



**Augsburger Universitätsreden 33**

# **Informatik an der Universität Augsburg**

# Augsburger Universitätsreden 33

Herausgegeben vom Rektor der Universität Augsburg

ISSN 0939-7604

# **Informatik an der Universität Augsburg**

Vorträge und Ansprachen  
anlässlich der Eröffnung des Instituts für Informatik  
am 26. November 1996

Augsburg 1998

## Inhalt

Begrüßung <i>Prof. Dr. Werner Kießling</i> Geschäftsführender Direktor des Instituts für Informatik	S. 5
Grußwort <i>Prof. Dr. Ulrich Eckern</i> Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät	S. 11
Grußwort <i>Prof. Dr. Reinhard Blum</i> Rektor der Universität Augsburg	S. 15
Grußwort <i>Margarete Rohrhirsch-Schmid</i> Bürgermeisterin der Stadt Augsburg	S. 18
Grußwort <i>Dipl.-Ing. Klaus Beisse</i> Mitglied des Industrie- und Handelsgremiums Augsburg-Stadt	S. 20
Festvortrag: „Informatik-Ausbildung: Die Schnittstelle zur Informationsgesellschaft“ <i>Prof. Dr. Wolfried Stucky</i>	S. 25
Festvortrag: „Software Engineering – der Schlüssel zur Systemfähigkeit“ <i>Prof. Dr. Manfred Broy</i>	S. 33
Augsburger Universitätsreden Herausgegeben vom Rektor der Universität Augsburg Redaktion, Satz, Gestaltung: Pressestelle der Universität Augsburg Druck und Herstellung: Presse-Druck- und Verlags-GmbH, Augsburg	

## Begrüßung

*Prof. Dr. Werner Kießling*  
*Geschäftsführender Direktor des Instituts für Informatik*

Verehrte Gäste,

es ist mir eine besondere Freude und Ehre, Sie hier in so großer Zahl versammelt zu sehen.

Ich begrüße als Vertreter der Bayerischen Staatsregierung und Mitglied des Kuratoriums der Universität Augsburg Herrn Staatssekretär Zeller.

Als Repräsentanten des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst heiße ich Herrn Ministerialrat Pfennig willkommen.

Ich begrüße unsere Magnifizenz, Herrn Rektor Blum, die Bürgermeisterin der Stadt Augsburg, Frau Rohrhirsch-Schmid, und in Vertretung der Kammerpräsidentin Frau Leimer für die IHK für Augsburg und Schwaben Herrn Dipl.-Ing. Beisse.

Als Festredner begrüße ich den Präsidenten der Gesellschaft für Informatik Herrn Professor Stucky sowie von der Technischen Universität München den Leibniz-Preisträger Herrn Professor Broy.

Mit Herrn Professor Emeritus Friedrich L. Bauer haben wir heute den bedeutendsten Wegbereiter der deutschen Informatik unter uns. Da es kaum eine namhafte Auszeichnung gibt, die Professor Bauer noch nicht zuteil wurde, möchte ich stellvertretend hier nur den „IEEE Computer Pioneer Award“ nennen.

Ebenfalls aus München begrüße ich den Ehrendoktor in spe Herrn Professor Brauer sowie den ehemaligen Vorsitzenden des Wissenschaftsrates und früheren Augsburger Kollegen Herrn Professor Hoffmann.

Für die Gesellschaft der Freunde der Universität begrüße ich stellvertretend den Geschäftsführer Herrn Embacher und ich begrüße unseren Ehrensator Herrn Bösch.

Ich begrüße die angereisten Pressevertreter, unter ihnen den Chefredakteur der Augsburgener Allgemeinen Zeitung, Herrn Bonhorst.

Ein herzliches Willkommen gilt allen Repräsentanten aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung, den angereisten Professoren und Professorinnen anderer Universitäten und der Fachhochschule Augsburg sowie den Lehrerinnen und Lehrern der vertretenen Gymnasien.

Sehr geehrter Herr Kanzler Dr. Köhler,  
sehr geehrte Prorektoren, Dekane und Senatoren,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,  
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,  
Studentinnen und Studenten,  
sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Festversammlung,

lassen Sie mich diesen Festtag aus Anlaß der Errichtung des Instituts für Informatik in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg mit einer persönlichen Anekdote beginnen:

Als ich in meinem Abiturjahr 1972 von meinem Klassenlehrer befragt wurde, was ich denn nun studieren wollte, förderte meine Antwort „Informatik“ nur ein ungläubiges Achselzucken zustande. „Hat das vielleicht etwas mit Information und Journalistik zu tun?“, waren damals noch die besten Vermutungen. Mein erstes Studienjahr an der Technischen Universität München brachte den ersten Kontakt zu Computern – und zwar über Lochkarten am Großrechner TR440. Während meiner Vordiplomprüfung 1975 im Dienstzimmer bei Herrn Professor Bauer konnte ich die legendäre PERM, die Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München, sehen. Dieser Röhrenrechner der ersten Stunde – damals gerade 20 Jahre alt – nahm eindrucksvoll eine große Wandseite ein. Heute bringen kleine PCs, ausgestattet mit fingernagelgroßen Chips, ein Vielfaches der damaligen Rechenleistung in Millionen von Büros und Haushalte.

So ist die Informatik heute – wiederum nur 20 Jahre später – auf dem Siegeszug durch die Welt; wir stehen unzweifelhaft an der Schwelle zu einem neuen Zeitalter, dem Informationszeitalter. „Internet“, „Multimedia“, „digitale Bibliotheken“, „online-Dienste“, „home banking“ und viele Schlagworte mehr sind inzwischen Zeitungsgegenwart. Vieles beginnt bereits unser Leben zu verändern: wir können unter Aufhebung gewohnter geographischer Grenzen kooperieren und Information austauschen.

Doch was können die Menschen vom Informationszeitalter des 21. Jahrhunderts erwarten? Wie sieht eine genauere Vision unserer Informationszukunft aus? „Vision is the art of seeing things invisible“, so definierte Jonathan Swift vor rund 300 Jahren einst diese seherische Gabe.

Manche Visionen ergeben sich durch konsequentes Weiterdenken von bereits heute sichtbaren technologischen Trends. Dazu gehört die Idee eines „SuperPCs“ in Brieftaschenformat, wie sie von Bill Gates, dem Herrscher über das Microsoft-Imperium, propagiert wird. Andere Entwicklungen liegen schlichtweg außerhalb unserer momentanen Vorstellungskraft. Dennoch sind sich viele Zukunftsforscher in der euphorischen Beurteilung einig, daß die Computer und die Software des 21. Jahrhunderts der Menschheit eine fast grenzenlose geistige Landschaft zur Erforschung und eine beispiellose Stütze für die Vorstellungskraft liefern werden.

Oder, mit den Worten des Spiegel-Redakteurs Uly Foerster gesagt: „Das Abenteuer Zukunft wird den Menschen nicht, wie die Propheten der technologischen Revolution glaubten, auf Mars oder Alpha Centauri geboten, sondern in den Chips der Computer.“

Nach diesem kurzen Exkurs in die Zukunft, meine Damen und Herren, möchte ich wieder in die Aktualität des Tagesgeschehens eintauchen. Der heutige Festakt feiert nicht bloß eine inneruniversitäre Gliederungsmaßnahme – dies wäre für die Öffentlichkeit auch ziemlich langweilig und wenig bedeutsam. Vielmehr soll damit ein Aufbruchssignal für zukünftige Entwicklungen an der Universität Augsburg und in der Region Bayerisch-Schwaben gegeben werden.

Dies ist nun nicht allein eine Wunschvorstellung der Informatiker, sondern wird von vielen gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Kräften mit getragen. Man kann nämlich ohne Übertreibung heute schon konstatieren, daß sich die Informatik zu der Querschnittstechnologie par excellence herausbilden wird.

Dies gilt einmal im inneruniversitären Bereich, wo sich die Informatik immer mehr als Triebfeder für die Fortentwicklung und Modernisierung vieler Fächer, auch der Geisteswissenschaften, auszeichnet. Der Präsident der TU München, der Chemiker Professor Herrmann, geht dabei schon so weit, davon zu sprechen, daß in der Universität unserer Tage die Informatik eine Leitfakultät sei. Außerhalb der Universitäten durchdringt die Informatik alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft; die Informationsgesellschaft wird schrittweise Realität.

Vor allem die Software entwickelt sich dabei zu einem eigenständigen Wirtschaftsgut und spielt eine entscheidende Rolle. Die Steigerung der Produktivität bei der Software-Entwicklung ist somit ein entscheidender Faktor für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

Trotz dieser Erkenntnis werden neue Entwicklungen und Chancen bei uns nur zögerlich wahrgenommen. Im Vergleich dazu herrscht andernorts, wie im legendären „Silicon-Valley“ in Kalifornien, in der Softwarebranche so etwas wie Goldgräberstimmung. Natürlich gilt es – wie in allen Zeiten grundlegenden Wandels – Risiken rechtzeitig zu erkennen. Aber es darf bei der Nutzung neuer Technologien besonders im Informatikbereich nicht so sein, wie es der frühere Ministerpräsident von Baden-Württemberg, Lothar Späth, bereits 1985 in seinem Buch „Wende in die Zukunft“ charakterisierte: „Freilich, wenn bei uns jemand etwas anpackt, dann dauert es nicht lange, bis zwei andere erhobenen Zeigefingers daneben stehen.“

Einem solchen Hang zur „Bedenkenträgersgesellschaft“, meine Damen und Herren, gilt es entgegenzuwirken. Dieses Bewußtsein hat in vorbildlicher Weise auch Eingang in die bisherigen High-Tech-Initiativen der Bayerischen Staatsregierung gefunden. Aber, meine Damen und Herren, es bedarf noch weiterer großer Anstrengungen. Mit dem heutigen Tag wird an der Universität Augsburg ein sichtbares und vorerst

noch kostenneutrales Zeichen für die Fortentwicklung der Informatik auch in der Region Bayerisch-Schwaben gesetzt.

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an alle aussprechen, die dieses Vorhaben tatkräftig unterstützt haben. Mein besonderer Dank geht dabei an die Kollegen und die Kollegin in der Mathematik, aus deren Institut die Informatik herausgewachsen ist.

Hier sehen Sie nun das Logo unseres neuen Instituts. Wir haben uns auch ein Motto als Leitlinie für unsere Tätigkeit gewählt, das da lautet: „Fundamente schaffen für das Informationszeitalter“. Als nächstes sehen Sie hier unsere Homepage im Internet, über die Sie jederzeit über uns informiert und mit uns in Kontakt sind. Diese Information finden Sie auch in der Ihnen vorliegenden Faltbroschüre. Auf deren Innenseite möchte ich Sie auf Firmen-Annoncen hinweisen, die den feierlichen Rahmen dieser Veranstaltung mit ermöglichen.

In Forschung und Lehre wird das Institut für Informatik sich gezielt den kommenden Herausforderungen des Informationszeitalters stellen. Die Forschung am Institut widmet sich besonders den Software-Grundlagen für innovative Informationssysteme, Informationsdienste sowie für verteilte Informationsverarbeitung. Die sichere und wirtschaftlich rentable Konstruktion von Software gebietet dabei verstärkte Anstrengungen in puncto Softwaretechnik. Wegen der zentralen Bedeutung der Software – insbesondere auch für viele kleine und mittlere Firmen in unserer Region – verfolgt das Institut in der Lehre eine betont softwareorientierte Ausbildung.

Mit dieser Kurzbeschreibung möchte ich mich an dieser Stelle begnügen. Lassen Sie mich zuletzt auf einen aktuellen regionalen Aspekt eingehen. Während der Informatikmarkt überall boomt und ein entscheidender wirtschaftlicher Motor ist, haben Augsburg und Bayerisch-Schwaben einen großen Nachholbedarf. Fast täglich kann man Hiobsbotschaften zur katastrophalen hiesigen Arbeitsmarktsituation in den Medien erfahren. Es muß also etwas geschehen!

