created a university institute for teacher education (I.U.F.M.) (...) These institutes, according to the orientations defined by the state, carry on the professional pre-service education of teachers, (...) and participate in teacher in-service training and educational research". One year later, three such I.U.F.M. were created, in Grenoble, Lille, and Reims ; and in October 1991, there were 28 I.U.F.M., one in each region in France. All future teachers, primary and secondary, are now educated in these institutes.

At this time, there was a lack of teachers in France, and a lack of students willing to become a teacher. This was one of the reasons for creating the I.U.F.M. Things have

now changed, and a very large number of students apply to enter the I.U.F.M. This is certainly a consequence of unemployment in France, but also a result of the new policy for teacher education. I.U.F.M. have made clear and visible the "path" how to become a teacher. The other main reason for creating new institutes was the willing of giving future teachers a better training, since teaching is more and more considered as a "profession", which requires a specific professional training. The abilities of a teacher are not inborn, and cannot be acquired only "on the floor" in classes with a mentor.

Previously, primary and secondary teachers were trained in different ways, in different institutions :

- Primary teachers were trained in "écoles normales" : Students had first to take two years at university ; then they passed a recruiting exam, and, in case of success, they were definitely recruited by the state as primary teachers, and placed in an "école normale" to take a two years training. After two years, they got a position in a school. Ecoles normales had a long tradition of pedagogical training, and constituted the heart of the primary educational system. But they formed a "closed" world, with almost no link with universities.
- Secondary teachers were recruited only on a subject basis, and had then a little specific training : Students took 4 years at university, the last one being devoted to the preparation of a recruiting exam. They had to study only one subject : the one they would teach, and the exam was only scientific, with no pedagogical concern. After being recruited by the state, they took one year in a pedagogical centre, under the responsibility of inspectors. This year was mainly devoted to teaching in real conditions for one third of a normal duty, and attending some pedagogical lectures one day per week.

In the new system, primary and secondary teachers are trained in the same institution, and the duration of their studies is the same : They first take three years at university, and then enter the I.U.F.M. for a two years preparation. At the end of the first year, they pass a recruiting exam which makes them recruited by the state, and therefore given a position at the end of their studies. At the I.U.F.M., the training consists of courses in different subjects (for secondary teachers, the subject they will teach ; for primary teachers, all the subjects taught in primary schools), of courses in

disciplines such as psychology, philosophy, sociology, pedagogy, and of specific courses for personal training. A large amount of time is devoted to practice in schools. They also have to produce a personal work (memoir).

For primary teachers, the main differences are the duration of studies (it is one year more than before), and the fact that preparation is given in an university institute. As a consequence, primary teachers are now paid the same salaries as secondary teachers, which is a great progress with respect to the "equal dignity" of the professions of a primary and a secondary teacher.

For secondary teachers, the main difference is that they now take not only an academic training, but also a professional one.

This new system was intended to give more coherence in teacher education :

- Coherence between primary and secondary education, because even if the jobs are different, there are common needs for all kinds of teachers, and they need a global view on the educational system and on pupils at different ages.
- Coherence between subject aspects and professional aspects of the training, since the competency of a teacher needs interactions between these two parts. The tradition was that a teacher needs only to master his or her subject, and that professional abilities will then come automatically when practising. But we think that there is a link between subject and professional competencies, and that they interact while constituting the professional competency of a teacher.
- Coherence between practical training and theoretical education. This is a major point in I.U.F.M. Practical periods must be linked with theoretical courses : Students must go to classes with tools for observation, analysis, and with a minimal knowledge of what they want to do and to see. Conversely, theory needs the students to have encountered real problems to solve. We try to develop interactions between these two aspects, and to make the trainers of the institute and the tutors in classes collaborate in the training.
- Coherence between pre-service education and in-service training. Obviously, it is impossible to acquire in pre-service education all the abilities, competencies, and knowledge one will need all the career long. And it is impossible to describe now how the profession of a teacher will be in ten or twenty years and how it will

evolve. So, we must give future teachers fundamental and basic knowledge, we must give them what they need for the beginning of their professional life, and we must give them the ability to evolve and adapt continuously.

- Coherence between education and research. This is a characteristic of a university institution, and teacher education needs developments of educational research. Having both educational and research activities in the Institute is an enrichment.

I.U.F.M. are strongly linked with universities. Even if they are independent and autonomous institutions, I.U.F.M. collaborate with universities in different ways : Universities contribute in giving most of the academic training to future teachers. Staff may collaborate and be exchanged between I.U.F.M. and universities. Universities and I.U.F.M. participate together in educational research. The university style of I.U.F.M. comes both from the strong collaborations with universities, and from the way I.U.F.M. works and develops scientific activities among its staff.

The main success of the new system is the quantitative one : The number of applicants for entering the I.U.F.M. has increased hugely and now it is more and more difficult to enter an I.U.F.M. : there is a strong selection for future primary teachers, and the needed number of secondary teachers is almost reached each year now.

I.U.F.M. have now made popular the idea that teaching is a profession which needs a professional training. School practice during the two years is appreciated.

I.U.F.M. have made clear the "path" to become a teacher, and more and more students become teachers not only by chance or because they found nothing else, but because they decided and planned it.

Students in I.U.F.M. have become much more demanding, and they want a high quality training... which is not always easy ! There are still some gaps between what the I.U.F.M. announce and what they do, and between what students ask for and what they are offered !

I.U.F.M. have made teacher education a university task, and the reform of teacher education in France in the one of universitarization.

2. Education is changing

For years and years, education has been very stable. But more and more changes occur, under the influence of two major kinds of reasons :

Social reasons : Because of the democratisation of education in most of the countries, there are more and more pupils, and the pupils are more and more diverse. This makes classes more heterogeneous. The social and economical problems of society such as unemployment, delinquency, etc., have consequences in schools, and make teaching more and more difficult in some areas and in some schools.

Technological reasons : Information and Communication Technologies (I.C.T.) bring big changes in society, at different levels. Knowledge itself is changing under the influence of I.C.T., the way one can access the knowledge is changing, and therefore the role of school and the role of the teacher is evolving.

This evolution has suddenly increased when information technologies (processing digitised information) and communication technologies (transporting digitised information) have encountered and merged, leading to I.C.T. The status of information has changed : we have moved from printed to digital information, which can be stored, processed, carried, in a lot of new ways ; we have moved from static to dynamic and interactive information, and one can not only look at and learn information, but one can now act on it, create it, modify it.

The knowledge is now widely available, and available in many different forms. In each subject, knowledge has evolved. Knowledge is not only in books and in the teacher's head ; one can find it everywhere, at any time. But this is rough knowledge : it has to be hierarchized, validated, organised, sorted... It is more and more easily accessible, but it becomes over-abundant, and cannot be used without some processing. Accessing the knowledge is no longer done in the traditional " chain "

model : from the one who knows to the one who does not. Knowledge is now circulating in a network ; teachers and learners are in the position of nodes of the network, and knowledge circulates between the nodes in many different ways, in an interactive process. This modifies the hierarchy inside the educational system, and the relationship between learners and teachers.

Knowledge at school and knowledge in society are no longer totally separated, and the interactions are increasing. The school must take into account that knowledge comes also from outside the school.

The organisation of schools is also changing : in the traditional classroom, a group of pupils are at the same time at the same place. New technologies now permit new possibilities : a group of pupils can now work together at the same place at different times, at different places at the same time, at different places at different times.

Information and Communication Technologies influence the knowledge itself and the knowledge society needs:

Disciplines evolve because I.C.T. modifies the developments and researches in many areas. Some fundamental concepts are influenced by I.C.T., and activities such as experimenting, simulating, modelling, are now possible in any subject, and change the approach of problem solving. Data processing has had an influence on many subjects. And the way researchers and scientists work, access data and information, publish their work, can work together with a wide community of people, has also changed a lot. The knowledge available is not the same, and the knowledge society needs is permanently evolving. As a consequence, the knowledge to be taught has changed.

Information and Communication Technologies influence teaching :

The contents and methods of teaching have changed because of new technologies. Computers and software provide new tools for the teacher, new resources are available, and new networks are accessible to teachers and pupils. A lot of experiments have been done in that domain, and new ways of teaching and new tools are now widely available in any subject.

But one of the main questions still stands : Do Information and Communication Technologies influence learning ? Certainly the answer is yes, but there is generally no evidence about this, and no precise knowledge about how I.C.T. enhance learning, and what are the conditions and the parameters which guarantee that learning is improved. Fortunately, educational and didactical researches are dynamically carried out, and progress quite rapidly, at the same time when I.C.T. develop. The convergence between the developments of educational researches and ICT is a good opportunity for educationists, and is certainly a very promising area.

3. The teacher of tomorrow

All the changes in society, in the knowledge, in the school, make that the teaching profession is changing, and it is very difficult to anticipate what the teacher of tomorrow will be. Teacher training institutions must try to anticipate, so that the teachers they train today can be able to adapt and evolve all their career long.

There are many different competencies and abilities a teacher should have :

First of all, a teacher must master the knowledge, and be able to have an outlook of the knowledge : not only be good at his subject, but also know about its history, its epistemology, its role and applications in other subjects and in society. Since the knowledge is now available widely, without control, without validation, without hierarchy, it is the role of the teacher to help the pupils finding and accessing the knowledge, sorting it, organising it, hierarchizing it.

The teacher must also master the teaching and learning processes, and be able to pass on knowledge to the pupils. The teacher will have to teach conceptualising, theorising, modelling, to help abstraction. Pass on the love for learning, arouse curiosity, are also among the teacher's tasks. And, of course, the teacher must make the pupils be successful at their exams !

Since the pupils must be active in the construction of their own knowledge, and since we are no longer in the situation where the teacher just distributed his knowledge to

the pupils, the teacher now has new roles : he (she) must be a guide, a tutor. No longer “a sage on the stage”, but “a guide on the side”.

The teacher must also contribute to the production of knowledge. He (she) must be able to use and question research. In designing teaching and learning situations, and in order to integrate all the new tools now available, the teacher has to act as an engineer and a technician.

The responsibility of the teacher is also to be an agent for policy and equity : He (she) has to put into action an educational policy and to be the guarantor of equity and equality. He (she) must transmit the fundamental values of society and prepare and mould the citizens of the future, giving them judgement and freedom.

The teaching profession is a profession of intellectual freedom. The teacher has to create his (her) own professionalism and to create his (her) own teaching.

The teacher is involved in the evolution towards the “lifelong learning society”, preparing the pupils to be in a learning attitude all their life long, and keeping himself in this learning attitude. Teachers must move from lifelong teaching to lifelong learning !

The Teacher of tomorrow will have to be an advisor, an organiser, a leader, a manager, an evaluator. He (she) will have to work sometimes alone, sometimes together with colleagues (collaborative work), sometimes in his (her) office (if it exists !), sometimes in a lab, sometimes with the whole class, sometimes with a group of pupils, and sometimes with one pupil.

The teacher of tomorrow will have to work in the school of tomorrow. One can imagine (but it starts existing !) that there will not only be classrooms for forty pupils and the teachers' room, but many different types of rooms : lecture halls, classrooms, rooms for groups of different sizes, resource rooms, and also rooms for the teachers (offices, meeting rooms, labs, ...). The school of tomorrow will be equipped with information and communication technologies : computers in different configurations, video-conference equipment, networking facilities inside the school and external. The

school of tomorrow will have to take its place in the “global school”, the “virtual school”, which is made of different networks all around the world.

Is it possible ? It seems to be too much for one person, and no one can have all these competencies and abilities ! The teaching profession cannot be indefinitely charged with new tasks and competencies, and it makes necessary to share the competency. We must now not only speak in terms of individual competency, but more and more in terms of collective competencies : the competencies of a team of teachers and the collective competency of the staff in a school. We must also be conscious that new professions will appear in the educational system: didacticians, didactic engineers, technicians, tutors, etc. And the competency of a teacher is not a definite one. A main competency for a teacher is the ability to evolve and adapt during all the career. In-service training is more and more an essential part of the teaching profession.

4. Teacher education

The evolution of schools and of the role of the teacher, the new competencies which are needed, change profoundly the way teachers must be prepared, change the contents and methods of teacher training. Let us state some essential principles which should be taken into account in teacher education.

Teaching is a profession, for which one must be prepared, educated and trained. It is no longer only a gift, and it is generally not enough to be good at one's subject in order to be a good teacher. The professional competencies of a teacher cannot be acquired only by practice periods and by working besides an experimented teacher or a good tutor. Teacher education is now a complex thing, and adapted contents and methods must be designed. In most of the countries, this is taken into account, and one can see teacher education reforms, aimed at improving the professional preparation of teachers and increasing the university characteristics of teacher training.

The teacher of tomorrow is not the same as the one of yesterday. There is a risk that we just train teachers as yesterday with today's tools : we are training teachers for tomorrow ! we must adjust contents, methods and tools for that purpose.

The profession of a teacher is an intellectual profession, and a profession of freedom. Teacher education cannot provide the right answer to any problem, the right pedagogy, the right way to teach such concept or such subject. Teacher education must provide future teachers with a wide diversity of input, tools, pedagogical strategies, so that each of them can make his (her) own choices, and build progressively his (her) own professionalism.

Teacher education must articulate, in an adapted balance, knowledge (disciplines to be taught), human and social sciences, pedagogy and educational concerns. But it not only the juxtaposition of such topics which will be efficient, but the articulation between them. For example, human sciences must not be considered as more subjects, but must provide tools for solving learning and teaching problems.

Theory (courses at the teacher education institution) and practice (periods in schools) must be alternated and articulated in teacher education. It means that theory is not an aim in itself, but must provide tools for analysing concrete situations and for solving concrete teaching problems. And practice periods give the opportunity to put in action the input of theory. This needs that a collaborative work takes place between trainers at the training institution, and tutors in schools.

