

Trends in der Informatikausbildung

Norbert Bartos

Von 30. März bis 1. April 1998 fand an der Universität Stuttgart die Tagung "Informatik und Ausbildung" der Gesellschaft für Informatik e.V. (Deutschland) statt. Der Schwerpunkt dieser Tagung lag auf der Didaktik der Informatik, der Nutzung neuer Medien, den Lernumfeldern und der Internationalisierung der Informatikausbildung in Hinblick auf eine eventuelle Einführung von Bachelor- und Master-Degree. Ihr Ziel war, schulische, berufliche und wissenschaftliche Ausbildung zueinander in Beziehung zu setzen, wechselseitige Erwartungen und Anforderungen zu diskutieren, die Nutzung und die zukunftsweisen Einsätze der neuen Medien aufzeigen, neue Lernumfelder vorzustellen, unterschiedliche Inhalte und didaktische Ansätze zu diskutieren und einen Dialog der unterschiedlichen Ausbildungsgebiete und Ausbildungsformen zu fördern. Die Teilnehmenden waren Lehrkräfte und Auszubildende von Schulen, Hochschulen, Universitäten, aus Wirtschaft, Industrie und Verwaltung, sowie auch einige Studierende, mehrheitlich natürlich aus Deutschland. Wenn auch die Tagung als Schwerpunkt die spezifisch deutschen Aspekte beleuchtet hat, so gelten doch die meisten Betrachtungen, vor allem in technischer und didaktischer Hinsicht, weitgehend auch für Österreich beziehungsweise für das berufsbildende Schulwesen.

1) Die Struktur der Ingenieurausbildung

Aufgrund des allgemein starken Trends der Öffnung zum Ausland, muss auch die Ingenieurausbildung internationalisiert werden. Das bedeutet einerseits ein vermehrtes Auslagern von Teilen des Studiums in das Ausland zur Erhöhung der Mobilität der inländischen Studierenden und andererseits eine Erhöhung der Anzahl der ausländischen Studierenden. Dies kann aber nur dann sinnvoll durchgeführt werden, wenn die Ausbildung nicht mehr nach dem derzeitigen Alles-oder-Nichts-Prinzip organisiert ist. Ein Studium, das regulär fünf Jahre dauert und keinen international anerkannten Zwischenabschluss ermöglicht, ist generell abzulehnen [18]. Weiters muss auch vermehrt auf die ausländischen Studierenden eingegangen werden. Diese werden meist (leider aber nicht von allen Firmen) als wichtiger Wirtschaftsfaktor angesehen. Jeder ausländische Studierende, der nach dem Studium in sein Heimatland zurückkehrt, ist dort eine potentielle Führungskraft, welche unsere heimischen Firmen und Produkte kennt und welcher damit als Werbeträger bzw. in vielen Fällen sogar als Auftragge-

ber fungiert. In den USA sind ca. 50% der Studierenden Ausländer.

Die derzeitige Struktur der Ingenieurausbildung wird in einigen Punkten sehr stark (und auch zu Recht) kritisiert. Der erste Kritikpunkt ist das oben erwähnte Alles-oder-Nichts-Prinzip. Nach spätestens zwei Jahren sollte ein international anerkannter Zwischenabschluss möglich sein. Die Studienzeit ist damit schwer kalkulierbar, normalerweise zu lang und damit zu teuer. Auch die Durchlässigkeit zu anderen Fachrichtungen ist viel zu gering. Weiters werden im Ausland geleistete Studienteile vielfach nur sehr restriktiv anerkannt. Zudem besitzt das Wort "Diplom" in den meisten Ländern einen nicht allzu hohen Stellenwert; es gibt einfach zuviele Institute die irgendein Diplom für irgendeinen Kurs ausstellen. Die Studien sind letztlich auch zu wenig auf ausländische Studierende abgestimmt. Es gibt wenig englischsprachige Veranstaltungen, viele bürokratische Hürden, sowie allgemein eine eher negative Grundeinstellung gegenüber ausländischen Studierenden. Bemerkenswert ist, dass im Bereich der ehemaligen DDR diese Problematik seit Jahrzehnten viel mehr Beachtung findet und daher kaum zutrifft [10].