Nach zweijähriger Vorbereitungszeit liegt an der Universität Augsburg ein fertiges Konzept vor für die Einrichtung eines bayernweit neuartigen, interdisziplinären „Diplomstudiengangs Informatik mit Schwer-

punkt Betriebswirtschaftslehre und Software". Die Umsetzung dieses Plans würde entscheidend zur Überwindung der anhaltenden Strukturkrise in unserer Wirtschaftsregion beitragen können. Nur mit solchen Investitionen in die „Ressource Geist“ sind Visionen eines zukünftigen „Lech-Valley“ nicht auf Sand gebaut.

Liebe Festgäste, ich danke Ihnen allen für Ihre Aufmerksamkeit, wünsche allen noch einen spannenden Nachmittag und einen geselligen Abend und gebe das Wort nun weiter an unseren frisch gewählten Dekan aus der Physik, Herrn Kollegen Eckern.

## Grußwort

*Prof. Dr. Ulrich Eckern*

*Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät*

Lieber Herr Kießling,  
liebe Kollegen aus der Informatik,  
liebe Freunde der Augsburger Informatik,  
sehr geehrte Festgäste,

als Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ist es auch für mich eine große Freude, Sie alle hier zum Festakt zur Eröffnung des Instituts für Informatik begrüßen zu können.

Wie mein Vorredner kann auch ich sehr ähnliche, persönliche Erinnerungen an den Beginn der siebziger Jahre beisteuern: große Mengen von Lochkarten mußten, unter enormem körperlichen Einsatz, herumgetragen werden, wenn man sich mit Programmieren und Computern beschäftigte!

Zum Thema des heutigen Festaktes – Informatik. Was ist eigentlich Informatik? Bei der Beantwortung dieser Frage hilft ein Blick in ein Lexikon:

„Informatik, englisch computer science, die Wissenschaft von der Informationsverarbeitung. Sie befaßt sich besonders mit den Grundlagen und der Verwendung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen. — Der Informatiker arbeitet über Grundprobleme der Funktionsweise und Organisationsform von Computern.“

Offensichtlich ist der Zusammenhang zu den folgenden Stichworten, Information und Informationstheorie, „der Lehre vom Entstehen, Aufbewahren, Neuformen und Übermitteln einer Information als meßbarer Nachricht“. Und ein Computer?

„Computer, Sammelbegriff für elektronische, programmierbare Datenverarbeitungssysteme unterschiedlicher Leistung und Techniken. Einen Computer zeichnen drei Eigenschaften aus: 1. er kann rechnen, 2. er kann Programme und Daten speichern, 3. er kann Entscheidungen fällen und dadurch den Programmablauf steuern.“

Ein kurzer geschichtlicher Rückblick:

Als ein eigenständiges Studienfach ist die Informatik noch eine junge Disziplin, gerade gut 25 Jahre alt. Aber die Vorarbeiten gehen doch viele Jahrzehnte bzw. einige Jahrhunderte zurück. Hier einige Meilensteine:

1673

Konstruktion einer Staffelwalzen-Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten durch G. W. von Leibniz.

1679

G. W. von Leibniz entwickelt das duale Zahlensystem.

1833

Der britische Mathematiker C. Babbage entwirft den ersten programmgesteuerten Rechenautomaten.

1941

Erster programmgesteuerter Rechenautomat des deutschen Ingenieurs K. Zuse.

1944

Der US-amerikanische Mathematiker J. von Neumann beginnt mit der Konzeption des ersten speicherprogrammierten Rechenautomaten.

1948

Erfindung des Transistors durch die US-amerikanischen Physiker J. Bardeen, W. H. Brattain und W. Shockley.

1958

Erfindung der ersten integrierten Schaltung durch K. Kilby

1977

Bau des ersten Personal Computers (PC)

Nun aber zurück zur Information und Kommunikation. In diesem Bereich hat sich in den letzten fünf oder sechs Jahren ein grundlegender Wandel vollzogen: Dramatische Entwicklungen sind im Gange, die bereits viele Bereiche von Wissenschaft und Forschung erfaßt haben und die alle Bereiche der Gesellschaft erfassen werden. Im Publikationswesen zum Beispiel arbeiten alle großen Verlage fieberhaft an elektronischen Strukturen, die den normalen Publikationsvorgang – Druck auf Papier – ergänzen und teilweise ersetzen sollen. Bei diesem Prozeß sind insbesondere auch die Bibliotheken betroffen, und ich freue mich ganz besonders, daß auch unsere Augsburger Universitätsbibliothek bei diesen Entwicklungen an vorderster Front zu finden ist.

Lassen Sie mich einen kurzen Moment als Physiker sprechen und daran erinnern, daß die Entwicklungen der letzten Jahre – Word Wide Web, Internet, um nur einige Schlagworte zu nennen – ganz wesentlich von meinen Kollegen am CERN („Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire“), dem großen Beschleunigerlabor in der Schweiz, angestoßen wurden. In diesem Zusammenhang wird oft von einem Quantensprung gesprochen: Hier zögere ich, als Physiker, doch etwas, diesen Begriff zu gebrauchen, auch wenn der Begriff gerade „in“ ist: Letzten Donnerstag abend wurde „Quantensprung“ dreimal (!) in einer Nachrichtensendung des ZDF im Zusammenhang mit der Errichtung eines großen Automobilwerkes in Brasilien verwendet!

Neben schnellen Rechnern, Hardware, ist für die weitere Akzeptanz der elektronischen Möglichkeiten – und die sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Konsequenzen – entscheidend, daß leistungsfähige und benutzerfreundliche Programme, Software, zur Verfügung gestellt wird. Daher unterstütze ich voll und ganz die Bemühungen und Pläne des Instituts für Informatik, das „Software“ auf seine Fahnen geschrieben hat. Hier kommen große Aufgaben auf die Informatik zu: Wie kann man sich noch in dem enormen Informationsangebot zu-rechtfinden? Wie findet der jeweilige Nutzer die für ihn relevante Information? Wie wird die Qualität der Information gewährleistet?

Hier sind noch viele offene Probleme und, wie Herr Kollege Kießling schon erwähnte, leider auch Risiken. Ich bin überzeugt, daß meine Kollegen in der Informatik in engem Kontakt mit den übrigen Fachrichtungen in der Fakultät, insbesondere der Mathematik und Physik, aber natürlich auch in Zusammenarbeit mit den anderen Fakultäten in Augsburg, die genannten Fragestellungen – und viele andere mehr – mit Kompetenz und Elan bearbeiten werden.

Ich wünsche dem Institut für Informatik, dessen Geburtsstunde wir heute feiern, dazu ein gutes Gelingen und viel Erfolg bei seinen Plänen, und Ihnen allen noch einen schönen und interessanten Tag hier an der Universität Augsburg.

## Grußwort

*Prof. Dr. Reinhard Blum  
Rektor der Universität Augsburg*

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

heute ist ein Tag, auf den die Augsburger Informatiker lange gewartet haben - wenn ich richtig gezählt habe, 14 Jahre lang. Denn im Wintersemester 1982/83 nahm unsere ein Jahr zuvor offiziell errichtete Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät ihren Vorlesungsbetrieb auf, zunächst in den Diplomstudiengängen Mathematik und Wirtschaftsmathematik. Gleichzeitig wurde, in diese Studiengänge integriert oder als Nebenfach, auch eine Informatikausbildung angeboten. Die große Zahl der im Fach Informatik angesiedelten Diplomarbeiten belegt, wie gerne dieses Angebot seitens der Studierenden von Beginn an akzeptiert wurde. Die entsprechenden Bemühungen um ein eigenständiges Informatik-Institut innerhalb der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät zogen sich allerdings in die Länge. Um so verständlicher ist die Freude der Kollegen aus der Informatik, heute endlich den Erfolg dieser Bemühungen feiern zu können.

Die große Zahl der hier versammelten Gäste nicht nur aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät und nicht nur aus den anderen Augsburger Fakultäten, sondern auch aus der Stadt, aus der regionalen Wirtschaft und aus der deutschen Informatik-Community zeigt, daß diese Freude weit über den Kreis der Augsburger Informatiker hinaus geteilt wird. Als besondere Wertschätzung für unser neues Institut, aber auch für die ganze Universität empfinde ich es, daß mit Herrn Professor Stucky, dem Präsidenten der Gesellschaft für Informatik, und mit Herrn Professor Broy von der uns benachbarten TU München sich zwei prominente Vertreter der deutschen Informatik bereitgefunden haben, Festvorträge zu dieser Institutseröffnung beizusteuern.

Die Themen, die beide Herren für Ihre Vorträge gewählt haben - Herr Kollege Stucky wird über die Informatik-Ausbildung als Schnittstelle

zur Informationsgesellschaft zu uns sprechen, Herr Kollege Broy über Software Engineering als Schlüssel zur Systemfähigkeit -, rechtfertigen es auch inhaltlich, daß wir die heutige Festveranstaltung als ein Highlight in das Programm unserer diesjährigen "Tage der Forschung" aufgenommen haben.

Die vor zwei Jahren von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Hochschulrektorenkonferenz bundesweit initiierten "Tage der Forschung", die als eine an die breitere Öffentlichkeit adressierte Leistungsschau der Universitäten und Hochschulen konzipiert sind, deute ich als Konsequenz aus der langsam gewachsenen Einsicht der Universitäten, daß es nicht mehr ausreicht, die im Zeichen knapper Ressourcen kontinuierlich sich verschlechternden Bedingungen universitärer Forschung und Lehre nur zu beklagen; dieses Klagen allein bringt uns nicht weiter, es birgt - soweit es mit dem prinzipiell berechtigten, aber derzeit leider nur allzu gern schlicht überhörten Ruf nach neuen, zusätzlichen Ressourcen verbunden ist - sogar die Gefahr, daß wir denjenigen zuarbeiten, die uns als "verrottet" und "reformunfähig" schlechtreden und uns ihre reduzierten Vorstellungen von Universität und Bildung aufzwingen wollen. Was uns in dieser Situation abverlangt wird, ist die Fähigkeit und die Bereitschaft, uns und unsere Leistungen für die Gesellschaft von heute und morgen offensiv und mit angemessenem Selbstbewußtsein nach außen darzustellen. Nur so wird es uns gelingen, in der Gesellschaft dasjenige Problembewußtsein zu schaffen, das die Verantwortlichen zwingen wird, den wenig angemessenen Platz, den Bildung, Wissenschaft und Forschung derzeit unter den politischen Prioritäten einnehmen, neu zu überdenken.

Bei der heutigen Eröffnung des Instituts für Informatik können wir leider - oder, man möchte fast sagen: selbstverständlich - keine faktischen Ressourcenzuwächse feiern. So sehe ich diese Institutsgründung denn auch realistisch eingefügt in die Reihe unserer bislang und im Rahmen des Möglichen durchaus erfolgreichen oder erfolgversprechenden Versuche, die vorhandenen Ressourcen generell durch Zusammenfassung, Bündelung und Vernetzung optimal zu nutzen. Den Erfolgsmöglichkeiten dieser Strategie sind natürliche Grenzen gezogen. Aber nur dann, wenn wir uns auf diese Strategie einlassen, wird es uns gelingen, uns über die mageren Jahre hinweg und allen Knappheiten zum Trotz Entwicklungschancen offen zu halten oder neu zu er-

öffnen. Und ich sehe diese Institutsgründung ganz im Sinne der von mir erwähnten Notwendigkeit, offensiv und selbstbewußt nach außen aufzutreten, auch als den richtigen Weg, auf dem es der Augsburger Informatik gelingen wird, sich und ihren Leistungen - und mit diesen auch der Universität Augsburg insgesamt - einen gebührenden Platz im öffentlichen Bewußtsein zu schaffen.

Ich wünsche unserem Institut für Informatik einen guten Start und viel Erfolg.

# Grußwort

*Margarete Rohrhirsch-Schmid  
Bürgermeisterin der Stadt Augsburg*

Die Stadt Augsburg ist stolz auf ihre Universität. Mit der feierlichen Eröffnung des neuen Instituts für Informatik machen wir einen weiteren großen Schritt nach vorn. Und er ist notwendig, wenn wir unsere Stadt für die Zukunft „fit“ machen wollen. Das Informatikinstitut ist ein besonders wertvolles Element für die Chancenregion Augsburg. Wir wollen hier, im drittgrößten Wirtschaftsraum Bayerns, auf dem Sektor der Informationstechnik ganz vorne mit dabei sein.