It is impossible to provide a future teacher with all the competencies and knowledge he (she) needs, for an entire career. No "rucksack" ! In-service training is therefore an essential component of the profession of a teacher. In-service and pre-service training should be articulated and put in relation, so that teacher education takes place in a " life-long " perspective.

Teacher education must include short term aims and long term aims. Often, student teachers ask for usable input, for " recipes " they can use the day after ! Of course, teacher education must meet such needs, but it is not enough. We have to give our student teachers more fundamental input, which they will not necessarily use

immediately, but which will help them in a long term perspective, in order to progressively build their professionalism.

In teacher education, training methods are as important as contents. It is well known that teachers will generally teach not the way they are told to do, but will reproduce the way they were taught. Therefore, the major influence of teacher education on the future behaviour of student teachers comes from the methods and the pedagogical strategies used in teacher training. This leads to the difficult question of trainers training, especially in the field of information and communication technologies.

If we want future teachers to use and integrate ICT in their practice, we must not only give courses about new technologies and their integration into education ; ICT must be actually used in teacher education, and integrated in every subject and every component of the training. ICT are not only an object of the training, but a tool and a resource to be used all over the training.

Future teachers should actually do this very personal experience of learning something new through new technologies, something they would not have learnt without such tools.

All these principles apply to teacher education in general, but have consequences more precisely in the area of information and communication technologies in education. Two major difficulties have to be taken into account with respect to I.C.T. : generalisation and integration.

Generalisation means that all future teachers must be involved in the use of I.C.T. in teaching. For many years, we were used to nice and sophisticated experiments, made by enthusiastic teachers, ready to spend their nights and week-ends in front of their computers, and designing didactical activities and software they could use in their classes. This is no longer enough, and we now have the responsibility of involving all future teachers (and all teachers, in the frame of in-service training). This of course changes the contents and the methods to be used.

Integration means that I.C.T. should not be considered as one more subject added to the others, with special rooms, special schedules, special trainers. Of course, we need equipped rooms and competent staff for I.C.T. But I.C.T. must be integrated in the whole process of teacher education : in every subject, I.C.T. and its resources must be integrated. In every component of the training (theoretical courses, dissertations, practice periods in schools, communication and collaborative work, etc.), I.C.T. must be integrated. This implies that all the trainers must integrate I.C.T. in their training (which needs trainers training as a major priority !). Of course, this needs an adapted strategy, a development plan for I.C.T. into teacher education, and now most of the teacher training institutions have designed such plans.

5. Towards lifelong training

After pre-service training, IUFMs are now in charge of in-service training, for primary and for secondary teachers. The employer (the state) makes the "order" for the training : the state sets the priorities, fixes the main themes of the expected training, describes the effects expected in schools from the training, and fixes the means available for the training. The IUFM is then in charge of designing the training actions, through "training engineering", and putting them in action. Therefore, IUFMs now have in their hands the full process of teacher training, pre- and in-service, for primary and secondary teachers. This reinforces the global coherence in teacher training.

Giving IUFMs the responsibility of in-service training aimed at reinforcing the role of universities in the training, and better articulate pre- and in-service training. It also helps establishing links between primary and secondary teacher training. And it should help taking better into account the needs of the teachers and the schools, since the needs analysis starts in the schools.

6. I.C.T., teaching strategies, training strategies

Information and communication technologies intervene in many different ways in teaching and training. They do not replace the choices the teacher must make, in terms of contents, pedagogical approach, pedagogical style. Clearly, ICT enhances

team working, and project learning. Teachers must be trained and prepared to the use of ICT and their integration, in several directions :

- Teachers must master the basic tools they need : Simple use of computers and equipment, word processors, data basis, spreadsheets, use of e-mail, etc.
- Information and communication technologies provide didactical tools and resources in each discipline. Teachers must be trained to the changes ICT brings in their discipline, they must know the main educational software and the main resources (CD-ROMs, web sites) which may be used as pedagogical tools
- Teachers must be trained to the use of networks and communication : e-mail, videoconferencing, web. It means that such tools must be used as tools in teacher education, not necessarily as objects in themselves. E-mail may change the relationship between student-teachers, between students and trainers, and with the pupils ; this can be experimented during the training. Video-conferencing is not only a communication mean ; it provides new strategies for distance learning. And of course, the web provides lots of resources, and new ways for accessing the knowledge, and for working and learning.

As an example, we can quote the experiment made in Grenoble, using videoconferencing as a tool for articulating theory and practice in teacher education. During their school practice periods, student-teachers are in schools, accompanied by tutors, and they are far away from their trainers. In order to articulate the training they receive at the institute and their practice, they wish that tutors and trainers have the opportunity to work together (they often feel that trainers provide with too theoretical input whose application is not clear, and that tutors are far from the theoretical tools !). We have experienced daily sessions (of about 30 minutes), using video-conference, during which one student-teacher, the tutor and the trainer can discuss about school practice. It seems to be a good way of integrating theory and practice into teacher education.

The use of Internet and the web leads to many questions. Information highways are similar to highways with no direction signs and no security rails ! It is the teacher's role to design and build these signs and rails. It means that tools for finding one's way and navigating in the web, in an educational purpose, must be designed, as well for facilitating finding the needed information, as for avoiding to go to wrong places.

Teachers must be trained to the whole diversity of methods and strategies that ICT permit. And they must also be led to reflections about the ethical aspects of the use of information and communication technologies. What about ICT and democracy ? Are ICT a tool for more equity, or do they increase the gap between the haves and the have-nots ? Which kind of citizens do we prepare through the use of ICT ? Are we going towards a world of knowledge consummating ? Do ICT lead to the universalization of culture and knowledge, and how can we preserve local cultures and share them better around the world ?

Teacher training institutions are facing difficult problems. In order to integrate ICT into teacher education, they do not only need some specialised staff for that purpose. They need that every trainer is trained to integrate ICT in the training. Trainers' training is a major challenge. Teacher training institutions must also contribute in producing tools and resources, and in developing distance training facilities. "Open education colleges" should be designed and set up.

More and more, in-service training is considered as an essential component of the teaching profession. It needs that in-service training is articulated with pre-service training. In France, IUFMs have been given the task to operate in-service training, and to articulate it with pre-service training. This is a new fascinating challenge.

7. A need for research about I.C.T. and education

As a conclusion, I must say that in all that field, we should promote and develop more abundant research. We have a lot of experiments, we need a better validation and a better dissemination of their outputs. We also need a more theoretical analysis of experiments, so that we can use and spread the results, and master the reproducibility of the situations. And the production of reliable and efficient tools and

resources must be based on strong researches. It is a good opportunity for developing both fundamental and applied research in didactics ! Here are some examples of themes which could provide research projects : study and anticipate the evolution of the teaching profession under the influence of I.C.T. ; study the influence of I.C.T. on learning ; design tools for trainers' training ; design tools for documentation and resources ; design distance-training tools for trainers ; study the obstacles to generalisation ; design and experiment training oriented web sites ; study the impact of communication technologies on education ; etc.

8. I.F.I.P. and WG 3.1

I.F.I.P. is the International Federation for Information Processing. It is an international organisation, which covers all the aspects of informatics and I.C.T. Technical Committee Nr 3 is devoted to education, and is composed of several working groups (WGs), among which WG 3.1 : Informatics and ICT in Secondary Education. Its work is concerned with the role of both informatics and resulting Information and Communication Technologies (ICT) in Secondary Education (age range from 11 to 18 years).

The mission of the Working Group is to provide a forward look on the development and impact of informatics and resulting technologies in secondary education from an international viewpoint. It tries to further the professional work of each of its members, to identify problems, experiences and solutions. It does not strive to offer a unique solution to problems, as it is aware that specific circumstances of people and countries must in general be taken into account.

The Working Group aims to develop effective communication among its members who come from many countries. This communication network which is based on group communication through telecommunications, meetings in person at working conferences and workshops, allows members to actively access state-of-the-art results of research and practice and to develop a collective expertise.

On the basis of this collective expertise, prospective ideas about development and impact of informatics and related technologies in Secondary Education are formed.

The collective expertise is shared with others in open conferences, seminars and workshops, consultancy, and through telecommunications and publications.

The work in Working Group 3.1 covers all aspects of the role of informatics and resulting technologies in Secondary Education. Among these aspects are :

- informatics curricula
- informatics in other subject areas
- use of ICT within the subject of informatics and other subject areas
- impacts of informatics and ICT on contents and methods of teaching and learning
- impacts of ICT on organisation and management of teaching and learning
- education of teachers.

The main themes now in progress are : Teacher education, “schools of the future”, lifelong learning, and national policies. The working group has published several guidelines for good practice, and a curriculum for informatics in secondary schools. Working and open conferences are the main opportunities for common work, and lead to the publication of books.

Margarete Grimus

Modelle für die Unterrichtspraxis in der Lehrerbildung⁷



Ausgangssituation

Angewandte Informatik in der Pflichtschule

In der Pflichtschule (zehn- bis fünfzehnjährige Schüler) ist Informatik als Informations- und Kommunikationstechnische Grundbildung (seit nunmehr zehn Jahren) im Lehrplan in Form von Unterrichtsprinzipien und dem Trägerfachkonzept integriert.

Unterrichtsgegenstand Informatik

Der Unterrichtsgegenstand Informatik wird nur in Schwerpunktschulen als Pflichtfach unterrichtet, eine Unverbindliche Übung Informatik wird ab der 7. Schulstufe mit zwei Wochenstunden für interessierte Schüler angeboten.

Neu: Computer und Internetanschluss in der Grundschule

Alle Schulen werden jetzt mit Computern und Internet ausgerüstet.

Zielsetzungen

Welche Konsequenzen erwachsen in der Lehreraus- und Weiterbildung?

- ⊕ Vor allem im Grundschulbereich fehlen didaktische Konzepte für den Einsatz von Multimedia - Software und Internet.
- ⊕ In der Grundschule erworbene Medienkompetenz wird die Unterrichtspraxis in der Schule der 10-14jährigen verändern.
- ⊕ Der integrative Einsatz von Computern in den Trägerfächern Deutsch, Englisch, Mathematik und Geometrisch Zeichnen (primär Einsatz von Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, einfache CAD-Programme) wird dadurch modifiziert werden.

⁷ Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wurde auf die explizite Unterscheidung der Bezeichnungen für männliche und weibliche Personifizierungen verzichtet. Schüler bedeutet somit immer Schüler und Schülerinnen, Lehrer also auch Lehrerinnen u.ä.

- ⊕ Die Unverbindliche Übung „Informatik“ ab der 7. Schulstufe wird andere Inhalte erhalten, wenn die Schüler aus der Grundschule bereits Erfahrungen mit dem Einsatz von Computern und vernetztem Lernen mitbringen.
- ⊕ Hauptschulen mit dem Schwerpunkt Informatik werden den Lehrplan adaptieren müssen.
- ⊕ Die Lehreraus- und Fortbildung braucht neue didaktische Konzepte.

Neue didaktische Konzepte

Konkretisierung

An Pädagogischen Akademien werden Lehrer für Volks- Haupt- und Sonderschulen ausgebildet. Der Begriff Informatik - Didaktik ist in dieser Hinsicht in zwei Ebenen zu sehen.

1. In der Ausbildung **aller Lehrer** (Volks-, Haupt- und Sonderschule) bedeutet Medienkompetenz eine über die Handhabung hinausgehende didaktische Kompetenz. Unter Medienkompetenz versteht man nicht das Wissen um die technischen Strukturen und auch nicht ein Bedienungswissen, sondern die sinnvolle Nutzung und das Wissen um den adäquaten Einsatz (Schulz-Zander 1997).
2. Die Ausbildung zum **Lehramt für Informatik** ist -bedingt durch die integrative Verwendung von Computern in allen Bereichen des Lernens im Regelunterricht - um Inhalte der Informatik als Fachwissenschaft, aufbauend auf ICT, zu erweitern.

Anzumerken ist, dass im Pflichtschulbereich der Begriff Informatik im Sinne von Anwendungen (angewandte Informatik) zu verstehen ist, anders als in der Oberstufe und im tertiären Bildungsbereich, wo Informatik auch die Bereiche theoretische, technische und praktische Informatik einschließt. Im Pflichtschulbereich werden Informatik-Inhalte praxisbezogen unterrichtet.

Damit ergibt sich eine klare Differenzierung:

- **Jeder Lehrer** kann mit den vorhandenen Geräten und der installierten (lizenzierter) Software umgehen und damit den Unterricht effektiver und interessanter gestalten. Die ursprüngliche ITG (Informations- und Kommunikationstechnische Grundbildung) erweitert sich zur ICT

Kompetenz (ICT – Information and Communication Technology), also dem „Anwenden der Neuen Medien“. Als Folgewirkung verändert sich der Unterricht, Lernen wird zunehmend individualisiert hin zu „entdeckendem Lernen“, da Informationen dann verfügbar sind, wann sie benötigt werden. Die multimediale Darbietung von Information und die Vernetzung der Bildung verändern die Aneignung von Wissen und die Qualität der gewünschten Fertigkeiten. „Die Jugendlichen sollen als zukünftige Bürgerinnen und Bürger, bezogen auf den Umgang mit neuen Medien, die Kompetenz erwerben, die Gesellschaft aktiv mitgestalten zu können. Medienkompetenz wird zur Schlüsselqualifikation. Gemeint sind damit die Fähigkeiten zur Nutzung, Analyse, Bewertung und Gestaltung von Medien“ (Schulz-Zander 1997).