Die Einführung von Bachelor-Degree und Master-Degree könnte eine Lösung sein, allerdings bestehen auch hier einige Bedenken. Weltweit gibt es bei diesen Graden leider große Unterschiede. Das Bachelor-Studium in den USA dauert vier bis fünf Jahre. In Großbritannien dauert es drei Jahre, es gibt als Varianten den Pass-Degree (Bachelor) und darüber hinaus den Honours-Degree (Bachelor of Honours), für welchen der Besuch zusätzlicher Kurse und ein bestimmter Studienerfolg notwendig sind. Das Master-Studium in Großbritannien dauert zusätzlich eineinhalb bis drei Jahre für den Master-by-Coursework (Besuch von zusätzlichen Lehrveranstaltungen und Ausfertigung einer schriftlichen Arbeit) und mindestens zwei Jahre für den Master-by-Thesis (Voraussetzung ist der Bachelor-of-Honours und eine schriftliche Arbeit). In den USA gibt es nur den Master-by-Coursework, welcher zwei bis drei Jahre erfordert. Allgemein sind Bachelor- und

Masterstudien ähnlich wie die Fachhochschulen in Österreich organisiert, erlauben aber eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten.

Wesentlich ist aber, dass die Wünsche der Industrie und der Studierenden hohe Priorität haben. Wer im globalen Bildungsmarkt erfolgreich sein will, muss sich an den Kundenwünschen orientieren [1]. Im Jahre 1994 waren etwa 50% der Erwerbstätigen in Deutschland im Bereich der Informationsberufe tätig. Pro Jahr sind dort ca. 20.000 Informatiker nötig, aber nur ca. 5.000 werden jährlich von den deutschen Hochschulen und Universitäten bereitgestellt (Tendenz fallend!) [6].

Der VDI empfahl daher in einer Studie zur deutschen Ingenieurausbildung im Jahre 1997 folgende Struktur (siehe **Tabelle**):

2) Strategien der Ingenieurausbildung

In einem Memorandum zu den Ingenieurqualifikationen definierte der VDI 1997 folgende Kompetenzen als wesentlich für das Berufsleben:

- **gesellschaftliche Kompetenz**
Integration sozialer, politischer, ökonomischer, ökologischer und ethischer Dimensionen des Planens und Handelns bei der Entwicklung und Verwendung der Technik
- **Teamfähigkeit**
Befähigung und Bereitschaft zu fächerübergreifender Kooperation
- **Methodenkompetenz**
Befähigung und Bereitschaft zu systematischem und vernetztem Denken und Handeln
- **Sprachkompetenz, Mobilität, Flexibilität**
Befähigung zum Leben in einem von Internationalisierung geprägtem Berufs- und Arbeitsumfeld

Zusätzlich sollten noch folgende Anforderungen erfüllt werden:

Empfehlung des VDI zur deutschen Ingenieurausbildung

Bildungseinrichtung	derzeitiger Abschluss	empfohlener Abschluss	Studiendauer
Berufsakademie	Dipl.-Ing.(BA)	Bachelor	6 Semester
Fachhochschule	Dipl.-Ing.(FH)	Bachelor Master	7-8 Semester zus. 2-3 Semester
Universität	- Dipl.-Ing. Dr.-Ing.	Bachelor Master Ph.D.	7-8 Semester zus. 2-3 Semester zus. 6 Semester

- profunde Kenntnisse der Datenverarbeitung mit informations- und prozesstechnischem Hintergrund
- Auslandserfahrung
- Beherrschung der eigenen Sprache (von Rhetorik bis zur Körpersprache), um sich und seine Arbeit darstellen zu können
- Bereitschaft zum lebenslangen Lernen

Die Berufsfähigkeit ist wichtiger als die Berufsfertigkeit. Aus diesen Prämissen folgert der VDI in seiner Studie zur inhaltlichen Struktur der Ingenieurausbildung im Jahre 1997 (aus [11]) folgende Aufteilung des Studiums:

30% technische Grundlagen

30% mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen

20% exemplarische Vertiefung

20% fächerübergreifende Inhalte (Systemtechnik, Philosophie der Technik, Mensch-Maschine-Systeme, Problemlösungsmethoden, Arbeitswissenschaft, Umwelttechnik, Betriebswirtschaftslehre, Recht, ...) in Form von Wahlpflichtfächern

Zumindestens ein Praxissemester wird zur Erreichung der Ziele als unerlässlich angesehen.

3) Inhalte der Informatikausbildung

Zunächst herrscht meist ein recht unklares Bild vom Wesen der Informatik. Eine mögliche Definition wäre beispielweise: "Informatiker sind Menschen, die mit Hilfe des Computers Probleme anderer Menschen lösen" [11]. Der Autor des vorliegenden Artikels ist Informatiker, er darf sich daher erlauben, diese Definition, wie folgt, zu modifizieren: "Informatiker sind Menschen, die mit Hilfe des Computers anderen Menschen Probleme bereiten". Wie in jedem Scherzwort, steckt natürlich auch hier ein Körnchen Wahrheit, wie jeder Praktiker wohl bestätigen kann.

