



Was ist Informatik?

Unser Positionspapier

Impressum

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
Wissenschaftszentrum · Ahrstraße 45 · 53175 Bonn
Telefon 0228 / 302-145 · Telefax 0228 / 302-167
gs@gi-ev.de · www.gi-ev.de

Gestaltung: mehrwert, Köln · www.mehrwert.de

Bildnachweise · Copyright, mit freundlicher Genehmigung:

Archiv Horst Zuse: S. 6 oben | **Braun, Gerda:** S. 30, <http://members.a1.net/gerda.braun/> | **Casio-Europe GmbH:** S. 21 | **Deutsches Museum:** S. 7: beide | **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR):** S. 18 | **Deutscher Wetterdienst (DWD):** S. 17 unten | **Dresden-Werbung und Tourismus GmbH:** S. 32, Sylvio Dittrich (DWT) | **HEIDELBERGER Druckmaschinen AG:** S. 13: unten | **Lengauer, Thomas:** S.16 | **Siemens Transportation Systems:** S. 14, S. 15 | **Springer-Verlag:** S. 11: Informatik Spektrum, Band 27, Heft 4, 2004; S. 17: Informatik Spektrum, Band 27, Heft 2, 2004; S. 23: Informatik Spektrum, Band 25, Heft 4, 2002, Ingo Wald, Philipp Slusallek; S. 35: Informatik Spektrum, Band 28, Heft 2, 2005 | **Technische Universität München, Institut für Informatik:** S. 12, S. 13 oben | **Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf:** S. 33, Arbeitsgruppe VOXEL-MAN | alle anderen Abbildungen Copyright bei den Autoren, bzw. der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Stand: Mai 2006

Was ist Informatik?

Positionspapier der Gesellschaft für Informatik

Faszination Informatik – Prolog	4
Informatik – Die Disziplin	6
Innovation durch Informatik ...	14
... für die Wissenschaft	
... für die Wirtschaft	
... für die Technik	
... auf dem Bildungssektor	
... für die Kultur	
... für Individuum und Gesellschaft	
Herausforderung Zukunft	36
Literatur zum Nachschlagen	38

Faszination Informatik

Prolog

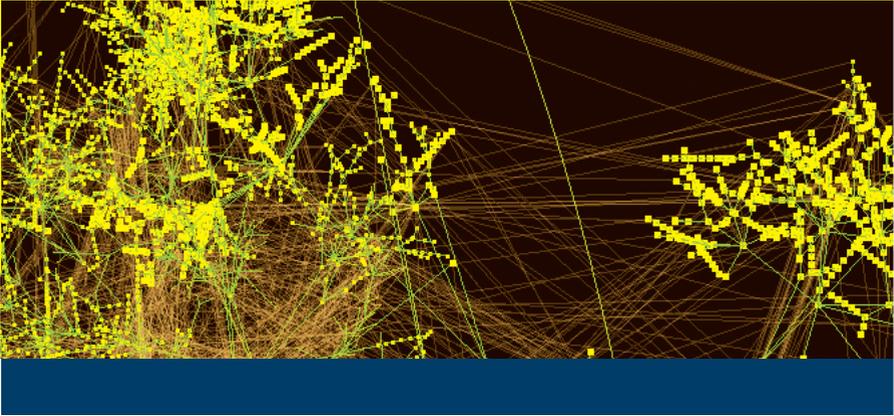
4

Informatik – das ist die Faszination, sich die Welt der Information und des symbolisierten Wissens zu erschließen und dienstbar zu machen. Informatik schafft neue Zugänge, neue Denkmodelle und zahllose automatisierte Helfer und Dienste. Informatik ermöglicht multimediale Kommunikation überall, zu jeder Zeit und sofort. Informatik überwacht, steuert und vernetzt Prozesse.

Beginnend mit dem Bau und der Programmierung reiner »Rechenmaschinen« hat sich die Informatik rasch weitere Arbeitsbereiche in Produktion, Organisation und Verwaltung angenommen. Inzwischen macht sie den Computer nicht mehr nur zur Arbeitsmaschine, sondern auch zum Medium, Wissensträger, Manager, Unterhaltungskünstler und Steuerungsinstrument, ja sogar zu einer Art neuen Wahrnehmungsorgans für die meisten Wissenschaften.

Als Menschen nehmen wir die Veränderung unseres Lebens durch Informatiksysteme, durch den Computer, das Internet, die ständige Laptop-Netz-Verbindung, das Mobiltelefon und die hunderte eingebetteter Systeme in täglich benutzten Gebrauchsgegenständen nicht so rauschhaft schnell wahr, wie sie eigentlich ist. Schon jetzt erlauben es mobil vernetzte Geräte, sich überall und rund um die Uhr zu informieren, zu kommunizieren und zu arbeiten. Allein dies eröffnet völlig neue Perspektiven im privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Leben, die es auszuloten und vorzubereiten gilt.