- **Spezialisten** unterrichten das Fach Informatik, erweitern das anwendungsorientierte Verständnis über die Neuen Medien um theoretische Inhalte und Funktionalität der Komponenten und unterstützen die Ausarbeitung von Unterrichtskonzepten für den Fachunterricht. Ergänzend wird ab dem Schuljahr 1999/2000 allen Schülern angeboten, den Europäischen Computerführerschein zu vom BMUK geförderten Bedingungen zu erwerben. Informatik-Hauptschulen und Polytechnische Lehrgänge arbeiten gegenwärtig ihre Lehrpläne auf dieses Ziel um.

(Techniker sorgen für die Konfiguration von Netzwerken und die Installation neuer Komponenten nach den Anforderungen für den Unterricht und brauchen keine Lehrer sein, d.h, haben nichts mit der Ausbildung an der Akademie zu tun.)

ICT und Informatik im Unterricht der Pflichtschule

Die Beherrschung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien wird zu einer basalen Kulturtechnik, der Stellenwert kommt Lesen, Schreiben und Rechnen gleich. Der Einsatz von Telekommunikation und die weltweite Vernetzung verändern bisherige Formen von Wissenserwerb nachhaltig. Die Herausbildung der Informationsgesellschaft stellt das Bildungswesen vor die Aufgabe, neue Formen des Lehrens und Lernens basierend auf diesen Medien zu entwickeln, als Vorbereitung auf selbständigen Wissenserwerb für lebensbegleitendes Lernen. „SchülerInnen müssen lernen, Daten aus großen Datenmengen selektieren, analysieren und

interpretieren zu können. Dazu müssen sie mit Komplexität umgehen, geeignete Suchmaschinen und Tools anwenden können. Strategisches Wissen und Entscheidungsfähigkeit sind erforderlich. Beim Umgang mit Multimedia und Netzen müssen neue Lese- und Schreibfähigkeiten erworben werden, die nicht allein auf Sprachkompetenz beruhen, sondern die Wahrnehmung, Analyse und Interpretation von Bildern und dynamischen Vorgängen einschließen. Analytische, bewertende und gestalterische Aspekte bestimmen eine solche Kommunikation" (Schulz-Zander 1997).

Lernen in der Informationsgesellschaft ist mit einer stärkeren Individualisierung, Eigenverantwortlichkeit, Dezentralisierung, Kommunikation und Zusammenarbeit verbunden. Der Erwerb von Orientierungswissen gegenüber Verfügungswissen erhält eine höhere Bedeutung. Vernetztes Lernens stellt die Forderung nach einem neuen Anforderungsprofil an die Lehrerausbildung und beeinflusst Methoden und Bildungskonzepte.

Somit kann die „Didaktik der Informatik“ nicht isoliert auf das Unterrichtsfach Informatik bezogen werden, die Basisausbildung, ICT, verlangt ebenso didaktische Konzepte, das anwendungsorientierte Arbeiten in der Volksschule ebenso wie der integrative Ansatz in der Schule der 10-14jährigen, da darauf das Fach Informatik basiert.

Anwendungen setzen didaktische Konzepte voraus, auch wenn computerspezifische Inhalte nicht vordergründig thematisiert werden. Algorithmik wird in spielerischer Form in der Grundschule entwickelt, intellektuelle Fähigkeiten, analytische Denkfähigkeit, Umgang mit Komplexität werden in den Anwendungen gefördert, ohne den Anspruch zu erheben, als Bereiche der „Informatik“ klassifiziert zu werden. Die Möglichkeiten, mittels „Spiel-Robotern“ Grundkenntnisse des „Programmierens“ zu erwerben, sind eindeutig informatikbezogen, werden allerdings als „entdeckendes Lernen“ gesehen und nicht als Informatik thematisiert.

Fazit:

- ICT-Kompetenz erfordert somit ebenso eine Didaktik wie das Erlernen der traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen.
- ICT-Kompetenz in der Pflichtschule ist eine Voraussetzung für einen späteren Unterricht in Informatik.

Neue Ansätze in der Lehrerausbildung

Lehren und Lernen setzt durch die Erweiterung um Medien wie hypertext-basierte Lernsoftware, elektronische Bücher (Lexika), Präsentationstechniken und Simulationen differenzierte Unterrichtskonzepte (Lehr- und Lernziele, Aufgabenstellungen) voraus. Aktuelle Informationen können aus unterschiedlichen Quellen abgerufen werden, die Darstellung von Information ist vielfältiger (Interpretation und Bewertung nötig), erlaubt neue Einsichten in Zusammenhänge durch "Spiel" mit Variation und Simulation und findet Ausdruck in der Präsentation von Schülerarbeiten.

Schülerorientierte Unterrichtsformen, offener Unterricht, Projektunterricht, experimentierendes Lernen gewinnen im Unterricht mit dem Einsatz von ICT zunehmend an Bedeutung. Die Entwicklung didaktischer Modelle, um Schüler zu mehr selbstorganisiertem Lernen zu motivieren, Informationen aus digitalen Medien zu selektieren und Wissen zu generieren, ist eine Notwendigkeit. Diese Modelle können nicht unabhängig von der Vermittlung grundlegender Kenntnisse der Informatik entwickelt werden (Beispiele: Verknüpfung von Suchbegriffen, Strukturen von Daten, Rechte im Internet, Netiquette, Sicherheit,... erfordern Verständnis der Grundlagen). Die Lehrperson nimmt eine Schlüsselrolle im Prozess der Veränderung schulischen Lernens ein, bewirkt eine qualitative Veränderung von Unterricht. „Lehrerinnen und Lehrer brauchen eine Vision über das Potential der Technologie und die Möglichkeiten ihrer Anwendung“ (Schulz-Zander, 1997). Studierende haben in der eigenen Bildungslaufbahn noch kaum Erfahrungen mit diesen Unterrichtsformen gesammelt. Die Diskrepanz zwischen erlebtem Unterricht und der Ausbildung zu neuen Wissensaneignungs- und Unterrichtsformen für die Rolle als Lehrer ist gerade jetzt sehr groß.

Modell

In allen Fächern wird der Unterricht primär in deutscher Sprache geboten. Das setzt die richtige Verwendung der Sprache in Wort und Schrift, Grammatik und Aussprache, Wendigkeit im gesamten Spektrum der Möglichkeiten voraus und ist die Basis für den Fachunterricht.

Für Anwendungen von ICT ist gleiches gefordert. Das gesamte Spektrum an Möglichkeiten von ICT muss beherrscht werden (schreiben, präsentieren, Fotos und

Bilder, Audio- und Videodateien integrieren, Informationsbeschaffung und –selektion, Transfer zu Wissen, Kommunikation im Web), um die Technologien nutzen zu können und in fächerübergreifenden Projekten anzuwenden.

Für den Unterricht in der Pflichtschule bedeutet das Veränderungen in folgenden Bereichen:

- Computerangereicherter Unterricht in der Volksschule
- Neue Ansätze für fachintegrative Anwendungen in allen Bereichen
- Informatikunterricht als Pflichtfach in Schwerpunktschulen (Informatik-Hauptschulen), bzw. Unverbindliche Übung Informatik, mit Zielrichtung "Europäischer Computerführerschein" für alle Schüler.

Mehrstufiges Konzept für die Lehrerbildung

Dieses Konzept gliedert sich in Aufnahmebedingungen, studienbegleitende Maßnahmen, Entwicklung grundlegender Fertigkeiten und Kenntnisse für die Unterrichtspraxis, ergänzt um fachspezifische Anwendungsmöglichkeiten.

<i>Eingangsvoraussetzungen für ein Lehramtsstudium</i>	Umfang ECDL (Europäischer Computerführerschein) Grundlagen, Betriebssysteme, Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation, Datenbanken, Telekommunikation (Internet)
---	--

Diese Aufnahmebedingungen werden schrittweise eingeführt. Durch den empfohlenen Erwerb des Europäischen Computerführscheins - bereits in der Pflichtschule - ist diese Forderung legitim.

Für alle Studiengänge ist folgendes Konzept entwickelt worden, um die geforderte Medienkompetenz zu vermitteln. Eine detailliertere Inhaltsbeschreibung zu den einzelnen Modulen findet sich weiter unten im Text.

Modul I Ergänzende Studienveranstaltung (für das eigene Studium)	z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Studiertechniken (Nutzung des Internets, Open Distance Learning (ODL, Corporate Workspace) • Projektmanagement • Präsentationstechniken (Arbeitsblätter, Stundenvorbereitungen, Unterrichtsmaterialien, Semianarbeiten) • Evidentialhalten von Schülerarbeiten, Leistungsbeurteilungen
---	--

<p style="text-align: center;">Modul2 Informatische Grundbildung (für die Unterrichtspraxis)</p>	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lerntheoretische Aspekte (MM, Hypertexte, Internet) • Didaktik: Richtige Verwendung von Hardware und Software • Grafik (Scannen), Bildbearbeitung • Terminologie, Ergonomie, Sicherheit (Viren, Internet), Recht • Kooperatives Arbeiten in Netzwerken, Netzwerkgrundlagen • Publizieren im Web
<p style="text-align: center;">Modul 3 Fachspezifische Aspekte Schulartspezifisch</p>	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehr- und Lernziele definieren, Lernsoftware, Bezugsquellen, Evaluation • Aktive und passive Nutzungsmöglichkeiten (produzieren und konsumieren) der Anwendungen im Fach (Hauptfach und Zweitfach) bzw. in der Volksschule, Integrationsklassen, spezielle Lernhilfen (Sonderschule)

Derzeit ist die "Informatische Grundbildung" mit der "Ergänzenden Studienveranstaltung" kombiniert. Die "Fachspezifischen Aspekte" sind in den einzelnen Ausbildungen in die entsprechende Fachdidaktik eingebunden.

Das Lehramt Informatik wird an der PA Wien Bund für alle Lehrer als Erweiterungsstudium angeboten, das bedeutet, dass ein abgeschlossenes Lehramtsstudium vorausgesetzt wird.

<p style="text-align: center;">Erweiterungsstudium Informatik (Lehramt für Informatik)</p>	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische und technische Grundlagen der Informatik, aktuelle Entwicklungen • Datensicherheit (erweitert) • Publizieren im Web (Active Serverpages), Digitalisieren (Sound, Video, Fotos), erweiterte Bildbearbeitung • Entwickeln einfacher Lernsoftware für den Unterricht • Evaluierung von Software (Anwendungen für den Unterrichtseinsatz) • Erstellung von MM Applikationen • Messen - Steuern - Regeln (Robotics, Logicator....) • Videoconferencing (Application Sharing) • Spezielle Didaktiken
--	---

Zur Fort- und Weiterbildung wurde (an der PA Wien 10, www.pab.asn-wien.ac.at) ein Zusatzstudium "Computer, gewusst wie!" für Lehrer entwickelt, die nicht das Lehramt in Informatik anstreben, sondern an didaktischen Konzepten interessiert sind (keine Vermittlung von Programmierkenntnissen).

<p style="text-align: center;">Zusatzstudium Computer, gewusst wie!</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung von Textverarbeitung und Präsentationstechniken • Grafik und Bildbearbeitung • Telekommunikation und Internet im Unterricht, publizieren im Web • Netzwerkgrundlagen • Betriebssystemgrundlagen • Datenbank und Tabellenkalkulation in komplexeren Anwendungen • Didaktische Konzepte • Projekte konzipieren
--	---

Inhalt der einzelnen Module

Diese Auflistung beinhaltet keine Operationalisierung von Lernzielen, solche Formulierungen sind nicht mehr zeitgemäß und stehen – meines Erachtens - im Widerspruch zu den Forderungen nach selbstgesteuertem und selbstorganisiertem Lernen, das gerade in diesem Bereich den Unterrichtsstil verändern kann.

Die Inhalte sind Anregungen und stellen einen Rahmen für eine Auswahl oder Erweiterung dar, die mit den Studierenden nach aktuellen Erfordernissen getroffen wird.

Ergänzende Studienveranstaltung, Modul 1

In dieser Einführungsveranstaltung geht es um die für das Studium relevante Nutzung der Medien und Netzwerke.

- Studiertechniken umfassen die Nutzung des Internets, einschließlich der Bibliothekszugänge über das Netz, Nutzung von Newsgroups und Diskussionsforen, Wissenserwerb aus Netzen und multimedialen Angeboten (Hyperlinks als neue Struktur für Informationssammlungen).
- Kooperation und gemeinsames Arbeiten in nationalen und internationalen Gruppen, Projektmanagement, Organisation von gemeinsamen Projekten über den Rahmen der eigenen Gruppe hinaus.
- Open Distance Learning (ODL, Corporate Workspace, Kooperation) als eine noch wenig verbreitete Studiermöglichkeit, Nutzung für das Studium bei entsprechendem Angebot von Lehrveranstaltungen.
- Präsentationstechniken für die Praxis (Arbeitsblätter, Stundenvorbereitungen, Unterrichtsmaterialien, Seminararbeiten).
- Evidenthalten von Schülerarbeiten bzw. Leistungsbeurteilungen für die Praxis (Datenbankanwendungen, Statistik).