Die Zukunft hat schon begonnen. Vieles ist in Gang gekommen, auch durch die Unterstützung der Bayerischen Staatsregierung. Ich erinnere an die Entscheidung, das Bayerische Landesamt für Umweltschutz von München nach Augsburg zu verlegen. Sie war sicherlich der bisher wichtigste Schritt für die Stadt auf ihrem Weg zu einem Kompetenzzentrum für Energie- und Umwelttechnik. Ob Bayerisches Institut für Abfallforschung, Umwelttechnologisches Gründerzentrum, neue Lehrstühle für physikalische Grundlagenforschung an der Universität, all diese Einrichtungen tragen zur aktiven Standortsicherung bei.

Arbeitsplätze werden geschaffen und gesichert von innovativen Unternehmen, von Zeuna Stärker bis zur MAN Technologie, die Produkte und Anlagen im Bereich des Umweltschutzes entwickeln und herstellen. Umweltkompetenz und Informatikkompetenz gehören untrennbar zusammen.

Die Universität ist unser wichtiger Partner bei dem Projekt „Augsburg Online“. Damit soll die Stadt Augsburg an die globalen Datenautobahnen und die wichtigsten Informationsnetze angeschlossen werden. Die Projektarbeit in zwei Arbeitsgruppen läuft, und auch unsere Bürger können bereits die neuen Technologien persönlich nutzen. Über den Einwählknoten der Universität bietet ein neu gegründeter Bürgernetzverein bereits zum Ortstarif einen Zugang in das Internet an.

Die Anforderungen an die Computerprogramme und an die Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit von Datennetzen werden weiter steigen. Dabei wird das Institut für Informatik einen bedeutenden Beitrag für neue Entwicklungen leisten. Ich freue mich, daß sich Ihre Grundlagenforschung an der Praxis orientieren wird. Die Kooperation mit innovativen Unternehmen ist wichtig, denn wir wollen den Dienstleistungsbereich an unserem Standort ausbauen.

Sie werden in unserer Stadt viele konkrete Möglichkeiten für neue Anwendungen finden. Neben vielen mittelständischen Betrieben mit hoher Innovationskraft sind hier mit den Firmen SNI und NCR große Computerunternehmen aktiv. Wichtige Partner sind die Stadtwerke, die eine Abteilung eingerichtet haben, welche ein leistungsfähiges Augsburger Citynetz für die Datenübermittlung mitentwickeln soll.

Auch die Stadtverwaltung hat in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen und neue Technologien eingeführt. Derzeit sind über 930 PCs und Terminals im Einsatz. Im Standesamt und im Sozialamt wurden neue PC-Systeme installiert, die den Bürgern viele Wege ersparen.

Jetzt können Vorgänge wesentlich schneller und effizienter bearbeitet werden, die städtischen Mitarbeiter werden von zeitraubenden Tätigkeiten entlastet und haben mehr Zeit für Beratung. Auch das heuer eingerichtete Bürgerbüro in Haunstetten ist mit dem städtischen Rechenzentrum durch eine Datenleitung verbunden. Technik ist für uns kein Selbstzweck, sondern soll den Bürgern dienen. Für die Stadt ist es eine Selbstverständlichkeit, sich mit ihrem Informationsservice beim kürzlich gegründeten Bürgernetz zu beteiligen.

Es sind die Studenten, die bei diesem neuen Informatikinstitut im Mittelpunkt stehen. Deshalb möchte ich heute diesen jungen Bürgern unserer Stadt danken für ihren Einsatz, ihren Eifer und die Bereitschaft, ihre Zukunft, die ja unsere Zukunft ist, aktiv mitzugestalten. Ich wünsche dem Informatikinstitut im Namen der Stadt Augsburg alles Gute, den Studenten Lehrkräfte, die auf sie eingehen und interessante Veranstaltungen und Forschungsfelder anbieten. Ihnen, den Professoren, wünsche ich viele tüchtige und fleißige Studenten, die mit ihrer Kreativität und ihren Anregungen dieses Institut quicklebendig erhalten. Ich wünsche viel Erfolg in unserem gemeinsamen Interesse!

# Grußwort

*Dipl.-Ing. Klaus Beisse*

*Mitglied des Industrie- und Handelsvereins Augsburg-Stadt*

Magnifizenz,  
Herr Staatssekretär,  
Frau Bürgermeister,  
meine sehr verehrten Damen und Herren,

meine Ansprache sollte nach dem Programm die Grußadresse der IHK als Vertreter der schwäbischen Wirtschaft sein. Ich bedanke mich für die Übertragung dieser Aufgabe und werde sie gerne durchführen, aber ich kann Ihnen nicht ersparen, sich auch den mittelständischen Unternehmer und den ehemaligen Münchener Studenten der Fachrichtung Elektrotechnik an der Technischen Universität München anzuhören.

Herr Professor Kießling braucht dabei nicht die Befürchtung zu hegen, ich würde meine Redezeit überziehen, da ich mich in diesem neuen Institut der Informatik natürlich bemühen werde, ein Maximum an Informationsmenge mit einem Optimum an Informationsleistung und einem Minimum an Informationsübertragungszeit zu kombinieren.

Im Namen von Frau Präsidentin Leimer beglückwünsche ich Sie als erstes zur Eröffnung des Institutes für Informatik. Wir aus der Wirtschaft erhalten dadurch viele neue Chancen, und das heißt letztendlich für uns neue Produkte und Dienstleistungen. Der technische Fortschritt speziell in diesem Bereich ist der treibende Faktor für das stärkere Zusammenwachsen – auch für das Öffnen von Märkten – und für die Intensivierung der Zusammenarbeit mit entfernten Märkten.

Kern der teilweise dramatischen Veränderungen ist die Kombination von Informations- und Kommunikationstechnik zu einem Medium. Beispiele hierzu erspare ich mir, da Sie diese ja jeden Tag in unseren Medien präsentiert bekommen und ich dabei nur Ihnen bereits altbekannte Begriffe und Beispiele wie „Multimedia“, „Datenautobahnen“,

„Internet“, „Videokonferenzen“ ausmalen müßte.

Natürlich liegen auch hier die Chancen und Risiken eng beieinander. Genauso wie sich für uns neue Märkte ergeben, stellen wir für unseren Wettbewerb neue und besser zugängliche Märkte dar, d.h. der Wettbewerb wird nicht nur global, sondern nimmt auch an Vielfalt der Wettbewerbsparameter zu. Wir müssen uns m. E. diesem Wettbewerb stellen, es gibt genügend Beispiele, bei denen ein Abschotten des heimatischen Marktes nur einen zeitverzögerten, aber umso kräftigeren Absturz brachte. Dies können wir nur vermeiden, indem wir die Ausbildung unserer Mitarbeiter höher qualifizieren, unsere Arbeitsabläufe optimieren und unsere Prozesse mit neuer Technologie weiter rationalisieren und beschleunigen.

Wir haben hierzu in Deutschland m. E. gute Voraussetzungen und können in der vernetzten Welt sicher eine Spitzenposition einnehmen, wenn wir die neuen Technologien ausschöpfen und uns am Weltmaßstab messen.

Deshalb sollten wir auch die Eröffnung des Institutes für Informatik und den von Ihnen vorgeschlagenen Diplom-Studiengang der Angewandten Informatik als Chance für unsere Zukunft begreifen.

Die Informations- und Kommunikationstechnik sind Schlüsseltechnologien für unsere moderne Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft und gehören heute bereits zu den weltweit größten Wirtschaftszweigen. Es werden kontinuierliche Wachstumsraten von über 10 % pro Jahr prognostiziert, basierend auf einem heutigen Umsatz von informationstechnischen Produkten und Dienstleistungen von über 380 Mrd. DM allein in Deutschland.

Es werden dazu nochmals neue Technologien in benachbarten Disziplinen, neue Geschäftsfelder, neue Berufe mit neuen Arbeitsplätzen entstehen. In Deutschland wird es im Jahr 2000 voraussichtlich mehr Arbeitsplätze in diesem Sektor geben als in der Automobilindustrie.

Software ist zu einem der wichtigsten Wirtschaftsgüter geworden. Die Erzeugung und Nutzung von Software ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor für unsere Wirtschaft.

Der von Ihnen vorgeschlagene Studiengang ist vom Wissenschaftlich-Technischen Beirat der Bayerischen Staatsregierung als Fokus für die bayerische Wissenschaftspolitik vorgeschlagen worden. Dabei muß Softwaretechnik in Forschung und Lehre verstärkt werden, damit wir in Deutschland Kompetenz behalten. Der Aufbau der Fachrichtung Angewandte Mathematik in Augsburg hat m. E. auch überzeugend bewiesen, daß ein relativ kleines, harmonisierendes Team von Wissenschaftlern mehr leisten kann als eine ganze Großforschungseinrichtung. Bei der Angewandten Informatik sehe ich das ähnlich und plädiere daher dafür, den Schwerpunkt Softwaretechnik hier am Institut für Informatik der Universität Augsburg zu etablieren.

Überdies haben wir besonderen Bedarf an Lösungen durch die Vielfalt der mittelständischen Industrie, die hier zu Hause ist. Der Wissenschaftsverbund mit anderen bayerischen Hochschulen kann von Augsburg aus genauso oder noch besser organisiert werden.

Ich möchte nicht überziehen, aber immer öfter stelle ich mir vor, daß neben dem analog zum Silicon-Valley in München entstandenen Isar-Valley für Hardware hier in Augsburg ein Lech-Valley für die wissenschaftliche und industrielle Beherrschung der Software entstehen möge. Vielleicht auch unter Einschluß anderer Disziplinen wie z. B. der Jurisprudenz für Software-Problematik, der Betriebswirtschaftslehre für Software-Investitionen.

Als Student der Elektrotechnik aus den Jahren 1964 bis 1969 stehe ich immer wieder staunend vor der immensen Entwicklungsdynamik der Informatik. Wir haben noch 1969 im Studium der Elektrotechnik – ich wählte aus zwei Möglichkeiten nach dem Vordiplom die etwas filigranere Schwachstromtechnik – Bool'sche Algebra an Stöpselbrettern geübt, mit Lochstreifen den Input zum Rechner für die Übung von Basic-Programmen dargestellt und die Hardware mit diskreten Bauelementen, Transistoren und Dioden aufgebaut und waren stolz auf die ersten schwarzen HL-Igel vom Typ SN 7400.

Der Rechner selbst war in Zimmergröße und mit armdicken Kabeln an die Stromversorgung angeschlossen und brachte nicht einmal die Rechenleistung eines 486er PC. Wir benutzten die Nachrichtentechnik, um Informationsflüsse durch Geräte und Leitungen zu bringen, und

zwangen die Hochfrequenz-Techniker, uns ihre Frequenzen für die Übertragung von Informationseinheiten zur Verfügung zu stellen.

Auf der anderen Seite waren die für uns Naturwissenschaftler elitären Mathematiker, die Informatik als theoretisches Fach betrieben und denen die Applikation in den naturwissenschaftlichen Fakultäten sowie so zu banal war. Dies alles vor 25 Jahren, also vor einer Generation. Informatik war eine Nischentechnologie, zwar interessant, aber auch undifferenziert.

Noch 1985 werden in „Meyers Großem Handlexikon“ der Informatik nur zwei Zeilen gewidmet: "Wissenschaft von elektronischen DV-Anlagen und Grundlagen ihrer Anwendung".

Ich habe dies nun nicht aufgezählt, um in früheren Zeiten zu schwadronieren, sondern um dafür zu werben, die Informatik als endlich zur Verfügung stehende Querschnittstechnologie und interdisziplinäre Fakultät stärker publik zu machen. Ich glaube, es ist für die Weiterentwicklung der Informatik absolut notwendig, diese Wissenschaft als Begriff in die Öffentlichkeit, in die Praxis der Betriebe, in die Applikation zu tragen. Wir sollten gemeinsam dafür mehr Marketing machen.