Einigkeit herrscht jedoch darin, dass die Informatik als Kernfach der Ingenieurausbildung anzusehen ist. Andererseits sinkt, trotz steigendem Bedarf, die Anzahl der Informatik-Studierenden seit Jahren. Die tatsächliche Dauer dieses Studiums beträgt meist 13 bis 15 Semester. Allerdings arbeiten die meisten Studierenden parallel zum Studium mit im Mittel 10 Wochenstunden in der Industrie. Die Nettostudienendauer ist daher geringer. Dieses Potential an preiswerten Arbeitskräften wird in Deutschland als wesentlicher Wirtschaftsfaktor angesehen. Man ist daher bestrebt, das Teilzeitstudium zu fördern. Das gelingt aber nur mit der eingangs erwähnten Modularisierung des Studiums, sowie einer gleichzeitigen Personalisierung, d.h. der Möglichkeit für eine individuelle Studienplanung für jeden Studierenden [9].

Informatik ist eine anwendungsorientierte Wissenschaft. Ihr Ausbildungsschwerpunkt liegt auf der Analyse und Modellierung, die Implementation darf dabei nur wenig Zeit in Anspruch nehmen. Die Informatikausbildung soll nicht bloß ein Programmierkurs sein [5]. Ihre Inhalte sollten für die Studierenden möglichst lange gültig bleiben und auch allgemeingültig sein. Das heißt, dass die spezielle Programmiersprache nebensächlich ist, solange sie das Problem bzw. dessen Lösung nicht unnötig verkompliziert. Dieser Sachverhalt wird in der Informatik gerne als "Occam's Razor" bezeichnet, benannt nach dem Philosophen William of Ockham (sein Name wird in verschiedensten Schreibweisen in der Literatur verwendet). Diesem Designprinzip sind beispielsweise die Entwickler der Programmiersprache OCCAM, einer Sprache für Parallelrechnersysteme, konsequent gefolgt. Der praktische Programmierunterricht sollte nicht gleich im ersten Semester einsetzen, sondern einem Theorieblock folgen (so weh das auch manchen Studierenden tun kann) [9].

Man kann nun die drei Säulen der Informatikausbildung angeben, welche jeweils etwa ein Drittel der Ausbildungszeit beanspruchen sollten:

● Grundlagen

programmiersprachen- und implementierungsunabhängig, Schulung des informatischen Denkens (strukturiertes und modulares Programmieren, Datenstrukturen, Rekursion, ...)

● Programmiersprachen

Wiederholung und Vertiefung des Grundlagenwissens, Vermittlung allgemeiner Konzepte und Methoden

● Praktikum

erlerntes in Gruppenarbeit an einem praxisnahen Projekt umsetzen

4) Didaktische Überlegungen

Als großes Problem wird angesehen, dass praktisch keine soliden Grundkenntnisse und auch kein Verständnis für eine solche Informatikgrundausbildung bei den Studierenden vorliegen [3]. Auch die starke Inhomogenität der Vorbildung erschwert den Unterricht. Die Studierenden benötigen die Hilfe primär bei der Einarbeitung in die Methoden der Informatik und nicht bei der Bedienung der Entwicklungsumgebungen. Dort reichen meist Arbeitsblätter aus. Wichtig ist die Vermittlung geeigneter Strategien für die Problemlösung, für das Debugging (Microsoft wendet 50% der Entwicklungszeit für das Debugging auf), die Fähigkeit der mentalen Simulation von Programmen, die Abschätzung der Komplexität, sowie die Kenntnis der Datentypen und das Verständnis für Rekursion.

Multimediale Unterrichtsprodukte unterstützen die Lehrenden hierbei wesentlich. Projekte sind äußerst lehrreich, ihr Aufwand wird aber meist von allen Beteiligten stark unterschätzt.

Eine große Gefahr liegt im Einsatz überdimensionierter Werkzeuge, wodurch die Studierenden überfordert sind und von der Konzentration auf das Wesentliche abgehalten werden [3]. Im Bereich der HTL spürt man das insbesondere im Gegenstand FTKL (Fertigungstechnik und Konstruktionslehre), wo die eigentliche anspruchsvolle Tätigkeit des Konstruierens immer mehr in den Hintergrund tritt. Stundenkürzungen fördern diesen Trend ebenfalls. Programmieren ist ein Handwerkzeug des Informatikers, nicht das Ziel oder der Mittelpunkt des Informatikstudiums [2]. Auch im Sekundarbereich sollte Informatik mehr als ein Programmierkurs sein. Genauso wie die Mathematik nicht nur numerisches Rechnen bedeutet, sondern eine Denkschule ist [3].