Informatische Grundausbildung für alle Studiengänge, Modul 2

- Didaktik - Anwendungssoftware (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation, Datenbanken), Lernprogramme, Lexika (elektronische Bücher)
- Software - allgemeine Evaluationskriterien

- Didaktik - Einsatz von Scanner, Digitale Kamera (Hardware), Bildbearbeitung
- Didaktik - Bewältigung von Information, Suchstrategien, Telekommunikation, Netiquette
- Lerntheoretische Aspekte (Multimedia-Lernen, Hypertexte, Internet)
- Modelle der Arbeitsorganisation für die Praxis in der Schule (Geräteanzahl und Ausstattung, Einzel- und Partnerarbeit, Projektmanagement), Kooperatives Arbeiten in Netzwerken, Netzwerkgrundlagen (Schulnetzwerk)
- Arbeitsplatzorganisation (Datenträgerorganisation, Ergonomie)
- Differenzierungsmöglichkeiten (unterschiedliche Ausstattung Hardware, Software)
- Differenzierung – Lernniveaus (Fertigkeiten in der Anwendung)
- Computerspezifische Kenntnisse
 - Terminologie (verwenden und erklären)
 - Netzwerk - Grundlagen (Organisation, Sicherheitsaspekte)
 - Sicherheit (Viren, Internet)
 - Datenschutz und Datensicherheit
 - Aufbereitung von Information
- Dokumentation der Arbeiten
- Publizieren im Web, Rechte im Internet
 - Fachspezifische Aspekte, Modul 3
 - Differenzierung nach Schulart



VS Oberlaa, 1100 Wien

Ausbildung zum Volksschullehrer

Für die Ausbildung zum Volksschullehrer entscheiden sich mehr Frauen als Männer, die weibliche Komponente als Vermittlerin der informationstechnischen Lerninhalte relativiert das Klischee der männerdominierten Technik.

Aus der Erfahrung zeigt sich, dass die Vorbereitung auf die jeweilige Praxis und auch die Durchführung des Unterrichts in der Volksschule stärker auf die individuellen Bedürfnisse der Kinder zugeschnitten ist als im Bereich der Hauptschule. Lernen

findet viel anschaulicher statt. Die Didaktik unterscheidet sich in allen Bereichen von der in der Hauptschule. Für ICT bedeutet das, es wird genau überlegt, welche intellektuellen Fähigkeiten mit welcher Software am besten gefördert werden können.

- Didaktik - Grundlagen in der Bedienung von Gerät und Programmen (Standardsoftware)
- Didaktik - informatisch richtige Erklärungen, Anschaulichkeit, integrativer Einsatz
- Didaktik - Kreativitätsförderung mit Anwendersoftware
- Umgang mit der Heterogenität der Schüler (computerspezifisch und lernspezifisch)
- Organisation des Unterrichts, Projekte, Einsatzmöglichkeiten im Offenen Lernen, Wochenplan
- Lernprogramme (Kriterien der Beurteilung, Kennenlernen spezieller Produkte)
- Selektion von Software zur Differenzierung und Individualisierung, Adaptierung, Beispiele für die Praxis, altersgemäße Anwendersoftware
- Fördermaßnahmen (Lernsoftware)
- Formen der Telekommunikation im Grundschulbereich
- Notwendige computerspezifische Fertigkeiten

der Schüler (bis zum Ende der VS-Zeit)

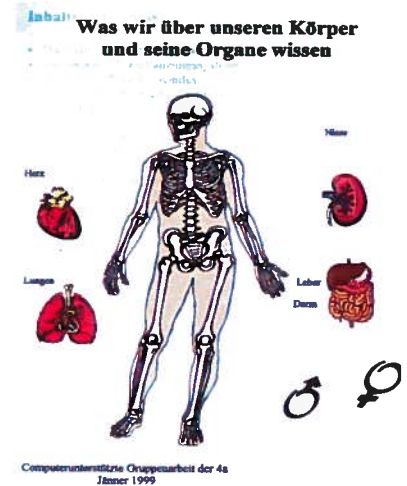
Bedienung von Maus und Tastatur

Gerätekunde, soweit für die Bedienung notwendig (und für das Verständnis hilfreich)

Programme aufrufen (unterschiedliche Betriebssysteme), Speichern (Laufwerke), Dateiverzeichnisse (Ordner und Dateien)

Informationen aus dem Web holen und in eigene Arbeiten integrieren

Umgang mit Lexika, CD-ROMs



Projektarbeit: 4.VS Klasse Herderplatz, 1110 Wien klassenübergreifend



Projekt: 2. VS Klasse Herderplatz, 1100 Wien T-Shirts (Entwurf und Ausführung)

- Didaktik - für die Anwendung von Textverarbeitungsprogrammen, Mal- und Zeichenprogrammen (z.B. Ausschneiden, Kopieren, Einfügen, Schriftfonts, Bilder importieren, auch mit verschiedenen offenen Anwendungen, Werkzeugpalette). Verbinden von Text und Bildern, Scannen, einfache Bildbearbeitung, Diagramme zeichnen
- Didaktik - e-Mail-Kommunikation mit anderen Klassen (Schulen) und einfache Suchmaschinen für Kinder

Ausbildung zum Sonderschullehrer

Gleiche Inhalte wie in der Volksschulbildung, ergänzt um spezifische Bereiche:

- Grundlagen in der Bedienung von Gerät und Programmen (spezielle Eingabemedien, spezielle Software)
- Unterschiedliche Hardwarevoraussetzungen – Möglichkeiten der Einstellung und Installation für spezielle Programme, Anschluss von speziellen Peripheriegeräten
- Orientierung auf die speziellen Bedürfnisse der Schüler



SPZ Kienmayergasse, 1140 Wien

Computer als Lernhilfe

Computer als basales Funktionstraining

Computer als therapeutisches Hilfsmittel

Computer als prothetisches Hilfsmittel

Computer als Hilfsmittel zur Kommunikation

Einsatzmöglichkeiten bei Geistig Behinderten

- Kennenlernen der unterschiedlichen Eingabehilfen

- Spezielle Software

- Computeranwendungen als Vorbereitung auf die Arbeits- und Berufswelt (im



Ziel: sinnentnehmendes Lesen von Einzelwörtern

Vorteile:

- Motivation
- Kontrolle beim Üben des Lesens nicht nur durch den Lehrer,
- Veränderbarkeit der Wortliste
- optische und akustische Rückmeldung (z.B. Animation und Sprechen)

Sonderschulbereich als mögliche Qualifikation für eine Arbeitsstelle nach der Schule besonders wichtig)

Ausbildung zum Hauptschullehrer

Neue Ansätze für fachintegrative Anwendungen ergeben sich speziell aus der Nutzung des Internets, sowohl zur Informationsbeschaffung als auch zur Präsentation von Unterrichtsprojekten und zur Kommunikation. Auch hier gelten als Basis die Inhalte der Volksschulehrerausbildung, erweitert um Didaktik und zusätzliche Bereiche.

- Didaktik - Komplexe Aufgabenstellungen, Kombination verschiedener Anwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation
- Didaktik - Erweiterte Funktionalität der Anwendungssoftware, Datenbankanwendungen
- Didaktik - Scannen von Bildern und Texten, Bildbearbeitung, Grafikformate (Web-Grafiken)
- Didaktik - Projektorientiertes Arbeiten (Arbeitsorganisation), fächerübergreifende Projekte, Auswahl geeigneter Präsentationsmedien
- Dokumentation der Arbeiten mit Anwendungsprogrammen
- Gerätekunde, Datenschutz und Datensicherheitsproblematik
- Verwaltung der Dateien (Netzwerk-Grundlagen)
- Bewertung von Computerspielen
- Recherche und Kommunikation im Netz, Suchstrategien, Downloaden und Uploaden (einschließlich rechtlicher Aspekte), e-Mail, Kommunikation mit anderen Schulen
- Aufbereitung von Information (Internet, CD-ROM)
- Bewältigung der Heterogenität der Schüler (Medienkompetenz)

Stoffüberprüfung
Selbsttest

- Um welche Dreiecke handelt es sich hier?

- Beschrifte ein Dreieck komplett: Eckpunkte, Seiten, Winkel, Höhen, Höhenschnittpunkt
- Konstruiere das Dreieck und berechne Umfang und Fläche $a=50\text{mm}$, $b=70\text{mm}$, $c=60\text{mm}$
- Konstruiere das Dreieck, miss die Höhen ab. Berechne die Fläche mit allen 3 Höhen und vergleiche die Ergebnisse.

Partnerarbeit in Powerpoint, animierte Präsentation (Ausschnitt)

- Didaktik für Einzel-, Partnerarbeit, Projektmanagement bei der Arbeit im Computerraum oder mit Klassencomputern
- Stundenvorbereitungen werden hinsichtlich einer Verknüpfung fachspezifischer und informatikspezifischer Aspekte entwickelt

In Stundenvorbereitungen ist immer die fachspezifische und die informatikbezogene Komponente zu berücksichtigen (wenn Computer als Medium eingesetzt werden).

Beispiel - Stundenkonzept, HS 4. Kl. Mathematik, Thema: Berufschancen der Frauen in der EU

Teilziele: Recherche im Internet, tabellarische und grafische Aufbereitung mittels Tabellenkalkulation, Prozentrechnen (Arbeit einer Studentin, 6. Semester)

Fachspezifisch	Informatikbezogen
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aktuelle Daten erfassen ➤ Daten aufbereiten und interpretieren ➤ Relevante Datenbereiche extrahieren und in einer Übersicht präsentieren (Tabelle, Diagramm) ➤ länderspezifisch prozentuelle Anteile ermitteln ➤ Präsentation – Ausprobieren verschiedener Darstellungen, um eine optimale Aussage zu gestalten; Skalierung der Achsen; Beschriftung als wesentlicher Bestandteil des Diagramms 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recherche im Internet ➤ Anlegen einer Tabelle (Organisation der Tabelle) ➤ Erstellung eines Diagramms ➤ Variationen des Diagramms, Beschriftung ➤ Skalierung der Achsen ➤ Formatierung der Tabelle ➤ Informationen (Tabelle, Diagramm) übersichtlich anordnen und drucken

Der traditionelle Unterricht ist an Wissensvermittlung orientiert, erforschendes Lernen und offener Unterricht ist gegenwärtig primär im Unterricht der Volksschule anzutreffen, wobei offenes Lernen oft subjektiv (lehrerbezogen) interpretiert wird.

Das Klassenlehrerprinzip in der Volksschule und die Computer in der Klasse ermöglichen Projektorientierung, fächerübergreifendes Lernen, Informationsbeschaffung „just in time“, Einsatz von Multimedia- Applikationen und Internet in einem günstigen Zeitrahmen. Die Integration der Neuen Medien fördert dabei auch Erziehungsziele wie soziale Kompetenz, Kommunikations- und Teamfähigkeit und

Verantwortungsbewusstsein und steigert die Möglichkeiten zu Individualisierung und Differenzierung. Da es um eine Ergänzung und nicht einen Ersatz herkömmlicher Unterrichtsmethoden geht, ist der Lehrer speziell gefordert, die didaktischen Konzepte zu verknüpfen. Es sei nochmals betont, dass der Gebrauch der Medien stets eine Unterstützung für ein inhaltliches Lernziel sein soll, nicht das Ziel selbst. Das setzt beim Lehrer voraus, beide Dimensionen - fachbezogene und informatikbezogene Inhalte - im Auge zu behalten.

Die Veränderung des Unterrichts durch das Lernen mit Neuen Medien kann nur gewährleistet sein, wenn dies in der Lehrerausbildung entsprechend unterstützt wird. Bisher haben im Dienst stehende Lehrer ihr Wissen und ihre Fertigkeiten mit Computer und Internet primär autodidaktisch erworben, Fortbildungsveranstaltungen sind in Relation zur Anzahl der im Dienst stehenden Lehrer nur für einen kleinen Personenkreis zugänglich. Die rasante Entwicklung macht es notwendig, die Bedeutung einer permanenten Fortbildung zu begreifen.

Gegenwärtig werden "Multiplikatoren" an den Pädagogischen Instituten ausgebildet. Die Ausbildung beinhaltet vorwiegend Installations- und Administrationsausbildung (Netzwerke).

Ergänzende Ausbildungsangebote für Lehrer

An den Pädagogischen Akademien und Pädagogischen Instituten werden Erweiterungs- und Zusatzstudien, aber auch Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen für Lehrer angeboten.

Lehramt für Informatik

Ausbildung zum Spezialisten

Die Bezeichnung "Spezialist" soll die Dynamik aufzeigen, dass eine abgeschlossene Ausbildung in diesem Fach eine permanente Weiterbildung impliziert. Dies erfordert auch in der Lehrplangestaltung Flexibilität für die Möglichkeit der Anpassung an Entwicklungen sowohl in inhaltlicher als auch in prüfungsorientierter Sicht.

Der Informatikunterricht in der Schule ist eine Ergänzung zur fachintegrativen Anwendung und kann durch Vermittlung vertiefender Einsichten und Einbeziehung von informatischem Grundlagenwissen die fachintegrativen Projekte unterstützen.

Die Ausbildung zum Lehramt Informatik ist mit zwölf Semesterwochenstunden festgelegt, das entspricht weniger als einem Drittel des Ausbildungsumfanges aller anderen Lehrämter (z. B. Hauswirtschaft, Textiles Werken oder Technisches Werken, jeweils 38 Wochenstunden). Aus diesem Grund werden die Studieneingangsbedingungen für dieses Lehramt relativ hoch angesetzt.

Die Auflistung der Inhalte des Lehramtsstudiums Informatik ist beispielhaft und wird an den einzelnen Akademien mit unterschiedlichen Schwerpunkten definiert, im Hinblick auf eventuelle Zusatzangebote im Umfeld von Informatik. Es ist keine Zuordnung der Inhalte zu einzelnen Lehrveranstaltungen gegeben. Im Hinblick auf die Gesamtsumme von zwölf Semesterwochenstunden und den darin enthaltenen zwei bis drei Semesterwochenstunden für Schulpraxis und Fachdidaktik, ist die Schwerpunktsetzung unterschiedlich. Die Darstellung gibt einen Rahmen vor, einzelne Akademien selektieren oder erweitern das Angebot.