Die Veränderungen sind nachhaltig. Wir lernen, lehren und arbeiten anders. Zunehmend werden wir uns Meta-Wissen statt reine Sachinhalte aneignen. Die Wissenschaften werden neue Erkenntnisse mehr und mehr unter Nutzung der Informatik gewinnen. Mit der nächsten Welle von Informatikanwendungen werden wir in eine Welt der Sensoren eintreten, in der Information ständig erfasst wird und präsent ist.



Wir werden die mühselige Dateneingabe und Datenpflege hinter uns lassen und allein durch Sprechen und Verhalten schnell und zielgerichtet kommunizieren und handeln können. Und wieder neue Welten tun sich damit auf...

Im Zentrum dieses rasanten Wandels steht die Informatik: Kern und Motor von Weiterbewegung und Innovation.

In welcher Verantwortung sieht sich die Informatik dabei? Kann und soll sie sich um die Koordination der tiefgreifenden Veränderungen kümmern? Wie hält sie Kurs zwischen dem Weiterforschen, dem Impulsgeben, der Bereitstellung von Anwendungen? Welchen Beitrag kann und will sie im Rahmen der gesellschaftlichen Umwälzungen leisten? Diesen Fragen stellt sich im deutschsprachigen Raum die Gesellschaft für Informatik. Sie ist die Vereinigung derjenigen Fachleute, die für die Informatik stehen und die sie ständig weiter entwickeln.

Heute entfallen bereits 60% der Wertschöpfung in der Flugzeugentwicklung auf Software und Kommunikationstechnik, 90% aller Innovationen im Auto haben mit Informatik zu tun. Software und Datenbanken sind zum zentralen Wirtschaftsgut der meisten Firmen geworden. Informatikkonzepte bestimmen nicht nur die Grundstrukturen in den Unternehmen, sondern auch zunehmend den Bildungssektor und immer stärker die Unterhaltungsbranche. Die Informatik löst hier schwierige Probleme, erarbeitet neue Modelle und Sichtweisen; sie stößt die Tür auf zu neuen Erkenntnissen, Werkzeugen und Systemen; sie entwickelt Beurteilungskriterien und Vorgehensweisen für das zielgerichtete Zusammenwirken soziotechnischer Systeme. Hieraus zieht sie ihr Selbstverständnis, ihre Attraktivität und ihre Faszination. Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen diese Informatik näher bringen.

Informatik

Die Disziplin

6

Das Geburtsdatum der Informatik ist unbestimmt. Man kann das Jahr 1941 wählen, in dem **KONRAD ZUSE** seinen Rechenautomaten Z3 vorstellte, oder das Jahr 1947, in dem die erste Informatikgesellschaft in den USA entstand,



KONRAD ZUSE
(1910 – 1995)
Erbauer des ersten programmgesteuerten Rechners der Welt

oder man kann sich für das Jahr 1960 entscheiden, in dem der weltweite Informatik-Dachverband gegründet wurde. In Europa wurde das Wort Informatik in den sechziger Jahren eingeführt. Im Jahr 1969 wurde in Bonn die Gesellschaft für Informatik gegründet.

Die Wurzeln der Informatik reichen jedoch weit in die Geschichte der Menschheit zurück. Die Erfindung der Schrift als symbolische Darstellung von Information, die ersten Algorithmen, Rechenwerkzeuge wie der Abakus und erste Rechenhilfen, die Rechenautomaten von **PASCAL**, **SCHICKARDT**, **LEIBNIZ** und **HAHN**, die »Analytical Engine« von Babbage und die Beschreibung ihrer Einsatzmöglichkeiten durch **AUGUSTA ADA BYRON LOVELACE** kennzeichnen frühe Meilensteine der Informatik.



HEINZ ZEMANEK
(*1920)
Erbauer des »Mailüfterl«, gezeichnet von Konrad Zuse

Im Zentrum der Informatik steht die Information. Sie bezieht sich auf Fakten, Wissen, Können, Austausch, Überwachen und Bewirken; sie will erzeugt, dargestellt, abgelegt, aufgespürt, weitergegeben und verwendet werden; sie ist meist komplex und undurchschaubar mit anderen Informationen vernetzt.

In der Regel hat die Information sich selbst als Bearbeitungsobjekt: Um Information zu nutzen, werden konkrete Gegebenheiten und Vorgänge, aber auch abstrakte Bereiche – mit Hilfe von Information – in geeigneter Weise modelliert und simuliert.