Als mittelständischer Unternehmer, der mit ca. 450 Mitarbeitern ausschließlich Produkte und Dienstleistungen der Informationstechnik in Hardware und Software vermarktet, möchte ich jetzt noch versuchen, Ihnen einige Anregungen mitzugeben, um Ihre Technologie für uns noch zugänglicher, noch einsatzfähiger, ja letzten Endes noch vermarktbarer zu machen.

Ich hoffe, hier nicht zu sehr in die Freiheit von Forschung und Lehre einzugreifen, aber ich glaube, daß Sie die größte Freiheit erreichen, wenn Sie neben den Geistesgaben auch über materielle Substanz verfügen und dies ist letztendlich am besten durch die Vermarktung Ihrer Forschungsergebnisse möglich.

Innovationszyklen von drei Jahren und darunter sind im Investitionsgüterbereich eher ein Hemmnis als eine zusätzliche Chance. Investitionen werden bei unseren Kunden immer noch im Fünf-Jahres-Rhythmus gerechnet und Sie verschrecken Kunden, wenn Sie nach drei

Jahren bereits mit neuen Vorschlägen kommen. Dies bedeutet nun nicht, daß Sie sich hier im Institut Neues nur alle fünf Jahre einfallen lassen sollten, sondern daß bei Neuentwicklungen verstärkt auf Rückwärtskompatibilität auf die vorherige Entwicklungsstufe als auch für momentane Neuentwicklung gesorgt werden muß. Diese systematische Aufbereitung von installierten Software-Produkten wäre hier sicher eine große Marktchance. Software muß dabei ein Baustein werden wie Blech und Schrauben nach DIN- und ISO-Standards.

Vielleicht gelingt es Ihnen auch dabei, die Informationstechnik verständlicher für Benutzer zu machen. Investitionsentscheider sind zum einen selten Informatiker und tun sich zum anderen sicherlich leichter, wenn man sie nicht mit Fachkauderwelsch, Bits und Bytes, OS2, Windows NT, Windows Utilities, Hard Disc, Floppy Drives mehr erschreckt als begeistert.

Abraten möchte ich auch von einer Konzentration Ihrer Arbeit auf den Konsumgüterbereich. Dort gibt es zwar phantastische Szenarien mit extremen Marktvolumina, aber auch dem entsprechenden Gemetzel, wenn diese futuristischen Absatzzahlen nicht eintreffen und sie sind bis jetzt in keinster Weise erreicht worden. Ich erinnere hier nur an Begriffe wie „interaktives Fernsehen“, „PC pro Haushalt“, „PC-Banking“, ja nicht einmal Telefonbanking hat nur annähernd die Prognosewerte erreicht. Der Klamauk um diese Technologien ist aber umso größer. Im Investitionsgüterbereich dagegen ist noch viel Freiraum für die Applikation der Informatik. Dieser Bereich ist eher noch als Missionsgebiet zu sehen im Gegensatz zur Konsumgüter-Industrie, die ich als bereits gemähte Wiese sehe.

Für unsere Betriebe brauchen wir gut ausgebildete Mitarbeiter speziell in der Informatik. Lassen Sie uns frühzeitig mit Ihren Studenten und Institutsmitarbeitern eine ständige Zusammenarbeit mit einem nahtlosen Wechsel von der Forschung in die Anwendung und auch vice versa aufbauen. Informieren Sie uns über Ihre Arbeiten, Ihre Planung, ja über Ihre Ideen. Wir aus der Wirtschaft begrüßen die Formierung dieses Institutes, werten es auch als Signal zu mehr Kooperation und als Ausdruck einer Aufbruchstimmung hier in Schwaben. Für die kräftige Weiterentwicklung darf ich Ihnen schon heute die Unterstützung der hiesigen Wirtschaft zusagen.

## Informatik-Ausbildung: Die Schnittstelle zur Informationsgesellschaft

*Prof. Dr. Wolfried Stucky*

Magnifizenz,  
Spektabilität,  
Frau Bürgermeister,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,  
lieber Herr Kießling,  
meine Damen und Herren,

es ist mir eine ganz besondere Freude, heute hier zur Eröffnung eines neuen Informatik-Institutes sprechen zu dürfen. Als Präsident der Gesellschaft für Informatik (GI) bin ich bemüht, wo immer es geht, die Bedeutung des Fachgebietes Informatik der Öffentlichkeit klarzumachen – und welche Gelegenheit eignet sich besser dazu als eine, bei der das Fachgebiet neue Impulse erhält, wie hier in Augsburg mit der Konsolidierung der Informatik durch Gründung eines Instituts und der konkreten Planung eines neuen Studienganges.

Die GI mit ihren derzeit etwa 20 000 Mitgliedern in Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung bezweckt die Förderung der Informatik in Forschung und Lehre, die Förderung der Anwendungen der Informatik sowie die Förderung der Weiterbildung auf diesem Gebiet. Seit ich Präsident der GI bin (ich habe dieses Amt Anfang 1996 für die Amtszeit von zwei Jahren übernommen), höre ich häufig und von sehr vielen Informatik-Instituten und -Lehrstühlen die Klage, daß sich zu wenige junge Menschen für ein Studium der Informatik interessieren. In den letzten Jahren sind – wie in allen technischen Fächern, so auch in der Informatik – die Anfängerzahlen z. T. dramatisch zurückgegangen. Inzwischen beginnt sich allerdings bei der Informatik eine Änderung

abzuzeichnen: Seit etwa zwei Jahren sind die Bewerberzahlen gleich geblieben bzw. steigen wieder an, und die vorhandenen Studienplätze werden vielerorts auch wieder gut belegt. Trotzdem ist insgesamt die Zahl der Studierenden der Informatik gegenüber früheren Jahren stark gesunken. Vor allem der Anteil der Frauen ist drastisch zurückgegangen: von (bundesweit durchschnittlich etwa) 25 % auf jetzt unter 5 %.

Zu wenig Studienbewerberinnen und -bewerber heißt aber: Wir können zur Zeit an den Hochschulen gar nicht so viele junge Menschen ausbilden, wie es nach Ansicht aller Fachleute der Informations- und Telekommunikationsbranche notwendig ist, um Deutschland einen guten Platz in der Informationsgesellschaft zu sichern.

Die Folge davon ist, daß wir uns anstrengen müssen, genug junge Menschen zu finden, die sich für ein Studium der Informatik interessieren und die eine Begabung für unser Fachgebiet mitbringen, wobei Begabung nicht gleichzusetzen ist mit nur mathematisch-logischem Denkvermögen, sondern vor allen Dingen auch mit Team- und Kommunikationsfähigkeit.

Unsere Arbeit in der GI als Fachgesellschaft für Informatik ist deshalb zur Zeit stark geprägt von Aktivitäten, mit denen wir eine breitere Öffentlichkeit darauf aufmerksam machen wollen, daß für eine wirtschaftlich gesicherte Zukunft Deutschlands mehr Menschen mit einer hohen Qualifikation in Informatik benötigt werden. Daß dies so ist, wird durch verschiedene Studien belegt und läßt sich auch in den einschlägigen Fachzeitungen – wie etwa der „Computer Zeitung“ – nachlesen; um nur eine oder zwei Schlagzeilen aus der Ausgabe vom 14. November 1996 zu zitieren: „CDI-Untersuchung belegt steigende Zahl an Stellenangeboten“, „DV-Arbeitsmarkt stimmt optimistisch. Jobexperten bescheinigen Informatikern gute Perspektiven“. Trotzdem ist dieses Bewußtsein in Deutschland leider noch nicht in ausreichendem Maß vorhanden.

Mittenhinein in die Überlegungen, mit welchen Mitteln man der – nicht nur aus Sicht der Informatik, sondern vor allem auch volkswirtschaftlich – sehr unbefriedigenden Situation begegnen kann, kam die Einladung hier aus Augsburg zur Neueröffnung eines Informatik-Institutes und der Planung eines eigenen Studienganges.

Ich habe mich über diese Einladung und dieses Ereignis ehrlichen Herzens sehr gefreut. Hier hat eine Gruppe von Menschen nicht nur die Zeichen der Zeit erkannt, sondern auch sofort gehandelt. Herzlichen Glückwunsch zu dieser zukunftsorientierten Entscheidung! Ihr Schritt wird sich, davon bin ich ganz fest überzeugt, schon sehr bald als goldrichtig erweisen.

Im Vorfeld dieser Veranstaltung wollte ich von Herrn Kollegen Kießling gerne wissen, warum die historisch geisteswissenschaftlich orientierte Universität Augsburg diesen Schritt tut, worauf er ganz spontan antwortete: „Weil die Industrie klagt, daß sie zu wenig qualifizierte Arbeitskräfte bekommt.“ So, als sei es das Selbstverständlichste der Welt, auf neue Anforderungen der Gesellschaft ganz einfach mit der Gründung eines neuen Institutes und der Planung eines neuen Studienganges zu reagieren. Als ginge das so nebenbei. – Schön wär's. Aber ich kann mir vorstellen, daß es nicht ganz so einfach war bzw. auch noch sein wird. Zu einem solchen Schritt gehört nicht nur die Zukunftsvision, sondern auch eine Menge Engagement. Es erfordert meiner Erfahrung nach eine ganze Portion Durchhaltevermögen, bis alle Instanzen, die in unserem Bildungswesen eine solche Entscheidung mittragen (und deshalb vorher natürlich auch mitreden) von der Notwendigkeit überzeugt sind.

Vor diesem Hintergrund – Klagen auf der einen Seite, lange Instanzenwege auf der anderen – kommt die Universität Augsburg und, ich zitiere Herrn Kießling weiter, „will in Zusammenarbeit mit der regionalen Wirtschaft einen modernen Studiengang anbieten, der die jungen Menschen bedarfsgerecht ausbildet“, damit die Region später über Arbeitskräfte verfügt, die für die Anforderungen der neuen Zeit die richtige Qualifikation mitbringen.

Genau das ist es, was wir für eine wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft brauchen. Akademische Lehre und Forschung kann in dieser dynamischen Zeit nicht in tradierten Strukturen verharren. Sie muß der Entwicklung auf dem globalen Markt Rechnung tragen. Qualifizierte Ausbildung ist die Basis für Wohlstand – das hat die Geschichte vielfach bewiesen.

Die fundierte Informatik-Ausbildung ist unsere Schnittstelle zu den Märkten der Informationsgesellschaft.

Ich will dazu gerne ein paar Zahlen nennen. Der westeuropäische Markt für Dienstleistungen im Bereich der Information und Kommunikation sowie für Hardware und Software – in Kurzform faßt man das heute unter dem Begriff „JuK-Markt“ zusammen, oder auch (wie im Bericht der Bundesregierung „Info 2000. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“) unter der Bezeichnung „Informationswirtschaft“ – hat im Jahr 1995 ein Wachstum von 8,1 % verzeichnet. Insgesamt betrug das Umsatzvolumen 587 Milliarden DM. Diese Zahlen stammen aus der vierten Ausgabe der europäischen Studie „European Information Technology Observatory“ (EITO'96). Für 1996 erwartet EITO 8,5 % Steigerung, und 1997 sollen es glatte 9 % werden. In dem oben erwähnten Bericht „Info 2000. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“ läßt sich des weiteren nachlesen, daß der Markt der Informationswirtschaft 1993 weltweit einen Umsatz von 3781 Milliarden DM erzielte, 1994 allein in Deutschland 392 Milliarden DM (das sind 11 % des Brutto-Inlandproduktes, bei 1,4 Millionen Arbeitsplätzen).

Es ist somit sicher berechtigt zu sagen: Der Markt für Informationstechnik und Telekommunikation zieht die Wirtschaft Europas! Innerhalb der nächsten zwei Jahre soll nach den Prognosen von EITO'96 ein zusätzliches Marktvolumen in Höhe von 107 Milliarden DM entstehen. Insgesamt wären das 694 Milliarden DM Umsatzvolumen. Sicherlich kann man die Zahlen nicht linear hochrechnen, aber sie lassen doch einen vagen Eindruck davon entstehen, wie der Markt in zehn oder zwanzig Jahren aussehen wird.