- Anwendungsorientiertes Arbeiten am Computer - komplexe Anwendungen (Datenbanken, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung und Präsentation in professionellen Anwendungen)
- Grundlagen der Informationstechnologie (theoretische Denkweisen, Modellbildung, Logik Algorithmik, Komplexität, Darstellung von von Information, Übertragung von Daten, Zustände und Prozesse), Methoden der Software-Entwicklung
- Objektorientiertes (bzw. problemorientiertes) Programmieren (unterschiedlich an den Akademien), Autorensysteme - komplexere Anwendungen (Toolbook, Mediator). Allgemein wird dem Bereich Programmieren ein eingeschränktes Stundenausmaß zugestanden, abhängig von der gewählten Programmierumgebung
- Gerätekunde, Funktion und Aufbau, aktuelle Entwicklungen (Hardware, Software), Arbeitsplatzorganisation (Geräteaufstellung, Datenträgerorganisation), Betriebssysteme, Systemsteuerung
- Netzwerke - Protokolle, TCP/IP, SMTP, PPP, FTP, Topologien, Nutzerberechtigungen, Speicherorganisation, Sicherheitsaspekte, Konfiguration, Dienste

- Kommunikationstechnologien (Telekommunikation, Newsgroups, Suchmaschinen, Publizieren im Web, Homepage – Organisation und Verwaltung, Einbinden von Active Serverpages in Webseiten)
- Bildbearbeitung, Digitalisieren von Audio - und Videodateien, Videoconferencing - Application Sharing, Grundlagen und praktische Anwendungen
- Erstellung von Multimedia-Applikationen (Fotos, Video- und Audiodateien einbinden), Animation (Java Script)
- Messen - Steuern - Regeln (z.B. Robotics, Logicator, Fischertechnik)
- Datenschutz und Datensicherheitsproblematik, Software Ergonomie, Teleworking
- Projektorientierte Teamarbeit, Planung, Durchführung, Dokumentation
- Didaktisch-methodische Beurteilung von interaktiver Software
- Humanwissenschaftliche Aspekte (z. B. Lernen mit Hypertexten, Evaluierungskriterien für Software, Computerspiele)
- Entwicklung fachdidaktischer Unterrichtskompetenz, Auswahlstrategien für Software, Möglichkeiten des Einsatzes in der Grund- Haupt- und Sonderschule, Modelle für die Praxis im Informatik-Unterricht, Lehrpläne
- Schulpraxis

Der ausgebildete Informatiklehrer muss über ein ausreichendes technisches und theoretisches Wissen verfügen, um Entwicklungen verfolgen und bewerten zu können. Dann kann er in der Schule sowohl bei Anschaffungen als auch bei Anwendungen beraten und schulintern in didaktischer Hinsicht den Fachlehrern zur Seite stehen.



Der Unterricht in Informatik (als Pflichtfach in sogenannten „Informatik- Hauptschulen“ oder als Unverbindliche Übung) hat vorwiegend Anwendungen zum Inhalt.

Bildbearbeitung, Digitale Fotografie, 2. Kl. HS, Schälfergasse, 1040 Wien

Programmieren hat nur geringe Bedeutung, das Erstellen von Web-Seiten wird forciert. Dabei werden ähnliche formale Aspekte wie beim Programmieren geschult, die Möglichkeit des Publizierens erhöht jedoch die Motivation. Authorware (Toolbook, Mediator) erlaubt objektorientierte „Programmierung“ in spielerischer Form, wobei die Strukturierung und Modellbildung im Vordergrund stehen und nicht die Kenntnis von Code. Die Organisationsplanung und der Entwurf von Hypertextstrukturen erfordert analytische Denkfähigkeit und Umgang mit Komplexität, Testung und Lösung eventueller Fehler. Die Komponente der Präsentation von Projektarbeiten im Web eröffnet ein weites Feld der Diskussion über alle Bereiche, die Globalisierung und sozioökonomische Gesichtspunkte des Internets betreffen. Bildverarbeitung, Grafikformate, Datenkompression, Organisation von Netzwerken, Sicherheit, Datenschutz und eine Fülle von technischen Komponenten (Datentransfer, Protokolle, Funktionalität von Hardware...) als Themen für den Informatikunterricht ergeben sich von selbst.

Die Komponenten Messen - Steuern – Regeln können mit speziellen Programmen und Robotertechnologie anschaulich umgesetzt werden.

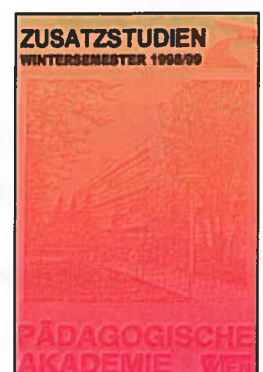
Beide Anwendungen (Publizieren im Web und Robotersteuerung) können das Programmieren im herkömmlichen Sinn ersetzen.

Auch für den Lehrplan der Unverbindlichen Übung Informatik muss gelten, dass Freiheit für die Dynamik der Entwicklungen bleiben muss und die Inhalte einer ständigen Adaptierung bedürfen.

Fortbildungsmaßnahmen

Für bereits im Dienst stehende Lehrer werden Fortbildungsmaßnahmen organisiert. Es gibt Zusatzangebote, um das Wissen aktuell zu halten und neue Entwicklungen kennenzulernen.

Verschiedene zusätzliche Studienangebote werden an den einzelnen Akademien (z.B. Zusatzstudium „Computer, gewusst wie!“ in Wien, Details www.pab.asn-wien.ac.at, „Ausbildung zum Multimedia – Pädagogen“ oder "Informatik in der Behindertenpädagogik" in Linz, Details www.palinz.ac.at) angeboten. Weitere Angebote (spezielle Zusatzstudien bzw. Inhalte der einzelnen Lehrveranstaltungen) finden sich über die Homepages der einzelnen Akademien (www.pa.ac.at).



Zusatzstudium

Das Angebot an Zusatzstudien ist an den einzelnen Akademien unterschiedlich, sowohl hinsichtlich der Inhalte als nach Anzahl der fachspezifischen Angebote.

Beispiel: Pädagogische Akademie Wien 10

Der Schwerpunkt liegt in der PA Wien 10 auf der Thematisierung der Einsatzmöglichkeiten für die Praxis. Die Forderung, diese Technologien fachintegrativ anzuwenden, setzt Grundwissen voraus, das erst jetzt in die Lehrerausbildung Eingang gefunden hat. Die in Modul 2 und 3 aufgezeigten Fertigkeiten können im zweisemestrigen Zusatzstudium "Computer, gewusst wie!" erworben werden, das wie das Lehramtsstudium einen Umfang von zwölf Wochenstunden aufweist.

Dabei stehen die Fertigkeiten, die bei den Schülern anzustreben sind, im Vordergrund, wie die Nutzung von Textverarbeitung, Präsentation, Tabellenkalkulation und einfachen Datenbanken. Informationsbeschaffung aus dem Internet und Kommunikation über das Netz werden ebenso wie Bildbearbeitung, Scannen, Publizieren im Netz und Erstellen von Unterrichtsmaterialien behandelt. Einen bedeutenden Stellenwert in der Ausbildung nimmt die Didaktik ein, also das Umsetzen in die Schulpraxis, und die Auswirkungen der Technologien auf die Gesellschaft.

In der Praxis werden die computerspezifischen Anwendungen einem fachbezogenen Thema untergeordnet, sie dienen der Aufbereitung, Informationsbeschaffung und Präsentation der Arbeiten. Die Grenzen der Einsatzmöglichkeiten sollen dem Lehrer bewusst werden, ebenso die informatikbezogenen Inhalte, die mittransportiert werden. Hervorzuheben sind beispielsweise Organisationskompetenz, Modularisierung komplexer Aufgabenbereiche, Methoden der Informationsbeschaffung, – aufbereitung und –verknüpfung, Ablauforganisation, Strukturierung von Information, Dokumentation der Arbeit, Teamarbeit.

Sommerkurse, ein Angebot der PA Wien 10



INFORMATIKTAGE

- Computer im Grundschulunterricht
- *Multi-Media-Anwendungen*
- *Workshop Software*

SOMMERAKADEMIE

In den Ferien werden einwöchige Workshops angeboten, wobei individuell auf die Bedürfnisse der Teilnehmer eingegangen wird.

- Kurse für Lehrer, die ihre eigene Kompetenz in der Handhabung der Anwendungen erweitern wollen, wobei Beispiele für die Schulpraxis erarbeitet werden.
- Kurse für Fortgeschrittene für die Produktion von Multimedia-Applikationen.
- Kurse zum Kennenlernen von Lernsoftware und Einsatzmöglichkeiten in der Praxis.

Pädagogische Werkstatt, ein Angebot der PA Wien 10

Speziell für Volksschullehrer ist diese Lehrveranstaltung entwickelt worden, in der praxisbezogene Anwendungen für den Unterricht vorgestellt werden.

Telelearning, Open Distance Learning an der PA Wien 10

Für das Wintersemester 1999/2000 ist vorgesehen, sowohl in der Ausbildung als auch in der Weiterbildung Modelle in bestimmten Fachbereichen für diese Lernumgebungen zu erproben. Diese Erfahrungen werden zunehmend auf alle Fachbereiche übergreifen.

Modelle in der Lehrerausbildung in Großbritannien

In Großbritannien ist eine Basisausbildung in ICT seit 1998 für alle Lehrer verpflichtend. Diese umfasst achtzehn Module, jedes Modul im Umfang von vier Unterrichtseinheiten (geblockt), im Verlauf der ersten drei Jahre des Studiums zu absolvieren. Die Inhalte der Module sind z. B. Datenbank-Anwendungen, Präsentation, Tabellenkalkulation, Desktop- Publishing, Verwendung und Evaluation von CD-ROMS, Kommunikation im Netz, Erstellen einer Schul-Homepage, Computer Controlled Systems (Steuerung von Modellen). Großer Wert wird auf Kreativität in der Entwicklung von Unterrichtskonzepten gelegt und eine Vielfalt an Software kommt zum Einsatz. Ergänzt wird diese Ausbildung in der Schulpraxis. Als Abschlussarbeit ist eine „Hausarbeit“ (Assessment) für den Einsatz von ICT im gewählten Ausbildungsbereich zu produzieren, die auch eine umfangreiche Dokumentation von Anwendungen für den Unterricht beinhalten soll. Die positive Beurteilung ist Voraussetzung für die Graduierung.

Im vierten Jahr spezialisiert sich jeder Student in einem bestimmten Fachbereich im Umfang von hundert Unterrichtseinheiten, diese Spezialisierung kann auch ICT sein. Diese „ICT-Specialists“ sind dann in der Schule verantwortlich für die Unterstützung der Kollegen im integrativen Einsatz in den Fächern, bilden sich selbst und ihre Kollegen in der Schule weiter und sind verantwortlich für Anschaffungen und Ausstattung der Schulen. In der Beschreibung „National Standards for Special Leaders“ sind unter anderem Forderung definiert wie „adaptability to changing circumstances and new ideas,“ oder „develop and implement policies and practices for the subject which reflect the school’s commitment to high achievement, effective teaching and learning“.

Bereits im Dienst stehenden Lehrer sind verpflichtet, diese Ausbildung nachzuholen. Es stehen bedeutende finanzielle Mittel zur Verfügung, um diese Anforderungen zu realisieren. Die Inspektion der Schulen ist straff organisiert und überprüft die Umsetzung der Qualitätsstandards.

Ich habe ein Monat am BATH SPA University College diese Ausbildung beobachtet und war beeindruckt von dem hohen Niveau und der Organisation der Ausbildung in ICT.

Beiträge zu den Curricula, den Anforderungen und zur Ausbildung in ICT in Großbritannien finden sich im Internet:

<http://tcns.co.uk/acitt>

<http://www.ncet.org.uk/info-sheets/assessment.html>

<http://www.ngfl.gov.uk/ngfl/index.html>

<http://www.ncet.org.uk/gen-sheets/10tips/assess-tips.html>

<http://www.becta.org.uk/publications/primary/life.htm>

<http://www.ofsted.gov.uk/indexa.htm>

<http://www.teach-tta.gov.uk/teach/index.html>

<http://www.campus.bt.com/CampusWorld/cwnav/cwpublic/vtctandl.html>

Zusammenfassung

Computer und Internetzugang bereits in der Volksschule verändern Lehren und Lernen und haben weitreichende Konsequenzen für die Ausbildung der Lehrer zur Folge.

Die Begriffe ICT und Informatik können nicht als zwei voneinander unabhängige Bereiche (Unterrichtsprinzip versus Unterrichtsfach) gesehen werden. Für den Einsatz von Computern und Internet im Unterricht ist eine Didaktik zu entwickeln, wobei die Didaktik der Informatik auf der Grundbildung (ICT, Information and Communication Technology) aufbaut. Medienkompetenz bedeutet den richtigen Einsatz im Unterricht, computergestützter Unterricht setzt daher von Beginn an eine Didaktik für ICT voraus.

In der Lehrerausbildung bietet sich das Modell eines mehrstufigen Konzepts an, das Eingangsvoraussetzungen (ECDL) für das Studium fordert und studienbegleitende Maßnahmen setzt, wobei vernetztes Lernen im Vordergrund steht. Eine Grundausbildung zum Einsatz der Technologien in der Praxis bereitet auf die veränderte Situation, die Lernen mit Computern und Internet bedingt, vor.

Aufbauend auf der Fähigkeit, Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenbank und Präsentation im Unterricht zur Verknüpfung von Inhalten und zur Visualisierung von Zusammenhängen einzusetzen, kommt der Integration digitaler Lexika und der Recherche im Internet vermehrt Bedeutung zu. Soziale Kompetenz, Teamfähigkeit, Projektorganisation und Strukturierung von komplexen Aufgabenstellungen werden mit den Anwendungen von ICT mitentwickelt. In der fachspezifischen Ausbildung (schultypenspezifisch) wird auf fächerübergreifende Projekte hingewiesen.