Wie bereits früher ausgeführt, sollte der Schwerpunkt der Informatik-Ausbildung auf der Analyse und Modellierung liegen. Ziel ist, das Kennenlernen von Methoden und Strategien zur Reduktion der Problemkomplexität. Die benutzte Programmiersprache sollte von diesem wesentlichen Punkt nicht ablenken. Die Verwendung von Sprachen wie C und C++ steht dazu im Widerspruch [3][5]. C++ lässt sich erfahrungsgemäß als Zweitsprache leichter erlernen. Niklas Wirth von der ETH-Zürich hat diesen Sachverhalt 1994 in seinem Buch "Programmieren in OBERON" folgendermaßen zusammengefasst: "Da Programmieren inhärent schwierig ist, müssen Studenten davor bewahrt werden, die zusätzliche Bürde einer komplexen Sprache zu tragen" [3]. Die Welt der Tips und Tricks aus der "Kioskliteratur" ist nicht die Welt der professionellen Informatik. Die Notwendigkeit der Anwendung derartiger "Zaubermittel" weist auf mangelhaften Entwurf oder fragwürdige Implementierung hin. Industriell gefragt sind nicht trickreiche Computereffreaks, sondern methodisch solide Computerprofis [3].

Bezüglich des Einsatzes objektorientierter Sprachen wurde übereinstimmend festgestellt, dass Programmieranfänger diese leichter erlernen, als die Fortgeschrittenen, welche zu sehr am imperativen Stil hängen. Ein inhaltliches Konzept, mit dem sowohl Programmieranfänger, als auch Fortgeschrittene gut zurecht kommen, behandelt zunächst im Rahmen eines Theorieblocks die objektorientierten Konzepte und deren Benutzung, sowie deren programmtechnische Realisierung. Das versetzt beide Gruppen von Studierenden in dieselbe Lage, ein neues Konzept erlernen zu müssen, sodass die Fort-

geschrittenen keinen nennenswerten Vorteil gegenüber den Anfängern besitzen. Danach können im Rahmen von Übungen diese Kenntnisse zur konkreten Implementierung hin vertieft werden. Hier können sich wieder Unterschiede im Niveau ergeben, was aber wegen der Individualität bei Übungen dann nicht weiter problematisch ist. Am Ende sollte aber immer ein Gruppenprojekt stehen [2]. Jedenfalls abzulehnen ist es, sofort in den ersten Unterrichtsstunden mit einem "Hands-on" zu beginnen, da dies die Wissensdifferenz zwischen Anfängern und Fortgeschrittenen noch weiter erhöht [3].

5) Einsatz multimedialer Systeme im Unterricht

In den nächsten Jahren wird es zu einer starken Zunahme der Intensität des Computereinsatzes auch in Unterrichtsfächern, die traditionell kaum bis gar nicht mit dem Computer in Verbindung gebracht werden, kommen. Wichtig ist für diese Softwarepakete, den Benutzern ein möglichst hohes Maß an Interaktivität anzubieten. Sie sollten kein Ersatz für den traditionellen Unterricht oder das Literaturstudium sein, sondern eine Ergänzung und eine zusätzliche Übungsmöglichkeit. Besonders geeignet ist multimediale Software zur Animation von Algorithmen, Beweisen und dergleichen. Es war allerdings bisher nicht messbar, ob der Lernerfolg durch Einsatz dieser Medien besser ist. Jedenfalls steigt aber durch sie die Freude am Lernen, was allein schon Grund genug für den Einsatz sein sollte.

Im Rahmen der Tagung hat sich gezeigt, dass im Universitäts- und Hochschulbereich bereits eine Vielzahl von Programmpaketen existiert, aber eine Wiederverwendung durch fremde Bildungseinrichtungen kaum durchgeführt wird. Jeder erfindet sein individuelles Rad neu. Auch in Österreich gibt es seit einiger Zeit intensive Bemühungen, den Computer vermehrt zur Unterstützung des Unterrichtes heranzuziehen. Damit kann den Studierenden u. a. die Gelegenheit geboten werden, sich auch außerhalb der regulären Anwesenheitszeit in der Schule weiterzubilden. Das Hauptproblem ist aber die Verfügbarkeit der notwendigen Software sicherzustellen. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten.

Die erste Variante ist der Zukauf von Software bei einschlägigen Firmen. Das ist eine sehr teure Variante, da eine Firma gewinnorientiert arbeiten muss. Überdies ist die Software dann meist von Nicht-Lehrern geschrieben, was beim Einsatz immer wieder Probleme machen kann.