Bezüglich der Arbeitsplätze wird in dem o. g. Bericht der Bundesregierung festgestellt, daß sich durch Zuordnung der Erwerbstätigen zu Berufen mit dem Schwerpunkt „Informationstätigkeit“ aus den drei traditionellen Sektoren Produktion, Landwirtschaft und Dienstleistung ein vierter Sektor „Information“ herauslösen läßt, dem derzeit in Deutschland etwa 50 % aller Arbeitsplätze zugeordnet werden können; im Jahr 2010 werden es rund 55 % sein.

Diese Entwicklung ist sehr erfreulich. Weniger erfreulich ist, daß bei fast allen diesen Vorhersagen und Kommentaren schlichtweg vergessen wird, daß der JuK-Markt der Markt der Informatik ist, der Markt der angewandten Informatik. Es ist die Informatik, die als treibende

Kraft die Geräte der Informations-, Kommunikations- und Prozeßleittechnik zum Laufen bringt. Sie haucht ihnen – wenn ich mir dieses Bild erlauben darf – sozusagen den Geist ein, der ihnen die Intelligenz zur Ausführung komplexer Arbeitsabläufe gibt. Informatik wirkt sich demnach auf alle Bereiche aus, in denen heute Computer eingesetzt werden.

Um die Dimensionen einigermaßen begreifbar zu machen, muß man sich vor Augen halten, was das alles umfaßt:

- alle software-unterstützten Abläufe
- in den Büros der Wirtschaft,
  - in der Verwaltung,
  - im Verkehrsmanagement,
  - in der industriellen Produktion,
  - im Handwerk und
  - auf dem Unterhaltungssektor.

Informatik ist somit die Schlüsseltechnologie des Informationszeitalters.

Diese Auffassung wird allerdings nicht von allen Fachleuten anderer Disziplinen geteilt. Das hat unter anderem folgende Gründe: Erstens ist Programmieren dank entsprechender Sprachen und Werkzeuge relativ einfach geworden, und solche Sprachen und Werkzeuge gibt es in stattlicher Anzahl zu kaufen. Zweitens steht mittlerweile die erste Generation von Menschen im Arbeitsleben, die bereits mit Computern aufgewachsen ist. Sie geht mit den Rechnern ganz selbstverständlich um, wie mit jedem anderen Arbeitswerkzeug auch. Das verleitet häufig dazu zu glauben, Informatik als eigenständiges Fach sei nicht mehr nötig bzw. man beherrsche selbst die Informatik!

Dabei war Informatik noch nie so notwendig wie heute. Ich möchte an dieser Stelle einen Vergleich anbringen, der vor kurzem von einem Kollegen angestellt wurde und der die Situation, wie ich glaube, ganz anschaulich darstellt: Jeder von uns würde sich wohl ohne größere Bedenken seine Garage von einem Freizeitmaurer mit seinen Kollegen hochmauern lassen, vielleicht auch noch sein Einfamilienhaus; aber es würde wohl niemand daran denken, von derselben Arbeitstruppe auch

ein Hochhaus errichten zu lassen. Bezüglich der Informatik, genauer der Software-Erstellung ist das aber heute leider oft noch gang und gäbe.

Nicht die Programmierung ist die große Herausforderung, sondern das vernetzte Denken. Je weiter die Entwicklung voranschreitet, je komplexer Anwendungen und Vernetzung werden, desto wichtiger wird die Informatik. Sie kümmert sich zum Beispiel um Softwarekompatibilität, um Systemsicherheit, um Datenschutz, um die Gestaltung rechtsverbindlicher Transaktionen in Datenetzen oder auch um die Wechselwirkung zwischen Technologie und Ökonomie von Information, um nur einige der drängenden Fragen zu nennen.

Ich will hier in keiner Weise den Eindruck erwecken, Informatik sei die allein seligmachende Disziplin. Es geht in der Informations- und Kommunikationstechnik nicht weiter ohne beispielsweise die Mathematik, die mathematische Lösungsmodelle und Verfahren entwickelt, auf deren Basis neue Algorithmen und Programme entstehen können. Es geht auch nicht ohne die Elektrotechnik und das Fernmeldeingenieurwesen, aus denen die informationstechnische Infrastruktur kommt, oder ohne die Physik, die immer neue Materialien für Speicher und Übertragungswege erforscht. Sogar Psychologie, Erziehungswissenschaft und Gestaltungslehre mischen mit, indem sie Vorgaben für menschengerechte Präsentationen erarbeiten und die Auswirkungen untersuchen, die der interaktive Umgang mit dem Rechner auf den Menschen hat.

Doch es ist die Informatik, die das alles zusammenführt (bzw. zusammenführen sollte). Sie bildet die Fachleute dazu aus, die Arbeitsergebnisse verschiedener Gruppen unterschiedlicher Disziplinen zu bündeln und daraus zuverlässige Anwendungs- und Steuerungssysteme zu machen. Die Programmierung ist dabei lediglich das Mittel zum Zweck, die erarbeiteten Lösungsstrategien in maschinenlesbare Befehlsfolgen zu übersetzen. Man braucht zwar bei den komplexen Anwendungen der Gegenwart auch dafür eine ganze Portion Know-How, doch die eigentliche Herausforderung liegt in der Entwicklung einer geeigneten Strategie zur software- und system-technischen Lösung der Aufgabe. Kommunikationsfähigkeit und Teamfähigkeit sind dafür unerlässlich, denn um beispielsweise ein Pflichtenheft für ein Anwendungssystem

zu erstellen, müssen viele Gespräche etwa mit Entwicklern, Herstellern von Teilprogrammen, Hardwaretechnikern und Anwendern geführt werden.

Die bereits erwähnte Ausgabe der „Computer Zeitung“ vom 14.11.96 belegt übrigens auch das. Ich darf wieder einige Schlagzeilen zitieren: „Technologiewandel und Konkurrenzdruck erfordern neue Qualifikationsprofile“ oder, ganz dezidiert: „IT-Profis müssen teamfähig und kommunikativ sein“ und vielleicht noch eine dritte: „Münchener Innovationsforscher plädiert für eine multidisziplinäre Ausbildung“.

Alles das sind übrigens Aspekte, die Sie hier in Augsburg m. E. unbedingt bei der Umsetzung Ihres neuen Studienganges berücksichtigen sollten! (In den heutigen Gesprächen konnte ich übrigens feststellen, daß Sie diese Aspekte in Ihre Planungen schon einbezogen haben.)

Nun zurück zum eigentlichen Thema: Bei der Planung komplexer Systeme ist schon heute oft der Zeitbedarf für den Software- und System-Entwurf höher als der Zeitbedarf für die Implementierung. Ich kann ein ganz aktuelles Beispiel dafür zitieren. Die Firma sd&m in München – ihr Geschäftsführer Professor Dr. Ernst Denert ist übrigens Vizepräsident der GI, darum liegt dieses Beispiel für mich sehr nahe – hat für die Deutsche Bahn AG eine durchgängig objektorientierte Datenbank für Triebwagen- und Reisezüge entwickelt. Darin sind die technischen Daten aller im Personenverkehr eingesetzten Züge gespeichert. Alle Bahnstellen können online auf die zentral in Frankfurt gespeicherte Datenbank zugreifen. Das Entwicklungsteam aus Mitarbeitern der „Zentralabteilung Informationssysteme 29 Magdeburg“ der Deutschen Bahn und von sd&m hat sieben Monate nur für die Entwurfsphase gebraucht, die Implementierung der Datenbank dauerte fünf Monate. (Die Datenbank heißt übrigens DaRT und ist auf der Fachmesse Objectworld '96 im Oktober mit dem Object Application Award 1996 in der Kategorie „best use of object technology within enterprise or large systems environments“ ausgezeichnet worden.)

Um den steigenden Anspruch an die System- und Software-Entwicklung bewältigen zu können, sind für die Menschen, die in diesem Bereich arbeiten, heute informatische Fachkompetenz Grundvoraussetzung, Teamfähigkeit darüber hinaus notwendig und Managementqua-

litäten erwünscht. Informatikerinnen und Informatiker müssen natürlich technisch fit sein, Befehlsfolgen und Programmabläufe schreiben, lesen und geistig umsetzen können; sie sollten aber auch Organisationsstalent haben und zudem noch wissenschaftlich arbeiten können. In ihrer Arbeitspraxis sind sie Forscher, Systemanalytiker, Planer, Team-Manager, Projektleiter, Lehrer für ihre Arbeitskollegen und zu guter Letzt auch noch Jäger und Arzt, wenn ein Virus das System erkranken läßt. Meistens ist der Arbeitsplatz ein Querschnitt aus allem.

Das Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB) der Bundesanstalt für Arbeit hat registriert, daß sich diese hohen Anforderungen zunehmend in einer Akademisierung der Computer-Berufe (oder besser: der Berufe der Informationswirtschaft) niederschlagen. Das IAB geht davon aus, daß viele Systeme eine derartige Komplexität erreichen werden, daß nur jene Personen die Aufgaben werden bewältigen können, die in der Lage sind, abstrakte Problemlagen zu bewältigen. Auf dem Arbeitsmarkt dürften laut IAB deshalb in Zukunft diejenigen begünstigt sein, die eine entsprechende Qualifikation durch einen höheren Bildungsabschluß erworben haben – zum Beispiel durch eine Informatik-Ausbildung an der Universität Augsburg.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen persönlich und im Namen der GI mit Ihrem neuen Informatik-Institut einen erfolgreichen Auftakt und ein gutes Gelingen für Ihren geplanten neuen Studiengang. Mögen Sie die gesteckten Ziele schnell erreichen!

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

## Software Engineering – der Schlüssel zur Systemfähigkeit

*Prof. Dr. Manfred Broy*

Unter Software verstehen wir die Gesamtheit der Programme einschließlich der Daten eines informationsverarbeitenden Systems. Software Engineering hat die kosten-, termin- und qualitätsgerechte Entwicklung großer Softwaresysteme zur Aufgabe. Dieser Vortrag befaßt sich überblicksartig mit folgenden Themen:

- Bedeutung von Software,
- Einordnung des Software Engineerings,
- Software Engineering,
- Hinweise auf die Komplexität von Software,
- Ursachen und Gründe für die Komplexität: historisch, sozial, technisch,
- Mittel zur Bewältigung der Komplexität im Software Engineering,
- Konsequenzen.

Naturgemäß können diese Aspekte in der Kürze des Vortrages nur schlaglichtartig beleuchtet werden.

### *Zur Bedeutung von Software*

Waren im vergangenen Jahrhundert und bis weit in die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts Mathematik sowie die wichtigen naturwissenschaftlichen Disziplinen der Chemie und Physik zusammen mit den klassischen Ingenieurwissenschaften wie Maschinenbau, Elektrotechnik und Bauwesen die maßgeblichen Schrittmacher für den industriellen Fortschritt, so tritt Mitte dieses Jahrhunderts eine neue Disziplin an ihre Seite, die Informatik. Sie vereint Züge der Mathematik, in Ansätzen auch Züge der Naturwissenschaften mit Merkmalen der Ingenieurwissenschaften unter einer starken Betonung betriebswirtschaftlicher und organisatorischer Aspekte. Immer stärker wird die Informa-

tik, obwohl nur wenige Jahrzehnte alt, zu einem der wesentlichen Schrittmacher für die hochindustrialisierte Gesellschaft.

Seit längerem wird schon von der Informationsgesellschaft gesprochen, welche die klassische, auf Produktion ausgerichtete Industriegesellschaft ablöst. Mit dem Umsichgreifen der Kommunikationsnetze und den modernen Kommunikationsdiensten, in denen sich Telekommunikation und Television zu neuen Medien vereinigen, wird die Informationsgesellschaft Realität und die Informatik eine der entscheidenden Schlüsseltechnologien schlechthin.

Wie andere Ingenieurwissenschaften besitzt die Informatik theoretische Grundlagen, die im wesentlichen in der Theoretischen Informatik, in der Mathematik und teilweise in der Linguistik und Theoretischen Elektrotechnik liegen. Die praktischen Anwendungen und die ingenieurwissenschaftlichen Züge der Informatik bündeln sich weitgehend unter dem Stichwort „Software Engineering“. Darunter verstehen wir das ingenieurmäßige Vorgehen bei der Entwicklung insbesondere großer, komplexer Softwaresysteme.