Als Ergänzung zur allgemeinen Lehrerausbildung gibt es das Lehramtsstudium für Informatik und verschiedene Zusatzstudien. An der PA Wien ist das Zusatzstudium "Computer, gewusst wie!" speziell für Lehrer mit geringerer Erfahrung in der Anwendung von ICT für den Unterricht eingerichtet. Sommerkurse und Veranstaltungen der Pädagogischen Werkstatt ergänzen das Spektrum der Weiterbildungs-Angebote, die Lehrern Inhalte und Didaktik für die Praxis vermitteln.

Literatur

Büttner, Ch.(Hrsg.): Computer in der Grundschule, 1997.

Drabe, M.: Quo vadis Bildung? Eine (mögliche) kanadische Antwort. In: LOGIN 3/4 , 1998, S.97-106.

Haefner, K.: Neue Technologien und ihre Auswirkungen auf das Bildungs- und Beschäftigungssystem. In: Bundeszentrale für politische Bildung. 1986, S. 15-29.

- Hedrich, A.: Pädagogik neu? Edutainment ein Allheilmittel? Lernen mit dem Computer. In: Hauptsache Interaktiv, 1997.
- Issig, L.: Information und Lernen mit Multimedia. Klimsa, P. (Hg.), 1998.
- Kleinschmidt-Bräutigam, M.: Lehrer lernen mit und von ihren Schülern. In: LOG IN 1, 1998, S. 26-30.
- Lück, W.: Humanverträglichkeit von Neuen Medien. Kriterien zu ihrer Bewertung und Gestaltung. In: Computer und Unterricht 19, 1995, S. 5-9ff.
- Lück, W.: Verändertes Lernen: eigenaktiv, konstruktiv und kommunikativ. In: Computer und Unterricht 23, 1996, S. 5-9.
- Palme, H.-J. (Hrsg.): Ein Fall für die Medienpädagogik, München 1997, S. 141–148.
- Palme, H.-J.: Pädagogik überrollt? In: Hauptsache Interaktiv. Ein Fall für die Medienpädagogik, 1997, S. 47-58.
- Schulz-Zander, R.: Lernen in der Informationsgesellschaft. In: Pädagogik, 3, 1997, S. 8-12.
- Schulz-Zander, R.: Veränderte Lernwelten mit Multimedia und Telekommunikation? In: Computer und Unterricht 1996/21, S. 41-46.
- Sesnik, W.: Lernlandschaften. Didaktische Reflexionen zum Einsatz von Hypertext- bzw. Hypermedia-Systemen. In: Krauthausen und Hermann, 1994.
- TTA, Teachers Training Agenca: National Standards for teachers and headteachers, 1998.

Heinz Strohmer

VORSTELLUNGEN ZU EINER ERARBEITUNG EINER FACHDIDAKTIK DER SCHULINFORMATIK

Im Rahmen der Ausschreibung zum Seminar: "Was ist Informatik - Didaktik in der Informationsgesellschaft?" wird klar formuliert, dass eine lapidare Einführung in die Programmierung als fachdidaktisches Konzept den Intentionen der Informatik im Schul- und Bildungswesen nicht mehr gerecht wird; genau genommen auch nie wurde. Standen doch schon seit Beginn, ab etwa 1980, die physikalische Struktur der Rechner genauso zur Debatte wie der Umgang mit einer, zugegebenermaßen, primitiven Textverarbeitung. Dies alles diskutiert im sozialen Umfeld der Schülerinnen und Schüler.

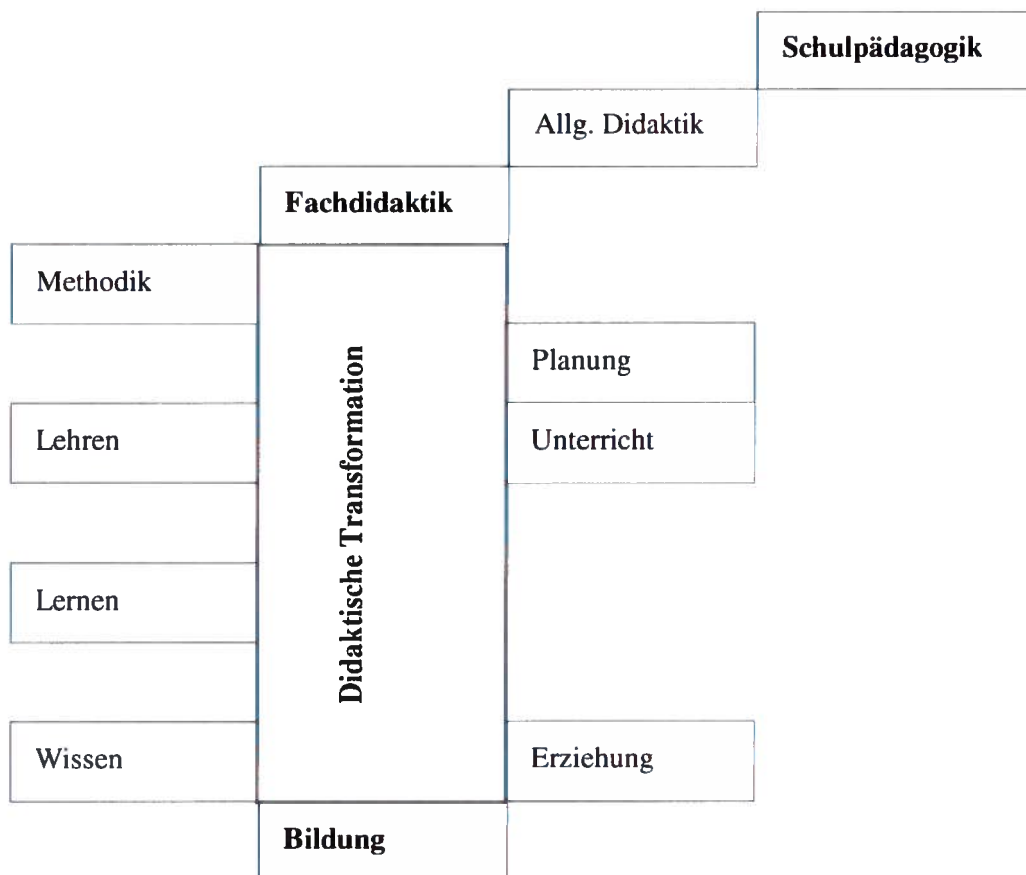
1. Zentrale Fragen der Didaktik

Vor 15 Jahren, 1984/85, wurden flächendeckend die österreichischen Gymnasien mit Computern ausgestattet, Lehrer und Lehrerinnen ausgebildet und erste Erfahrungen in der Umsetzung informationstechnischer Grundlagen in konkrete Unterrichtsplanung gemacht. Damals, so wie auch später, stand die Frage, so wie heute im Vordergrund: "Wie sieht ein zeit- und zukunftsgemäßer Informatikunterricht aus?" Eine Ergänzung erfährt dies durch die Frage: "Auf welche informatorische Kenntnisse können Lehrer in anderen Unterrichtsfächern zurückgreifen? " Zu aller letzt, jedoch wohl nicht minder wichtig: "Welche Folgerungen ergeben sich daraus für die Lehreraus- und -fortbildung?"

Diesen Fragen widmen wir uns ziemlich regelmäßig alle fünf Jahre. Daraus schließe ich, dass es "gute" Fragen sind, solche, die bewegen, die immer wieder zu neuen Antworten auffordern.

2. In welchem Umfeld bewegen wir uns als Lehrer, als Lehrerbildner?

Wir haben es mit Menschen in einem bestimmten sozialen Kontext zu tun, mit Menschen in einer Phase großer Veränderungen in einem stark vernetzten Beziehungsmuster. Von der Pädagogik her kann dies in unterschiedlicher Art dargestellt werden. Eine Möglichkeit ist, von der Schulpädagogik, in Abgrenzung zur Freizeitpädagogik, auszugehen und eine Vernetzung zur gewünschten Bildung der Auszubildenden zu erlangen.



3. Was kann und soll die Fachdidaktik dazu leisten?

Aufgabe der Fachdidaktik ist es, Rahmenbedingungen zu einer didaktischen Transformation zu schaffen. Dabei kommt dem Erstellen von Kriterien zur Auswahl von schüleradäquaten Lehrstoffinhalten, lernpsychologisch fundierten Unterrichtsmethoden sowie zur Implementierung von Unterricht in das bestehende oder neu zu schaffende Schulsystem zentrale Bedeutung zu.

Aus Lehrersicht geht es um das Planen von Unterricht, d.h. um Beziehungen schaffen, damit Inhalte gelehrt werden können. Aus der Schülersicht heißt das Informationen lernen, daraus Wissen bilden, um damit Bildung zu erlangen.

Zielsetzung der Unterrichtsplanung ist also, Schüler zu selbständiger Lebens- und Arbeitsweise zu führen, insbesondere zur Stärkung von algorithmischer Lösungskompetenz, von gedanklicher und praktischer Organisationskompetenz sowie von Problemerkennungs- und Problemstellungskompetenz.

Wie das geschehen kann, dazu haben sich im Schulwesen verschiedene Ansätze breitgemacht.

3.1. Reduktion auf Vermittlungstechniken (Methodentraining).

Die Konkretisierung sieht man in möglichst genauen Stundenbildern. Der Lehrer hat die Vorstellung: "Ich weiß, wie es geht, so ist es am Besten." Der Lehrer, die Lehrerin führt den Unterricht. Das folgende Beispiel zeigt dies zum Thema Textverarbeitung in einer 6. Klasse AHS.

STUNDENBILD 1

Lernziel. Wiederholung der Kenntnisse über TV aus der 5. Klasse

Zeit	Unterrichtsschritte	Sozialform	Medien
15 min	Wiederholung Hardware, Software, Anwendersoftware, Systemsoftware, Standard- u. Individualsoftware	L-S-Gespräch	Tafel
10 min	Einstieg in die verwendete Textverarbeitung, Wiederholung d. Menüführung, Aufruf des Hilfesystems	L-S-Gespräch	Tafel, Computer, TV
10 min	Entwerfen eines eigenen Textes (W: Löschen, Einfügen, Absatz)	Einzelarbeit	TV
5 min	Textauszeichnung (fett, kursiv,..)	L-S-Gespräch	Tafel, TV
10 min	Übung Textauszeichnung	Einzelarbeit	Heft, TV
15 min	Absatzausrichtung (links, rechts, Block), Druckbildvorschau	L-S-Gespräch	Tafel, TV
15 min	Übung Absatzausrichtung	Einzelarbeit	Heft, TV
5 min	Silbentrennung	L-S-Gespräch	Tafel, TV
5 min	Ausstieg - Geräte abschalten		

Ein wesentliches Merkmal ist hier die genaue Vorstellung über den Stundenablauf. Es sind die notwendigen Materialien ersichtlich, insb. auch das Verhältnis von schüler- zu lehrerzentrierter Arbeit.

3.2. Absolutsetzen der didaktischen Situation

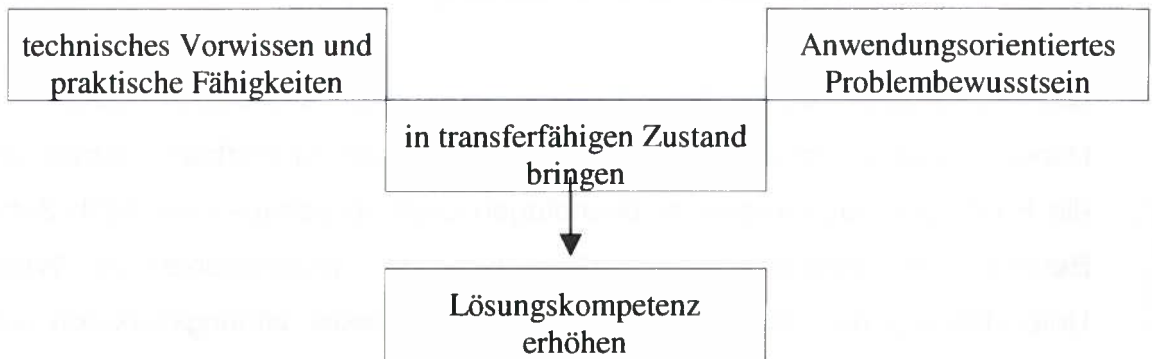
Lehrinhalt und Methoden ergeben sich aus dem momentanen Bedürfnis der Schüler und Schülerinnen, also aus der jetzigen Sozialisierung der Individuen. Dies kann zu Zufälligkeit und Beliebigkeit führen, es wird keine Situation vorweggenommen. Im besten Fall kann aus der Frage: "Was machen wir denn heute?" eine anregende Diskussion entstehen, die auf Grund hoher Problemerkennungs- und Problemlösekompetenz auch in enorm intensive Arbeit ausarten kann. (Kreativer Ansatz).

"Zerlegen wir einen Computer!" (32 Doppelstunden in einer 6. Klasse)

Diese Aufforderung führte in Folge zu einer Reihe von Fragen, die das gesamte Gebiet der Informatik abdeckte.

Technische Informatik	Welche Bestandteile sind in einem PC? Physikalischer Aufbau.
Theoretische Informatik	Wie funktioniert das Zusammenspiel der Bauteile? Logische Verknüpfungen.
Praktische Informatik	Wie können Zeichen von der Tastatur aus in eine Datei übertragen werden? Programmieren eines einfachen Editors.
Angewandte Informatik	Wie erstelle ich Vorlagen zu einem Geschäftsbrief? ...Serienbrief? Tabellen und Datenbanken.
Allgemeine Bezüge	Ist es überhaupt sinnvoll, Geschäftsbriefe, Serienbriefe zu schreiben?