Als zweite Möglichkeit kann man einfach auf Software warten, welche Lehrkräfte für ihren eigenen Unterricht entwickeln. Diese könnte zentral katalogisiert und öster-

reichweit verteilt werden. In der derzeitigen Situation des Unterrichtsbudgets und der damit verbundenen Probleme für die Lehrerschaft ist dieses Warten aber recht problematisch.

Drittens könnte das Ministerium Lehrkräfte bezahlen, welche Unterrichtssoftware erstellen. Dies ist ebenfalls eine extrem teure Variante, wie einschlägige Erfahrungswerte betreffend den Erstellungsaufwand von Schulungssoftware zeigen. Der Aufwand zur Erstellung eines multimedialen Softwaresystems mit der Laufzeit T beträgt üblicherweise 100...1000*T.

Keine dieser Varianten hat heute, in den Zeiten des Sparens, reale Chancen auf eine Durchführung. Das bedeutet aber, dass Österreich in den nächsten Jahren extrem stark den Anschluss an internationale Trends verlieren wird, wenn nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Man sollte in Österreich nicht auch den Fehler machen, das Rad neu zu erfinden, sondern man sollte versuchen, das vorhandene Potential weitestgehend zu nutzen. In welcher Art dies sinnvoll und möglich ist, müssen die entsprechenden Experten diskutieren.

6) Literatur

- [1] K. Henning, M. Kussmann (VDI): Internationalisierung der technisch-naturwissenschaftlichen Hochschulausbildung - wohin mit dem Bildungsstandort Deutschland?; GI März 1998
- [2] E. Hornecker (Univ. Bremen): Programmieren als Handwerkszeug im ersten Semester; in [7]
- [3] H. Ketz, K. Hug (FH Reutlingen): Informatik-Grundausbildung für Ingenieure - hochschuldidaktische Betrachtung und Erfahrungsbericht; in [7]
- [4] J. L. Keedy (Univ. Ulm): Überlegungen zur Einführung von Bachelor- und Master-Graden für die Informatik an deutschen Universitäten; in [7]
- [5] J. Freytag (FH Hamburg): Objektorientierung in der Ausbildung; in [7]
- [6] B. Borg (BBS Soltau): Neue IT-Berufe; in [7]
- [7] V. Claus (Hrsg.) (Univ. Stuttgart): Tagungsband der GI-Fachtagung 1998 "Informatik und Ausbildung"; Springer-Verlag, 1998, ISBN 3-540-64178-5
- [8] N. Bartos (TGM, FH Elektronik Wien 20): Zukünftige Tendenzen im berufsbildenden Schulwesen; PCNewsEdu 57, April 1998
- [9] N. Bartos (TGM, FH Elektronik Wien 20): Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert; PCNewsEdu 52, April 1997
- [10] N. Peroz (Hrsg.) (TU-Berlin): Zusammenfassung der Vortragsreihe "Auslands- und Ausländerstudium", 1997
- [11] R. Feindor (FH Rosenheim): 10 Jahre Informatik-Ausbildung an der FH Rosenheim; 1996

Fortsetzung von Seite 31

- 42 Rechtschreibung ist trivial
- 43 Verschweigen Sie nichts⁴⁴ Packen Sie alles in eine Tabelle
- 45 Vereinheitlichen Sie die Linkfarben
- 46 Ohne JavaScript geht nix
- 47 Geben Sie die URL Ihres Dokumentes nicht noch mal an
- 48 Fordern Sie zum Ändern des Systemfonts auf
- 49 Erzeugen Sie Dynamik durch ständiges Nachladen
- 50 Ignorieren Sie die festgelegte Farbpalette
- 51 Linken Sie fremde Seiten in einen eigenen Frame
- 52 Kündigen Sie Updates weit im Voraus an
- 53 Sagen Sie ruhig, daß Sie eine tolle neue Seite haben
- 54 Üben Sie sich im Plätzchenweitwurf
- 55 Erfreuen Sie die Kryptologen und Denksportler
- 56 Referenzieren Sie Überraschungsgrafiken
- 57 Ziehen Sie klare Grenzen
- 58 Offline ist Out. Wenigstens für Oldtimer
- 59 Viele Fenster für viele Informationen
- 60 Titel sind was für Anfänger
- 61 Kommentieren Sie gründlich
- 62 Je Meta, desto Profi
- 63 Viel Text ist gesund
- 64 Kleine Fenster sind out
- 65 Verzichten Sie auf Anti - Aliasing
- 66 Logos müssen groß sein
- 67 Machen sie Musik!
- 68 Ein Umzug ist immer ein Erlebnis
- 69 Checken Sie keine Links
- 70 Schreiben Sie Riesenlisten