Software Engineering ist ein Kerngebiet der Praktischen Informatik. Jedoch kann die Aufgabe des Software Engineerings schwerlich getrennt werden von dem Anwendungsgebiet, in dem ein Softwaresystem ablaufen soll. In aller Regel ist ein Softwaresystem eng vernetzt mit seiner Systemumgebung. Es ist eingebettet in organisatorische Prozesse oder technische Abläufe in der Umgebung des Softwaresystems. Somit läßt sich der Entwurf der Software nicht trennen von der Anwendung und der Konzeption der Systemumgebung für die Software. Wird ein Softwaresystem zusammen mit seiner Systemumgebung entwickelt, so sprechen wir von Software Engineering als Teil des Systems Engineerings.

Typische Aufgaben des Systems Engineerings finden sich beispielsweise bei der Entwicklung und dem Bau von Automobilen, von Telekommunikationssystemen oder Produktionssystemen. In modernen Automobilen nehmen sogenannte „eingebettete Softwaresysteme“ mittlerweile einen beträchtlichen Teil des Entwicklungsaufwandes ein und bestimmen immer stärker auch die Funktionalität und die Wettbewerbsfähigkeit der entsprechenden Produkte.

## *Schlüsseltechnik Software/Systems Engineering*

Die wirtschaftliche Bedeutung des Software und Systems Engineerings kann man daran erkennen, daß das Haus Siemens bereits davon spricht, daß über 50 % seiner Wertschöpfung aus Software kommen. Daneben ist die technische Bedeutung der geschickt eingesetzten Software in Hinblick auf Innovationen nicht zu unterschätzen. Die Softwaretechnik erlaubt neue Produktfamilien, neue Produktfunktionalitäten und erweist sich als entscheidender Innovationsfaktor. Die Rationalisierungseffekte durch den Einsatz von Software können entscheidend mithelfen, Entwicklungs- und Produktionsprozesse effizienter, ökonomischer und ökologischer zu gestalten. Fast unbemerkt sind die eingebetteten Softwaresysteme in fast allen technischen Einrichtungen allgegenwärtig. Das gilt insbesondere für die Produkte der Telekommunikation, wo beispielsweise in einem Handy inzwischen in der Größenordnung von 200.000 Zeilen Programmtext gespeichert ist.

Längst ist Software Engineering zu einer Schlüsseltechnologie geworden und damit zu einem der wichtigsten Schrittmacher in der Hochtechnologie. Nahezu alle technischen Produkte und Verwaltungsprozesse können sich in Zukunft nur behaupten, wenn sie konsequent und unter Einsatz von Software konzipiert werden.

## *Historische Entwicklung*

Die Informatik und mit ihr die Softwaretechnik sind ein Gebiet, das sich historisch gesehen schneller entwickelt hat, als fast jede andere technische Disziplin. In nur wenigen Jahrzehnten ist die Softwaretechnik zu einem bestimmenden Industriefaktor geworden, hat sie im Reigen der wissenschaftlichen Disziplinen einen der vorderen Plätze eingenommen und kann inzwischen Studentenzahlen aufweisen, die in der Größenordnung mit denen klassischer Ingenieurdisziplinen – wie etwa der Elektrotechnik – oder so traditionsreicher Disziplinen wie der Mathematik vergleichbar sind.

Historisch gesehen hat sich die Informatik in mehreren Etappen entwickelt. Ursprünglich waren Rechner primär für die Bearbeitung aufwendiger mathematischer Rechenaufgaben gedacht, beispielsweise für numerische Berechnungen, wie sie beim Erstellen großer Wertetafeln

anfallen, beispielsweise für Tabellen in der Artillerie oder in der Kryptographie, wo bei dem Versuch, codierten Text zu entschlüsseln, eine große Zahl von Versuchen durchgeführt werden muß, die naturgemäß mit der Leistung der frühen Rechner überhaupt erst ermöglicht wurden.

Schnell kam zu der Aufgabe des Rechnens die Aufgabe des Speicherns hinzu. Die frühen Jahre des kommerziellen Einsatzes von Rechnern waren geprägt durch den Umstand, daß Rechner große Mengen von Informationen strukturiert speichern konnten und man gezielt darauf zugreifen konnte. Dies führte zu den typischen Anwendungen in der Verwaltung, bei den Banken und Versicherungen, wo große Datenmengen gespeichert und bearbeitet werden mußten.

Bedingt durch Fortschritte in der Rechnertechnologie und dem Wunsch, einen Rechner von mehreren, entfernteren Stellen aus von mehreren Bearbeitern nutzen zu lassen, wandte sich die Informatik zwangsläufig der Aufgabe der Informationsübertragung zu. Schnell wurde deutlich, daß der Einsatz von Rechnern und der Einsatz von Software einen wichtigen Beitrag für die Nachrichtenübertragung erbringen können. Schnell wurden Telefone auf Rechnertechnik und Software umgestellt.

Nachdem durch Rechner die Aufgabe der Übertragung von Informationen gelöst war, war es natürlich naheliegend, Rechner zu vernetzen, um Informationen direkt zwischen Rechnern übertragen zu können. Kaum jemand konnte vorhersehen, daß aus dieser Technik sich in Windeseile große Rechnernetze entwickeln würden, die unsere Erde weltweit umspannen und sich inzwischen anschicken, etablierten Netzen wie dem Telefon Konkurrenz zu machen. Die Technik der Netze war die Voraussetzung für neuartige Dienste in der Telekommunikation wie elektronische Post oder weltweite Informationsnetze.

Hinzu kamen Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre neue Bildschirm-techniken, welche die Abkehr vom zahlenorientierten Bildschirm hin zum Rasterbildschirm mit sich brachten. Dadurch konnten Graphiken in ungeahnter Qualität am Rechner wiedergegeben werden. Die moderne Informatik war perfekt. Rechnen, Speichern, Übertragen und Darstellen (Visualisierung) von Nachrichten und Informationen schafften völlig neue Möglichkeiten.

Schlagworte wie „Multimedia und Internet“ beleuchten nur unvollständig das Potential, das sich aus diesen Kombinationen ergibt. Allerdings richten sich die Diskussionen in der Öffentlichkeit naturgemäß immer auf die Nutzungsmöglichkeiten und äußere Erscheinungsformen wie Rechner, Netze, Anwendung oder dargestellte Information und weniger auf die Software.

Doch mittlerweile beherrscht die Frage der Erstellung der Software das Thema „Informationsverarbeitung“ immer stärker. Deutlich wird das nicht zuletzt durch die Tatsache, daß inzwischen die einflußreichsten Strömungen und Firmen in dem Bereich der Informationstechnologie nicht mehr Hardware-, sondern Softwarefirmen sind. Beispiele sind Microsoft, Netscape und SAP und Stichwörter wie Java oder R/3.

#### *Aufgaben von Softwaresystemen*

In der Informatik vereinigen sich heute die eben dargestellten vier entscheidenden Aufgaben der Informationsverarbeitung:

- Rechnen: Numerische Algorithmen, Simulation  
Datentransformation,
- Speichern: Datenbanken, Informationssysteme,
- Übertragen: Telekommunikation, Rechnernetze,
- Darstellen: Visualisierung, Graphik, Animation.

In komplexen Systemen treten alle diese Aufgaben eng verknüpft auf. Ein typisches Beispiel für die enge Verbindung sind Multimediaanwendungen.

Es gibt natürlich sehr unterschiedliche Arten von Software. Grob erhalten wir folgende Klassifizierung von Software:

- Systemsoftware (etwa Betriebssysteme),
- Eingebettete Systeme (etwa Steuerungssysteme in Fahr- oder Flugzeugen),
- Anwendungssysteme (etwa Produktionssteuerungssysteme, Buchhaltungssysteme),
- Produkte und Standardsoftware (etwa Textverarbeitungssysteme, Computerspiele).

Softwaresysteme können radikal unterschiedliche Charakteristika in Umfang, Schwierigkeitsgrad und Anwendungsbezug aufweisen. Dies erfordert angepaßte Methoden und Vorgehensweisen.

### *Software Engineering*

Unter Software Engineering verstehen wir das ingenieurmäßige Vorgehen bei der Erstellung umfangreicher Softwaresysteme. Reizvoll ist bei dieser Begriffsbildung zweifellos die Erörterung der Frage, ob die Informatik heute bereits eine Ingenieurwissenschaft ist und ob es berechtigt ist, von Software Engineering als Ingenieur Tätigkeit zu sprechen.

Die Merkmale einer Ingenieurwissenschaft sind das Erstellen kostengünstiger Lösungen bei der Bearbeitung praxisrelevanter Probleme unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und eine damit einhergehende Erzeugung von Produkten, die einen gesellschaftlichen Nutzen aufweisen. Vor diesem Maßstab stellen wir fest, daß die Informatik und insbesondere die Softwaretechnik zweifellos eine Ingenieurwissenschaft ist beziehungsweise werden muß, daß sie aber heute noch weit davon entfernt ist, eine Ingenieurwissenschaft in jeder Hinsicht zu sein. Dies ergibt sich aus der Beurteilung der angesprochenen Merkmale.

### *Softwaretechnik als Ingenieurwissenschaft*

Was kennzeichnet denn eine Ingenieurwissenschaft? Dies sind im wesentlichen die oben angeführten Merkmale. Wir untersuchen nun, ob diese Merkmale auf das Gebiet des Software Engineerings zutreffen:

- Erstellen kostengünstiger Lösungen:

Wir müssen nach wie vor mit hohen Produktionskosten bei der Erstellung der Software rechnen. Verlässliche Kostenschätzungen sind für neuartige innovative Softwareprojekte äußerst schwierig. Aber die Kosteneinsparungen durch den Einsatz angemessener Softwaresysteme sind dramatisch.

- Bearbeitung praxisrelevanter Probleme:

Dies ist für Software Engineering zweifelsfrei gegeben. Heute werden

zahlreiche für die Praxis hochbedeutsame Softwaresysteme betrieben und entwickelt. Aber generell gilt, daß Software zu oft zu wenig nutzerorientiert und zu sehr technikzentriert ist.

- Anwendung wissenschaftlicher Methoden:

Die Grundlagen des Software Engineerings sind ohne Frage bisher nur unvollständig erarbeitet. Dies erstaunt nicht, betrachten wir die Historie mit ihrer atemberaubenden Entwicklung, die stärker vom Druck der Anwendungen getrieben ist als von wissenschaftlicher Fundierung. Trotzdem zeichnet sich eine wissenschaftliche Fundierung ab.

- Erzeugung von Produkten:

Dies ist zweifelsfrei gegeben. Heute sind gerade Softwareprodukte von hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Firmen wie Microsoft, aber auch SAP, haben in wenigen Jahren mit ihren Produkten wirtschaftliche Schlüsselpositionen errungen.

- Gesellschaftlicher Nutzen:

Der gesellschaftliche Nutzen von Software ist am schwierigsten einzuschätzen. In vielen Anwendungen ist er wohl nicht immer eindeutig gegeben. Es gilt aber, daß viele Disziplinen von hohem gesellschaftlichen Nutzen ohne Software bestimmte Fragestellungen nicht bewältigen könnten.

Es zeigt sich, daß das Software Engineering auf dem besten Weg ist, eine hochkarätige Ingenieurdisziplin zu werden.

### *Probleme beim Software Engineering*

Software wird immer mehr zu einem der insbesondere für die Wettbewerbsfähigkeit entscheidenden Wirtschaftsfaktoren. Beim Software Engineering handelt es sich vorwiegend um Prozeßwissen. Dies ist bedeutsam, da Prozeßinnovation verglichen mit Produktinnovation für die Wettbewerbsfähigkeit von Industrienationen eine immer stärkere Rolle spielt. Prozeßwissen ist schwerer kopierbar als Produktwissen.