Der schüleradäquate Zugang zur Informatik ist wesentlich für dessen Akzeptanz. Dabei sind schülergerechte Formulierungen von Problemstellungen zu finden, die an den Erfahrungshintergrund der Schüler, aber auch an deren Denkstrukturen anzuknüpfen haben. Erst dadurch ergibt sich eine harmonische Entwicklung von Arbeitsweisen. Im Rahmen der Fachdidaktik ist daher ein Kriterienkatalog zur Auswahl von Beispielen, Aufgabenstellungen und Methoden aufzustellen. Die Diskussionen orientieren sich an zwei Bereichen von Schülerfertigkeiten: dem technischen Vorwissen und praktischen Fähigkeiten und zweitens am anwendungsorientierten Problembewusstsein. Die Aufgabe der Lehrerin, des Lehrers besteht darin, Verfahren aufzubauen, das Projekt für den Schüler in einen für ihn transferfähigen Zustand überzuführen, so dass er Lösungen erarbeiten kann. Ziel ist, seine Lösungskompetenz zu steigern.



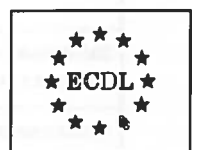
Die Berücksichtigung der kognitiven Anforderungen erweist sich im Umgang mit Schülerinnen und Schüler als zentrale Aufgabe der didaktischen Transformation. Im Bereich der Anwendersoftware sind durch die Konstruktion der Software einfache Denkstrukturen nachgebildet vorzufinden. Diesen in der Sprache, wie in der Aufgabenstellung gerecht zu werden ist im Rahmen der Ausbildung sowohl der Schülerinnen und Schüler wie auch Lehrerinnen und Lehrer zu üben und zu festigen. Einen Einblick zeigt nebenstehende Darstellung.

TEXTVER- ARBEITUNG	DATEN- BANK	TABELLEN- KALKULATION	GRA- PHIK
INFORMATIONEN			
formu- lieren	ordnen	formali- sieren	abstra- hieren
DENKEN IN			
Blöcken	Zeilen u. Spalten	Ver- netzung	Symbolen

3.3. Das wissenschaftliche Fach wird einer kritischen didaktischen Analyse unterworfen

Dabei geht es um Stoff- und Methodenauswahl nach den Zielsetzungen der Schule. Es kann nicht alles möglichst genau unterrichtet werden. Die Aufforderung zu "Mut zur Lücke" soll nicht in wahllose, punktuelle, zusammenhangslose Kapitelaneinanderreihungen münden. Hilfreich ist daher eine Lehrplananalyse, Bestandteil aller Ausbildungslehrgänge mit Schwerpunkt Fachdidaktik.

Wesentlich dabei ist das Herausarbeiten von Lehrziellinien über die Lernjahre, bzw. Stoffgebiete hinweg. Die Diskussion konzentriert sich auf Fragestellungen nach Kern- und Erweiterungskompetenzen. In letzter Zeit hat sich der "ECDL: Europäischer Computer-Führerschein" als Leitlinie für die 5. und 6.



Klasse AHS ergeben; zusätzlich dazu eine Einführung in die Programmierung.

4. Konsequenzen zur Aus- und Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrer

Die Fachdidaktik hat die Aufgabe, den Lehrerinnen und Lehrern einen erweiterten Handlungsspielraum in deren Unterrichtsgeschehen zu eröffnen. Daraus ergibt sich die Forderung nach intensiver Grundlagenschulung genauso wie nach Schulung im Bereich der didaktischen Transformation von Informationen zu Wissen und Unterstützung der Schülerinnen und Schüler dieses bildungswirksam werden zu lassen. Wissen steht immer in einem sozialen Kontext. Die Auswahl und Darstellung des Wissens haben daher im Zusammenhang mit den Anforderungen der Gesellschaft zu erfolgen.

Darauf baut die derzeitige Ausbildung von Informatiklehrerinnen und -lehrern auf. Die Zusammenstellung der Ausbildungsmodule spiegelt dies gut wider.

Ausbildungsplan für das Bundesland WIEN:

Titel	Dauer UE	Inhalt
EINSTIEGSVORAUSSSETZUNG Abgeschlossenes Lehramtsstudium in 2 Fächern	1	Sicherer Umgang mit einem Betriebssystem; anwendungsorientierte Kenntnis einer Textverarbeitung (Layout, Formate, Tabellen, Gliederung); Überblick über aktuelle internationale Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologie
GRUNDKURS	32	mathematische, technische und logische Grundlagen Hardwareinstallation und Adaption; Softwareinstallation
ALGORITHMIK	32	Entwurf des Algorithmus in Pseudocode; Implementierung auf elementarer Ebene, z.B.: PASCAL; Konzepte der Variablen, Datentypen und Kontrollstrukturen
PROGRAMMIERUNG 1	32	Elemente einer prozeduralen Programmiersprache
LAYOUT	16	Erweiterte Textgestaltung; Erstellen von HTML - Seiten Grundlagen des DTP, Typografie
PRÄSENTATION	16	Grafik-, Bild- und Tondokumente Computerpräsentation
COMPUTER UND GESELLSCHAFT	12	Datenschutz und Datensicherheit; Computereinsatz in Verwaltung, Wissenschaft,.... Bild der Gesellschaft unter Einfluss moderner Technologien
PROGRAMMIERUNG 2	32	Elemente einer objektorientierten Programmiersprache
NETZWERK	20	Technischer Aufbau eines LAN; Theoretische Fundierung durch das Schichtmodell, Praktische Übungen an Schulnetzwerk, bzw. äquivalenter Konfiguration
DATENBANK UND TABELLENKALKULATION	20	Strukturierte Datenmodellierung Makroprogrammierung
TELEKOMMUNIKATION	12	Outdoor-netze; Rechnerverbund über Modem Internet, Umgang mit großen Datenmengen

PROGRAMMENTWURF UND SOFTWAREENGINEERING	32	Abschlussprojekt in Teamarbeit bez. Programmierung
FACHDIDAKTIK	32	Erarbeitung und Darstellung unterrichtsrelevanter Methoden Herstellen von Unterrichtsmaterialien zu einer selbstgewählten Unterrichtssequenz in Teamarbeit
LEHRGANG	288	

Eine weitere Herausforderung an die Fachdidaktik, jedoch nicht nur der Informatik ist der Bereich des Einsatzes von "neuen Technologien" im Unterricht aller Fächer.

Literatur

[1] ASTLEITNER, H.; u.a., Schulbuch und - oder digitale Unterrichtsmedien, aus Erziehung und Unterricht Nr. 1/2, Wien 1999

[2] von CUBE, F., Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens, Klett, Stuttgart 1968

[3] HEINTEL, P., Modellbildung in der Fachdidaktik, Deuticke, Wien 1986

[4] HÜEFFEL, C./REITER A. (Hrsg.), Praxis der EDV/Informatik, Jugend & Volk, Wien 1996

[5] JOCHUM, M. Die Virtualität des Wissens, in: Die österreichische Volkshochschule Nr.190, 1998

[6] MAURER, H., Das WWW bietet Chancen, die es in Unterricht und Ausbildung zu nutzen gilt, Computer Kommunikativ Nr.6, Wien 1998

[7] STACHOWIAK, H., Denken und Erkennen im kybernetischen Modell, Springer, Wien New York 1975

Michael Dobes

Informatik – Integration versus Abgrenzung

Eine weitere Herausforderung an die Fachdidaktik, jedoch nicht nur der Informatik ist der Bereich des Einsatzes von „neuen Technologien“ im Unterricht aller Fächer. Dies soll anschließend an zwei Beispielen dargestellt werden.

Die Einführung der Informatik an den Schulen (der AHS) erfolgte etappenweise:

- Einführung der Informatik als vorerst verbindliche Übung in der 5. Klasse
- Aufwertung des Faches zu einem gleichwertigen Pflichtgegenstand
- Integration von Informationstechnologien im Unterricht der sog. Trägerfächer werden im Lehrplan festgeschrieben
- Einführung eines Wahlpflichtgegenstandes in der sechsten bis achten Klasse (die als Block zu wählen sind).

Innerhalb von zehn Jahren entwickelte sich (daher) ein sehr weiter Bereich auch für die Fachdidaktik der Informatik. Von ein paar Einzel-PCs gleicher Bauart bis zu gemischten Inhouse-Netzen erstrecken sich die Hard- und Softwarerealitäten. Von der Maschine für den Informatikunterricht hin zum Internet-Surf-Terminal, dem Verwaltungs-PC und der multimedialen-Workstation reicht der praktische Einsatz der Ressourcen. Von der Beschäftigung mit theoretischen Modellen der künstlichen Intelligenz bis zur Erklärung einfachster Umstände in einer Textverarbeitung reichen die Ansprüche, die an Informatiker in Schulen gestellt werden.

Dementsprechend kontroversiell lässt sich daher auch diskutieren, welche Ziele die Informatik in der Schule mit welchen Methoden und welchen Inhalten verwirklichen soll. Haben die Schüler auf jeden Fall den sicheren Umgang mit dem PC zu erlernen? Ist allein schon die Integration des Werkzeugs Computer in den Schulalltag Anlass genug, um die wesentlichen Ziele eines Informatikunterrichtes zu gewährleisten? Ist vielmehr viel bewusster das Verschwimmen zwischen den

eigentlichen Informatik-Inhalten und dem integrativen Gebrauch von Informationstechnologien zu thematisieren?

Daher ganz bewusst zwei sehr unterschiedliche Beispiele – eines zur Integration und eines aus der unterrichtlichen Praxis des Wahlpflichtgegenstandes.

Informationstechnologien als multifunktionales Medium

1. Astronomie-Projekt im Physikunterricht der 6. Klasse Gymnasium

Bereits das dritte Jahre wird das Kapitel „Astronomie im Physikunterricht“ der 6. Klasse eines Gymnasiums mit Hilfsmitteln wie Internet, CD-ROMs, Büchern (Bibliotheksbenutzung) in Kleingruppen erarbeitet und mit Hilfe von Referaten und der Produktion eines gemeinsamen Skriptums erarbeitet. Waren im ersten Jahr noch die technischen Hürden zu überwinden, die Ressourcen zur Verfügung zu stellen und gelang schließlich die Produktion einer schmalen Mappe an Handouts, so war im zweiten Jahr erstmals bewusst die Informatik integriert, und es entstand ein 100 Seiten-Skriptum und schließlich im dritten Jahr eine umfassende Dokumentation im Intranet.

Ansätze für die Informatik:

- Praktische Anwendung von Informationstechnologien zur Informationsbeschaffung
- Integration der Arbeit mit einer Textverarbeitung und Netzwerkressourcen im Fachunterricht
- Multimediale Medien als Ausgangspunkt für die Stoffbearbeitung
- Zusammenarbeit einer Gruppe über die gemeinsame Organisation innerhalb eines Netzwerkes
- Thematisieren der Informationsaufbereitung und –darstellung in einem fächerübergreifenden Ansatz.

2. Abschlussprojekt Simulationsspiel „Gefangenendilemma“

Als Gruppenarbeit eines Wahlpflichtgegenstandes wurde die Erarbeitung des Gefangenendilemmas als Aufgabe gestellt. Dabei stand vordergründig die Untersuchung von Spielstrategien mittels Simulation in einer Programmiersprache auf dem Programm. Die Tätigkeiten und Themen, die allerdings berührt wurden sind sehr vielgestaltig:

- Verschiedene Bereiche der Programmierung (Modularisierung, grafische Aufbereitung, Datenspeicherung,...)
- Projektplanung und Kooperation über ein Netzwerk – Definition von Schnittstellen etc.
- Probleme der Künstlichen Intelligenz und der Sozialsimulation
- Dokumentation und Reflexion von erreichten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Methoden.

Der Bogen, der bei der Betrachtung von informatischem Tun zu spannen ist, reicht von der einfachen Aufgabenstellung in einem speziellen Themenbereich des Informatiklehrplanes bis hin zu einer Gesamtsicht in der die IT und der Umgang mit ihr die Funktion und Selbstverständlichkeit von Tafel und Kreide erlangen. In der Komplexität wie in der Konzentration auf Wesentliches liegt das weite Feld, in dem sich die fachdidaktische Diskussion abspielen muss – es gibt wohl kein Fach in der Schule, das einen derart weiten Rahmen für sich beanspruchen kann.

Anhang: Lehramtsstudium Informatik

Wolfgang Hawlik

Das Lehramt Informatik – Seit 25 Jahren ein Anliegen der OCG

Seit ihrer Gründung im Jahr 1975 hat sich die Österreichische Computer Gesellschaft (OCG) wiederholt für ein Lehramtsstudium Informatik eingesetzt. Die Einführung eines derartigen Studiums in Klagenfurt, Salzburg und Wien wertet die OCG als – wenn auch späten – Erfolg ihrer Vorstöße. Von den akademisch ausgebildeten Lehrkräften erwartet sich die OCG eine weitere Qualitätsverbesserung des schulischen Informatikunterrichts und damit verbunden eine stärkere Motivation junger Menschen, weiterführende Informatikstudien zu ergreifen. Die OCG sieht darin einen wichtigen Schritt zum mittelfristigen Abbau des IT-Fachkräftemangels in Österreich.

Die Wurzeln der schulischen Informatik-Ausbildung in Österreich reichen bis in die späten 50er Jahre zurück: Im Schuljahr 1957/58 wurden im „Technischen Gewerbemuseum“ erstmals die beiden Freigegegenstände „Rechentechnik“ und „statistische Qualitätskontrolle“ angeboten. Sukzessive wurde die Ausbildung und deren Praxisbezug verbessert und auf andere Schultypen des berufsbildenden Schulwesens ausgedehnt.