Wer die Erstellung von Softwaresystemen für die unterschiedlichen Aufgabengebiete gut beherrscht, hat entscheidende Vorteile in der Hochtechnologie. Aber die Erstellung von Software ist alles andere als

eine triviale Aufgabe. Die Realität der Softwareentwicklung ist geprägt von der Unreife des Gebietes, einer völlig unzureichenden Ausbildungssituation, bedingt durch den Umstand, daß viele der in dem Gebiet Tätigen allein aufgrund des schnellen historischen Wachstums die Grundlagen des Faches noch gar nicht in ihrer Ausbildung geboten bekommen konnten.

Zusätzlich steigt die Komplexität von Software in Umfang, Logik und Struktur immer stärker an. Hochkomplexe Systeme erfordern gut fundierte Methoden, um nicht Schiffbruch zu erleiden.

Die nachfolgend aufgelisteten Umstände wirken sich besonders ungünstig auf den Reifegrad des Software Engineerings aus:

- ungenügende wissenschaftliche Fundierung,
- unzureichende praktische Erfahrungen,
- schlechter Ausbildungsstand,
- schneller technischer Fortschritt,
- hohe Komplexität,
- Altlasten,
- ungenügende Nutzerpartizipation.

Besonders die Bewältigung der hohen Komplexität großer Softwaresysteme bereitet nachhaltige Probleme. Unter Komplexität verstehen wir ganz klassisch Vielschichtigkeit – das Ineinander vieler Merkmale.

Im Software Engineering ist Komplexität kein theoretisches Phänomen, sondern für das Engineering eine Herausforderung in bezug auf die Eckfaktoren

- Kosten,
- Termine,
- Qualität.

Die Komplexität ersehen wir nicht zuletzt aus dem vielschichtigen Aufbau von Softwaresystemen. Eine typische Schichtenarchitektur von Software sieht etwa wie in Abb. 1 dargestellt aus.

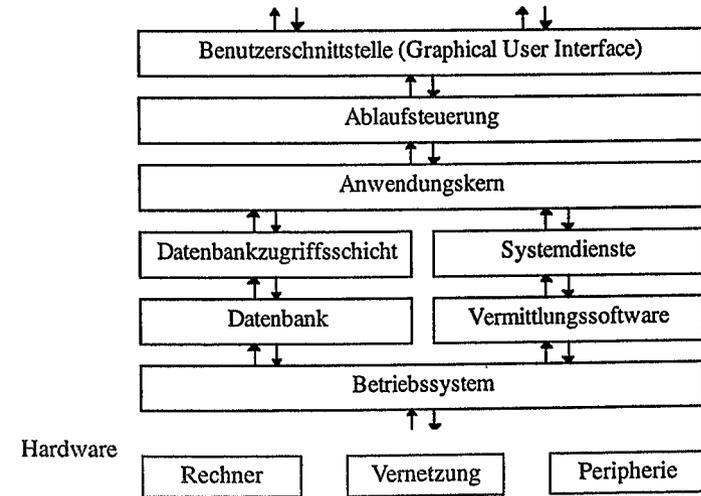


Abb. 1: Schichtenarchitektur

Es gibt eine Reihe von handfesten Hinweisen auf die dramatische Komplexität von Software und ihre noch ungenügende Beherrschung:

- **Kosten:** Kostenschätzungen für Softwareprojekte sind schwierig bis unmöglich. Wir beobachten hohe Kostensteigerungen für Software und nur langsame Produktivitätsfortschritte.
- **Termine:** Termine werden bei Softwareprojekten viel zu häufig überschritten.
- **Qualität:** Software ist viel zu oft unzuverlässig, nicht nutzungsadäquat, nicht korrekt, nicht wartbar, lesbar, wiederverwendbar.

Die angeführten Beobachtungen lassen sich in folgender plakativer Aussage zusammenfassen:

Große Softwaresysteme gehören zu den komplexesten technischen Gebilden, die wir kennen.

Hier stellt sich natürlich die Frage, warum gerade Software solche Probleme bereitet, Hardware aber viel beherrschbarer scheint. Dafür gibt es aber eine einfache Erklärung:

Hardware ist uniform, anwendungsspezifisch, Software hingegen individuell auf die spezifischen Anwendungen zugeschnitten.

Noch drastischer ausgedrückt: Die Hardware kann so uniform gestaltet und somit so kostengünstig in großen Stückzahlen gefertigt werden, weil alle Aufgaben der nutzungsspezifischen Zuschneidung von der Software erledigt werden. Die Software muß alle Aufgaben des Anpassens des Systems an die spezifische Anwendung leisten.

#### *Technische Ursachen der Komplexität von Software*

Die Ursachen für die technische Komplexität der Software können wir schlaglichtartig anhand einiger weniger Punkte erklären:

- Enormer Umfang: Softwaresysteme haben bis zu 10 Millionen Zeilen Instruktionen.
- Fehlende Anschaulichkeit, da es sich bei Software um statische Beschreibungen dynamischer Vorgänge handelt.
- Hohe Kombinatorik durch hohe Abhängigkeiten zwischen Systemteilen.
- Völlige Formalität: Ein einziges falsches Zeichen kann ein System zum Scheitern bringen.
- Nutzungsorientierung erfordert individuelle Lösungen.
- Dabei ist eine Formalisierung des Anwendungsgebiets erforderlich.
- Es fehlen Maßzahlen und Erfolgsmaßstäbe.
- Heterogenität der Teile.
- Hohe Komplexität beim Entwickeln im Kleinen in der Algorithmenmik.
- Komplexität beim Entwickeln im Großen durch Umfang und Abhängigkeiten.
- Änderungen der Anforderungen im Entwicklungsprozeß erschweren Stabilität.

Der technischen Komplexität und Fehleranfälligkeit wird heute in der Regel mit „Brute Force“ begegnet. So gehen bis zu 50 % des Entwick-

lungsaufwandes für Software in das Testen. Diese scheinbare „ultima ratio“ der Softwareentwicklung ist nur ein Hinweis auf schlecht beherrschte Prozesse.

#### *Nichttechnische Gründe für die Komplexität der Softwaretechnik*

Neben den technischen Gründen für die Komplexität von Softwaresystemen existieren eine Reihe nichttechnischer Gründe, die das Software Engineering so schwierig machen:

- mangelnde Erfahrung und Kompetenz der Anwender,
- Overengineering der Entwicklung beim Bestreben, die perfekte Lösung zu bieten,
- eingeschränkte Kompetenz bei Entscheidern,
- Wettbewerb weniger durch technische Qualität als durch Marktpolitik und Marketing bestimmt,
- starke Konservativität der Anwender und Entscheider,
- fehlende Bewertungs- und Erfolgsmaßstäbe,
- monokausale Sicht der Softwareentwicklungsproblematik unangemessen,
- Aufgabe der Softwareentwicklung wird zu eng und zu kurzfristig gesehen,
- schlechter Ausbildungsstand bei Entwicklern und Management,
- starker Druck im Tagesgeschäft,
- Software entwicklungsorientiert und nicht produktionsorientiert.

Diese Faktoren belegen die folgende plakative Aussage:

Die Beherrschung der Entwicklung komplexer, aus unterschiedlichen Komponenten (Software, Hardware, Sensoren, Bedienschnittstellen) zusammengesetzter, vernetzter Systeme ist noch ungenügend, hat aber Schlüsselfunktion für die Hochtechnologie der Gegenwart und Zukunft.

Trotzdem ist die Situation weniger hoffnungslos als es im ersten Augenblick scheinen mag.

Es ist zunächst ja nicht erstaunlich, daß ein Gebiet, das in nur wenigen Jahrzehnten entstanden ist, in dem über 60 - 70 % aller Tätigen

während ihrer Ausbildung gar nichts oder nur wenig über die Grundlagen des Gebietes gehört haben und in dem der Fortschritt des technisch Möglichen so schnell ist, daß selbst die besten Ingenieure kaum Schritt halten können, gewisse Kinderkrankheiten aufweist.

Gerade deshalb dürfen wir nicht müde werden, dieses Gebiet weiter zu entwickeln. Und gerade deshalb erfordert die Entwicklung dieses Gebietes besondere Aufmerksamkeit, da aus den beschriebenen Gründen die Kompetenz und das Verständnis für die Bedeutung und die Aufgaben des Software Engineerings in den politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsebenen nicht immer in genügendem Maße vorhanden sind.

### *Mittel zur Bewältigung der Komplexität*

Die intensiven Forschungsanstrengungen in der Informatik zeigen bereits den Weg in eine Reihe von Ansätzen, die Komplexität der Softwareentwicklungsaufgabe besser zu beherrschen:

- genormte Vorgehensmethoden, Qualitätssicherung,
- adäquate Beschreibungs- und Modellierungstechniken,
- Strukturierung, modulare Zerlegung (Schnittstellen),
- Softwarearchitekturen, Standardarchitekturen,
- Problemorientierung, anwendungsnahe Modellierungs- und Programmierkonzepte,
- Abstraktion, Abstraktionsebenen, Verfeinerungskonzepte,
- Nutzerpartizipation,
- Wiederverwendung genormter Teile,
- Prototyperstellung,
- Multisichten, Sichtintegration,
- mehr Fachleute, bessere Ausbildung, Erhöhung des Ausbildungsstandes,
- wissenschaftliche Fundierung.

Neben den eher pragmatischen Überlegungen zur Verbesserung der Praxis der Softwareentwicklung und insbesondere der Softwareentwicklung im Zusammenhang mit einer generellen Systementwicklung lassen sich jedoch auch wissenschaftlich-theoretisch weiterführende Fragen stellen. Obwohl bisher die Methoden des Software Engineerings noch sehr in den Anfängen stecken und sich so schnell und dy-

namisch weiterentwickeln, daß wir noch kaum die Möglichkeit haben, sie eingehender wissenschaftlich zu bewerten, so ist doch deutlich, daß sich im Zusammenhang mit dem Software Engineering eine ganz neue Welt der Modellierung herausbildet.

Waren traditionell die Methoden der Mathematik auf die Darstellung kontinuierlicher Systeme ausgerichtet oder genauer, die Darstellung von Systemen, deren Größen Zahlen sind, die sich im wesentlichen kontinuierlich über dem Parameter „Zeit“ verändern, so arbeitet die Informatik fast ausschließlich mit diskreten, „digitalen“ Modellen. Dies spiegelt sich in der Entwicklung wider, die wir in den letzten Jahren beobachten konnten, wo wir in Bereichen, von denen dies keiner vermutet hätte, den Schritt von der Analog- zur Digitaltechnik gemacht haben. So werden heute in fast allen Telefonanlagen Töne nicht mehr kontinuierlich, sondern digital übertragen und viele der Tonträger, die wir heute benutzen, wie beispielsweise CD, arbeiten längst digital und nicht mehr analog.

Welchen Stellenwert aus wissenschaftstheoretischer Sicht diese neuartigen Modellierungstechniken der Informatik und des Software Engineerings einmal für andere wissenschaftliche Disziplinen haben werden, ist nur schwer abzuschätzen. Sicher ist aber bereits, daß durch den Zwang vieler Anwendungsgebiete, sich einer Behandlung mit Mitteln der Softwaretechnik zu erschließen, notgedrungenerweise eine Modellierung dieser Gebiete durch Methoden der Softwaretechnik stattfindet. Und dies wiederum hat zum Ergebnis, daß diese Modelle, die entstehen, einen starken Einfluß auf die Entwicklung dieser Gebiete ausüben. Softwaretechnik schlüpft in eine ähnliche Rolle wie die Mathematik für viele Disziplinen. Sie tritt ihnen als Hilfswissenschaft zur Seite, gibt ihnen neue Impulse und Anregungen und neue Sichten und erlaubt ihnen, in ganz anderer Art und Weise, ihr Gebiet zu erschließen.

Digitale versus analoge Modellierung kann vereinfacht so gegenübergestellt werden:

- analoge Modellierung durch
  - kontinuierliche Funktionen, Differential- und Integralrechnung,
- digitale Modellierung durch

- Datenmodelle (Entity/Relationship-Modelle, diskrete Algebra)
- Zustandsübergangsmaschinen
- Komponentenschnittstellenmodelle
- Datenflußmodelle
- Prozeßmodelle

Der Zusammenhang zwischen analoger und diskreter Modellierung ist noch unvollständig verstanden. Die Bedeutung und der Stellenwert der unterschiedlichen Modellierungstechniken muß noch untersucht werden.

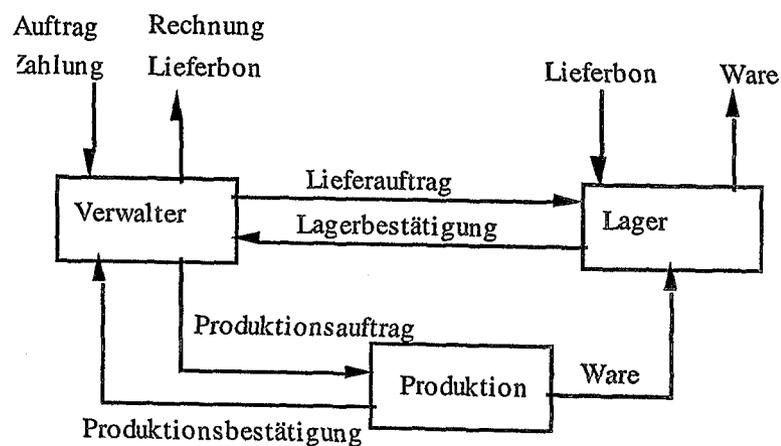


Abb. 2: Datenflußmodell eines einfachen Bestell-/Produktions-/Lager-/Ausliefersystems

Um Software Engineering wirklich zu einem schlagkräftigen und für die komplexen praktischen Aufgaben in jeder Hinsicht zuverlässigen Instrument zu machen, liegt noch viel Arbeit vor uns. Dies erfordert insbesondere einen intensiven Austausch zwischen Universitäten und industrieller Praxis. Auch diese Form der Interaktion ist ein Gebiet, auf dem die Informatik noch einen weiten Weg des Lernens zu beschreiten hat. Naturgemäß verfangen in die vielen sich auftuenden, grundsätzlichen und eher theoretischen Fragen muß sich die wissenschaftliche Informatik nach Abklärung der wesentlichen dieser Fragen nun verstärkt dem Dialog mit der industriellen Wirklichkeit zuwenden.

Zu weit klafft heute noch die theoretische Erkenntnis und die praktizierte, industrielle Wirklichkeit auseinander. Auch hier sind neue Wege zu beschreiten. Eine naive Vorstellung und Erwartung vom Transfer von der Wissenschaft in die Praxis kann zu leicht in die Irre führen. Gebraucht wird ein intensiver Dialog. Die Wissenschaft muß ein genaues Verständnis von den komplexen, aber auch oft profanen Problemen des Praktikers auf dem Gebiet des Software Engineerings erwerben. Und umgekehrt müssen die Praktiker intensive Anstrengungen unternehmen, um sich die Ergebnisse der Wissenschaft zu erschließen. In vielen Fällen wird der Transfer neuartiger Erkenntnisse in diesem Gebiet – wie auch auf anderen Gebieten – nur durch die Köpfe und durch die Personen funktionieren. Gut ausgebildete Informatiker, gut ausgebildete Softwareingenieure, die mit Verständnis und Fingerspitzengefühl für die Schwierigkeiten der Praxis von den Hochschulen in die Praxis wechseln, bieten die sicherste Gewähr dafür, daß die Professionalität allmählich aber stetig zunimmt.

Entscheidend ist dabei, daß unsere Gesellschaft begreift, welche fundamental wichtige Aufgabe die Beherrschung modernen Software Engineerings darstellt. Diese hat sich zwar in aller Regel unterzuordnen, der Anwendung zu dienen und im Sinne des Nutzers die bestmögliche Unterstützung zu schaffen. Jedoch wird über die längere Distanz die Fähigkeit zum Einsatz moderner Softwaretechnik die meisten Anwendungsgebiete von Grund auf verändern und damit ein Schlüssel für die moderne Hochtechnologie des nächsten Jahrhunderts sein.

#### Schlußfolgerung und Zusammenfassung

Software Engineering erfordert eine konzentrierte Forschung und Entwicklung. Es sind vermehrte Anstrengungen erforderlich in

- Grundlagen und (anwendbarer) Theorie,
- wissenschaftlich fundierter Praxis.

Es ist eine stärkere Integration der zahlreichen Aspekte erforderlich wie etwa der

- Managementaspekte,
- organisatorischen Aspekte,
- anwendungsspezifischen Nebenbedingungen,
- hardwaretechnischen Aspekte,

- kommerziellen Aspekte,
- softwaretechnischen Aspekte,
- unterschiedlichen Modellierungssichten.

Damit ergeben sich folgende Forderungen für eine konsequente Weiterentwicklung des Gebietes Software Engineering:

- verstärkte Ausbildung in Software Engineering,
- Verbindung von Forschung und Anwendung,
- gezielte Anstrengungen zur Verbesserung der Methoden,
- unternehmensübergreifende Softwarestrategien,
- höhere Innovationsbereitschaft durch Anreize,
- bessere, umfassende Modellierungstechniken,
- Verbesserung des Kenntnisstands der Anwender und Entscheider.

Eine moderne Industrie- und Informationsgesellschaft ist entscheidend von der Beherrschung des Software Engineerings abhängig. Dies sollte inzwischen allen Entscheidern in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik bewußt sein.

## Augsburger Universitätsreden

herausgegeben vom Präsidenten (bis Heft 21) bzw. vom Rektor der Universität Augsburg

### Heft 1

Helmuth Kittel: 50 Jahre Religionspädagogik - Erlebnisse und Erfahrungen. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 22. Juni 1983, Augsburg 1983

### Heft 2

Helmut Zeddies: Luther, Staat und Kirche. Das Lutherjahr 1983 in der DDR, Augsburg 1984

### Heft 3

Hochschulpolitik und Wissenschaftskonzeption bei der Gründung der Universität Augsburg. Ansprachen anlässlich der Feier des 65. Geburtstages des Augsburger Gründungspräsidenten Prof. Dr. Louis Perridon am 25. Januar 1984, Augsburg 1984

### Heft 4

Bruno Bushart: Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät II am 7. Dezember 1983, Augsburg 1985

### Heft 5

Ruggero J. Aldisert: Grenzlinien: Die Schranken zulässiger richterlicher Rechtsschöpfung in Amerika. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Juristische Fakultät am 7. November 1984, Augsburg 1985

### Heft 6

Kanada-Studien in Augsburg. Vorträge und Ansprachen anlässlich der Eröffnung des Instituts für Kanada-Studien am 4. Dezember 1985, Augsburg 1986

### Heft 7

Theodor Eschenburg: Anfänge der Politikwissenschaft und des Schulfaches Politik in Deutschland seit 1945. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 16. Juli 1985, Augsburg 1986

### Heft 8

Lothar Collatz: Geometrische Ornamente. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Naturwissenschaftliche Fakultät am 12. November 1985, Augsburg 1986

### Heft 9

in memoriam Jürgen Schäfer. Ansprachen anlässlich der Trauerfeier für Prof. Dr. Jürgen Schäfer am 4. Juni 1986, Augsburg 1986

### Heft 10

Franz Klein: Unstetes Steuerrecht - Unternehmerdisposition im Spannungsfeld von Gesetzgebung, Verwaltung und Rechtsprechung. Vortrag und Ansprachen anlässlich des Besuchs des Präsidenten des Bundesfinanzhofs am 9. Dezember 1985, Augsburg 1987

### Heft 11

Paul Raabe: Die Bibliothek und die alten Bücher. Über das Erhalten, Erschließen und Erforschen historischer Bestände, Augsburg 1988

### Heft 12

Hans Maier: Vertrauen als politische Kategorie. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 7. Juni 1988, Augsburg 1988

### Heft 13

Walther L. Bernecker: Schmuggel. Illegale Handelspraktiken im Mexiko des 19. Jahrhunderts. Festvortrag anlässlich der zweiten Verleihung des Augsburger Universitätspreises für Spanien- und Lateinamerika-Studien am 17. Mai 1988, Augsburg 1988

### Heft 14

Karl Böck: Die Änderung des Bayerischen Konkordats von 1968. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 17. Februar 1989, Augsburg 1989

### Heft 15

Hans Vilmar Geppert: "Perfect Perfect". Das kodierte Kind in Werbung und Kurzgeschichte. Vortrag anlässlich des Augsburger Mansfield-Symposiums im Juni 1988 zum 100. Geburtstag von Katherine Mansfield, Augsburg 1989

### Heft 16

Jean-Marie Cardinal Lustiger: Die Neuheit Christi und die Postmoderne. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 17. November 1989, Augsburg 1990

### Heft 17

Klaus Mainzer: Aufgaben und Ziele der Wissenschaftsphilosophie. Vortrag anlässlich der Eröffnung des Instituts für Philosophie am 20. November 1989, Augsburg 1990

### Heft 18

Georges-Henri Soutou: Deutsche Einheit - Europäische Einigung. Französische Perspektiven. Festvortrag anlässlich der 20-Jahr-Feier der Universität am 20. Juli 1990, Augsburg 1990

### Heft 19

Josef Becker: Deutsche Wege zur nationalen Einheit. Historisch-politische Überlegungen zum 3. Oktober 1990, Augsburg 1990

### Heft 20

Louis Carlen: Kaspar Jodok von Stockalper. Großunternehmer im 17. Jahrhundert, Augsburg 1991

### Heft 21

Mircea Dinescu - Lyrik, Revolution und das neue Europa. Ansprachen und Texte anlässlich der Verleihung der Akademischen Ehrenbürgerwürde der Universität Augsburg, hg. v. Ioan Constantinescu und Henning Krauß, Augsburg 1991

### Heft 22

M. Immolata Wetter: Maria Ward - Mißverständnisse und Klärung. Vortrag anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 19. Februar 1993, Augsburg 1993

#### Heft 23

Wirtschaft in Wissenschaft und Literatur. Drei Perspektiven aus historischer und literaturwissenschaftlicher Sicht von Johannes Burkhardt, Helmut Koopmann und Henning Krauß, Augsburg 1993

#### Heft 24

Walther Busse von Colbe: Managementkontrolle durch Rechnungslegungspflichten. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät am 12. Januar 1994, Augsburg 1994

#### Heft 25

John G. H. Halstead: Kanadas Rolle in einer sich wandelnden Welt. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 22. Februar 1994, Augsburg 1994

#### Heft 26

Christian Virchow: Medizinhistorisches um den "Zauberberg". "Das gläserne Angebinde" und ein pneumologisches Nachspiel. Gastvortrag an der Universität Augsburg am 22. Juni 1992, Augsburg 1995

#### Heft 27

Jürgen Mittelstraß/Tilman Steiner: Wissenschaft verstehen. Ein Dialog in der Reihe "Forum Wissenschaft" am 8. Februar 1996 an der Universität Augsburg, Augsburg 1996

#### Heft 28

Jochen Brüning: Wissenschaft und Öffentlichkeit. Festvortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrensensorenwürde der Universität Augsburg an Ministerialdirigenten a. D. Dietrich Bächler im Rahmen der Eröffnung der Tage der Forschung am 20. November 1995, Augsburg 1996

#### Heft 29

Harald Weinrich: Ehrensache Höflichkeit. Vortrag anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde der Philosophischen Fakultät II der Universität Augsburg am 11. Mai 1995, Augsburg 1996

#### Heft 30

Leben und Werk von Friedrich G. Friedmann: Drei Vorträge von Prof. Dr. Manfred Hinz, Herbert Ammon und Dr. Adam Zak SJ im Rahmen eines Symposiums der Jüdischen Kulturwochen 1995 am 16. November 1995 an der Universität Augsburg, Augsburg 1997

#### Heft 31

Erhard Blum: Der Lehrer im Judentum. Vortrag und Ansprachen zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Hampel bei einer Feierstunde am 12. Dezember 1995, Augsburg 1997

#### Heft 32

Haruo Nishihara: Die Idee des Lebens im japanischen Strafrechtsdenken. Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Juristische Fakultät der Universität Augsburg am 2. Juli 1996, Augsburg 1997