Hinter der schulischen Informatik-Ausbildung in den 60er und teilweise 70er Jahren standen engagierte Lehrkräfte, die sich ihr Wissen entweder selbst angeeignet hatten oder aber als Praktiker durch ihre berufliche Tätigkeit mit der damals neuen „EDV“ konfrontiert waren. Sie erhielten Unterstützung von weltoffenen Beamten der Schulverwaltungsinstitutionen, die frühzeitig die Bedeutung der aufkommenden elektronischen Datenverarbeitung erkannt hatten.

Erst 1972 wurden an der Technischen Universität Wien und der Universität Wien Informatik-Studien eingerichtet. In dieser Zeit erhoben verschiedene Fachleute – unter ihnen der österreichische Computerpionier Prof. Heinz Zemanek, der Erbauer des legendären „Mailüfterls“ – erstmals die Forderung, neben einem Informatikstudium auch ein Lehramtsstudium für Informatik einzuführen. Als Prof. Zemanek 1975 Gründungspräsident der Österreichischen Computer Gesellschaft wurde, erneuerte er seine Forderung und stellte damit die Weichen für die OCG, sich dieses Themas anzunehmen.

Die OCG tat dies auf verschiedenen Ebenen: In Resolutionen und Appellen wies der Vorstand der Österreichischen Computer Gesellschaft mehrfach darauf hin, dass es für eine qualifizierte Informatik-Ausbildung notwendig sei, ein Lehramtsstudium einzuführen. Nach der Einführung des Pflichtfaches Informatik an den Allgemeinbildenden Höheren Schulen Österreichs war Informatik lange Zeit das einzige Maturafach, dessen Lehrer kein Lehramtsstudium im geprüften Fach vorweisen konnten. Da die fachlich fundierte Ausbildung der Lehrerschaft aus der Sicht der OCG ein entscheidender Faktor für einen nutzbringenden Informatikunterricht ist, wurde der Dachverband in den 80er Jahren in Zusammenarbeit mit dem Unterrichtsministerium und mit Unterstützung von Sponsoren in der Lehrerausbildung aktiv. Eine große Zahl von heimischen Informatiklehrern besuchten von der OCG organisierte Kurse und Seminare, um Wissen zu erwerben bzw. zu vertiefen.

Die nun erfolgte Einführung eines Informatik-Lehramtsstudiums sieht man in der Österreichischen Computer Gesellschaft als wichtigen Schritt für eine weitere Qualitätsverbesserung der schulischen Informatikausbildung. „Immer wieder wird das 21. Jahrhundert als das Jahrhundert der Information bezeichnet, die Informatik gilt mittlerweile unbestritten als die 4. Kulturtechnik“, meint dazu ao. Univ.-Prof. Dr. Gerald Futschek, Vizepräsident der OCG und Leiter des OCG-Arbeitskreises IT-Ausbildung. „Die Informations- und Kommunikationstechnik ist heute zu einem selbstverständlichen Werkzeug geworden, das nicht nur in der Wirtschaft unverzichtbar ist, sondern das auch das Privatleben jedes einzelnen Bürgers verändert hat. Denken wir nur an das Internet mit seiner Fülle an Möglichkeiten der Informationsgewinnung oder an die Kommunikation via e-mail. Eine bestmögliche

Ausbildung der jungen Menschen in dieser Technologie ist aus unserer Sicht zum grundlegenden Bestandteil der Allgemeinbildung geworden und gleichzeitig eine zwingende Voraussetzung für das spätere Berufsleben.“

Prof. Futschek verweist jedoch darauf, dass ein Lehramtsstudium allein nicht der Garant für einen qualitativ hochwertigen Informatikunterricht sein kann, wohl aber die entsprechenden Voraussetzungen schaffe: „Die Technologie entwickelt sich mit einer derart großen Rasanz, dass es einer steten Fort- und Weiterbildung bedarf, um in der Schule einen aktuellen auf die wesentlichen Strömungen der Informations- und Kommunikationstechnologie abgestimmten Unterricht bieten zu können. Das Lehramtsstudium schafft wesentliche Grundlagen dafür, neue Entwicklungen besser beurteilen und verstehen zu können, entbindet uns jedoch nicht von der bildungspolitischen Aufgabe, danach regelmäßige und fachlich fundierte Weiterbildungsmöglichkeiten anzubieten.“

Wolfgang Hawlik

Zusätzliche Informatik-Fachkräfte durch dreijähriges Bakkalaureatsstudium

Im Bereich der Informatik und Wirtschaftsinformatik sind ab dem Wintersemester 2001 an zahlreichen heimischen Universitäten sogenannte dreijährige Bakkalaureatsstudien geplant. Darauf einigten sich Studiendekane und Vorsitzende von Studienkommissionen heimischer Universitäten kürzlich bei einem Arbeitskreis-Treffen in der Österreichischen Computer Gesellschaft.

Vor dem Hintergrund des immer größer werdenden Informatik-Fachkräftemangels folgten am 10. März 2000 Vorsitzende der Studienkommissionen Informatik und Wirtschaftsinformatik sowie Studiendekane der betroffenen Fakultäten an den Universitäten in Klagenfurt, Linz, Salzburg und Wien der Einladung der Österreichischen Computer Gesellschaft (OCG) zu einem Arbeitskreis-Treffen, um die zukünftige Entwicklung der Studien im Bereich der Informatik und der Wirtschaftsinformatik an Österreichs Universitäten zu diskutieren.

Nach eingehenden Beratungen stimmten die Anwesenden darin überein, dass der Umstieg auf Bakkalaureats- und Magisterstudien in den Studienrichtungen Informatik und Wirtschaftsinformatik zusätzliche Chancen für Studierende auf dem Gebiet der Informationstechnik und Informationswissenschaften bietet. Das dreistufige System – Bakkalaureats-, Magister-, Doktoratsstudium –, welches nach der neuesten Novelle des Universitäts-Studiengesetzes nun auch in Österreich möglich ist, sollte durch die bessere Vergleichbarkeit mit ausländischen tertiären Bildungssystemen die internationale Mobilität der Studierenden fördern; eine koordinierte Vorgehensweise aller betroffenen Universitäten in Österreich soll auch die innerösterreichische Mobilität der Studierenden fördern.

Ein breitgefächertes Angebot in speziellen Anwendungsgebieten, wie beispielsweise Medizin oder E-Commerce, in den Bakkalaureatsstudien soll die Chancen der

Absolventinnen und Absolventen aus dem Bereich der Informatik und Wirtschaftsinformatik in der Wirtschaft noch weiter erhöhen. Die vertiefende wissenschaftliche Ausbildung in einem Magisterstudium – das im Bereich der Studienrichtung Informatik wie schon bisher mit dem Titel Diplomingenieur(in) abgeschlossen werden wird – kann dann auch in einem anderen Anwendungsgebiet erfolgen; diese flexible Gestaltung des Bildungsweges bietet die Chance, Kompetenz in mehreren Anwendungsgebieten zu erwerben und auf neue Entwicklungen in dem sich so rasch entwickelnden Gebiet der Informationstechnik zu reagieren.

Als Termin für die Einführung der Bakkalaureats- und Magisterstudien in den Studienrichtungen Informatik und Wirtschaftsinformatik an jenen österreichischen Universitäten, die auf Bakkalaureats- und Magisterstudien umsteigen wollen, ist – vorbehaltlich der Genehmigung der intendierten Studien durch das zuständige Ministerium – der 1. Oktober 2001 vorgesehen.

Hintergrundinformation

In der Novelle zum Universitäts-Studiengesetz (BGBl. I Nr. 167/1999) vom 19. August 1999 wurden erstmals „Bakkalaureatsstudien“ vorgesehen. Das Gesetz definiert diese wie folgt: (§ 4 Z 3a.) „Bakkalaureatsstudien sind die ordentlichen Studien, die der wissenschaftlichen und künstlerischen Berufsvorbildung und der Qualifizierung für berufliche Tätigkeiten dienen, welche die Anwendung wissenschaftlicher und künstlerischer Erkenntnisse und Methoden erfordern. Diese Studien erfüllen die Anforderungen der Richtlinie über eine allgemeine Regelung zur Anerkennung der Hochschuldiplome, die eine mindestens dreijährige Berufsausbildung abschließen“.

§ 4 Z 7a. definiert die akademischen Grade, die nach dem Abschluß des Bakkalaureatsstudiums verliehen werden: „Die Bakkalaureatsgrade sind die akademischen Grade, die nach dem Abschluss der Bakkalaureatsstudien verliehen werden. Sie lauten ‚Bakkalaurea‘ beziehungsweise ‚Bakkalaureus‘, abgekürzt jeweils ‚Bakk.‘, mit dem in der Verordnung der Bundesministerin oder des Bundesministers über die Umwandlung festgelegten Zusatz.

Neu an der Universität Salzburg: Ausbildung zum Informatiklehrer

Mit Beginn des neuen Studienjahres 2000/2001 kann man an der Universität Salzburg das neu eingerichtete Lehramtsstudium *Informatik und Informatikmanagement* studieren. Wie alle Lehramtsstudien ist dieses Studium mit einem zweiten Unterrichtsfach zu kombinieren. Angesichts der Bedeutung der Informatik im Alltag und im Berufsleben ergibt sich ein enormer Bedarf an fachlich qualifizierten Lehrern. Besonders an den Schulen werden EDV-Experten gesucht, um auch die immer aufwendiger werdenden EDV-Anlagen betreuen zu können. Bis 2003 sollen in Österreich 85.000 Arbeitsplätze im Bereich der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien entstehen. Aufgrund der hervorragenden Berufsaussichten wird das Informatikstudium vom Bildungsministerium besonders empfohlen.

Inhaltlich geht es bei dem neuen Lehramtsstudium um das *Lehren von Informatik* und um die *Übernahme von Aufgaben des Informatikmanagements* an den Schulen. Was soll nun der angehende Lehrer, die angehende Lehrerin an der Universität alles lernen? Darüber gibt das von der Studienkommission in Salzburg beschlossene Qualifikationsprofil für das neue Studium Auskunft. Dort sind folgende Kenntnisse und Fähigkeiten angesprochen:

- Kenntnisse der theoretischen und praktischen Informatik, insbesondere aus den in den Lehrplänen der allgemeinbildenden und berufsbildenden höheren Schulen vorgesehenen Gebieten
- Grundkenntnisse aus den wichtigsten Anwendungen der Informatik Kompetenz, in der Schule Integrationsaufgaben zu übernehmen, die sich aus der Anwendung der Informatik in anderen Unterrichtsfächern ergeben Auseinandersetzung mit den gesellschaftsrelevanten Folgen der Anwendung von Informatik
- Kenntnisse der Psychologie (insbesondere Entwicklungspsychologie) und Erziehungswissenschaft zum Verständnis der Situation der Jugendlichen

- Kenntnisse aus Allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik zur selbständigen Gestaltung des Unterrichts
- Fähigkeit zur Kommunikation und zum Dialog mit Schülern, Lehrerkollegen, Eltern und Behörden
- Kenntnisse aus Schulrecht
- Befähigung, als Multiplikator der informationstechnologischen Fortbildung in der Schule tätig zu sein
- Befähigung, in der Schule als Experte für Informatik Verwaltungs- und Beratungsaufgaben zu übernehmen (z.B. Beratung bei der Anschaffung von Hard- und Software, Organisation der Wartung der Geräte, der Installation von Software und der Betreuung von Netzwerken)

Angesichts der Fülle dieser Kompetenzen werden nicht alle Absolventen in Schulen unterrichten. Der zukünftige Informatiklehrer sollte sich seiner pädagogischen Aufgaben bewusst sein. Der Umgang mit jungen Menschen muss ihm oder ihr Freude bereiten. Die Chance, heranwachsenden jungen Menschen die faszinierende Welt des Computers nahe zu bringen, ist eine große Herausforderung.

Weitere Informationen:

Dekan der NW-Fakultät Prof. Fritz Schweiger

fritz.schweiger@sbg.ac.at

oder Vizerektor für Lehre, Prof. Hermann Suida

hermann.suida@sbg.ac.at

Zu den Autoren und Autorinnen

Studiendirektor Rüdiger Baumann
Celle, Deutschland
e-mail: baumann-celle@t-online.de

Prof. Bernard Cornu
Director of the IUFM (Institut universitaire de formation des maitres) of Grenoble,
France
e-mail: bernard.cornu@grenoble.iufm.fr

Prof. Mag. Michael Dobes
Piaristengymnasium Wien, BG 8
e-mail: m.dobes@magnet.at

OStR Prof. Dipl. Ing. Margarete Grimus
Pädagogische Akademie des Bundes in Wien 10,
e-mail: grimus@pab.asn-wien.ac.at

Redakteur Wolfgang Hawlik
Österreichische Computer Gesellschaft,
e-mail: hawlik@ocg.at

Prof. Mag. Gerald Kurz
BG/BRG/BORG Wien 22, Polgarstraße
e-mail gerald.kurz@an-wien.ac.at

Prof. Dr. Viera K. Proulx
College of Computer Science, Northeastern University, Boston, MA 02115, USA
e-mail: vkp@ccs.neu.edu

Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Helmut Schauer
Institut für Informatik, Universität Zürich
e-mail: Schauer@ifi.unizh.ch

MinR Mag. Dr. Anton Reiter, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
e-mail: anton.reiter@bmbwk.gv.at

Prof. Mag. Heinz Strohmer

Pädagogischer Mitarbeiter am Pädagogischen Institut der Stadt Wien / AHS-Abteilung,

e-mail: heinz.strohmer@yahoo.de