Rekonstruktion der ersten programmgesteuerte Rechenanlage »ZUSE Z3«, 1941



Hierfür werden Werkzeuge konzipiert, entwickelt und eingesetzt. Es werden Sprachen und Systeme zur Realisierung der abstrakten Vorgehensweisen und Verarbeitungsvorschriften – mit Hilfe von Information – konstruiert, hergestellt und genutzt. Alle auf diese Art gewonnenen Erkenntnisse, Methoden und Ergebnisse werden überall dort, wo Information eine Rolle spielt, in ständig

wachsendem Maße verwendet – und kontrolliert, wiederum mit Hilfe von Information. Diese starke innere Vernetzung, der hohe Abstraktionsgrad, die digitale Darstellung, die Mischung aus Analyse und Synthese, aus Konstruktion und Integration beherrschen das Denken und Arbeiten in der Informatik.

Die Wissenschaft Informatik befasst sich mit der Darstellung, Speicherung, Übertragung und Verarbeitung von Information. Dabei untersucht sie die unterschiedlichsten Aspekte: elementare Strukturen und Prozesse, Prinzipien und Architekturen von Systemen, Interaktionen in kleinen, mittleren und weltumspannenden Netzen, die Konzeption, Entwicklung und Implementierung von Hardware und Software bis hin zu hochkomplexen Anwendungssystemen und der Reflexion über ihren Einsatz und die Auswirkungen.

Die Informatik ist sowohl eine Grundlagenwissenschaft als auch eine Ingenieurwissenschaft. Darüber hinaus besitzt sie Aspekte einer Experimentalwissenschaft. Ihre Produkte sind zwar überwiegend abstrakt, haben aber sehr konkrete Auswirkungen. Ihre Denkweisen dringen in alle anderen Wissenschaften ein, führen zu neuen Modellen und Darstellungsweisen und lassen neuartige Hard- und Softwaresysteme entstehen.

Informatik als Grundlagenwissenschaft

8

Die Informatik ist wie die Mathematik eine auf alle anderen Wissensgebiete ausstrahlende Grundlagen- und Formalwissenschaft. Fasst man die Mathematik als die Wissenschaft vom »formal Denkbar« auf, so konzentriert sich die Informatik auf das »Realisierbare«, also auf Formalismen und Begriffe, die der maschinellen Verarbeitung zugänglich sind. Beispiele sind

- › Programmiersprachen und ihre Semantik
- › Logiken, Kalküle und Beweisverfahren
- › Automaten, Schaltwerke und Maschinenmodelle
- › Datenstrukturen, Datentypen und Objekte
- › Algorithmen und ihre Komplexität
- › Programme und Prozesse
- › Künstliche Intelligenz
- › Natural analoge Verfahren und Heuristiken
- › Sicherheit, Korrektheit und Zuverlässigkeit

und vieles mehr.



Links: NIKLAS WIRTH (*1934)
Erfinder vieler Programmiersprachen

Rechts: JOHN VON NEUMANN (1903–1957)
*entwickelte ein Schaltungskonzept
für Universelle Rechner*



Die Informatik ist vorwiegend »diskret« – im Gegensatz zur meist »kontinuierlichen« Mathematik. Ihre Untersuchungsgegenstände sind klar gegeneinander abgrenzbar und lassen sich durch endlich viele Zeichen eindeutig identifizieren. Sie analysiert, strukturiert, modelliert und entwickelt Lösungen für reale Aufgabenstellungen in Form konkreter Systeme.

Grundlagenorientierte Untersuchungen klären auch die Möglichkeiten des technischen Einsatzes und befassen sich mit der Akzeptanz von Informatiksystemen, in denen die immense wirtschaftliche Bedeutung der Disziplin liegt.

Sie führen jedoch noch weiter. Es entstehen Fragen der Art: Wie verarbeitet der Mensch Informationen? Wo bestehen Analogien zu Maschinen, etwa beim »Abspeichern« von Information? Welche Probleme können Maschinen prinzipiell nicht lösen? Worauf beruht Kommunikation letztlich? Wie entstehen Erkenntnisse und wie kann man sie weiterverarbeiten? Wie können Systeme und Menschen reibungsfrei zusammenwirken? Wie lässt sich Vertrauen gewinnen? Welche Folgen hat die automatische Informationsverarbeitung für die Gesellschaft, für die Natur, für den Einzelnen, was ist vertretbar und wo müssen Grenzen liegen?

Durch solche Fragen greift die Informatik bis in die Philosophie hinein, beeinflusst unsere Vorstellungen vom Menschen und von der Natur und schärft die Verantwortung für die menschliche Gemeinschaft und die Umwelt.

Informatik als Ingenieurdisziplin

10

Unter einem Informatiksystem verstehen wir ein aus Software und/oder Hardware bestehendes System, das Aufgaben in der Informationsverarbeitung oder -übertragung erfüllt. Es führt etwa Berechnungen durch, vermittelt Informationen und übt Kontrollfunktionen aus. Es verwaltet, plant, koordiniert und steuert. Solche Systeme gibt es in allen Größenordnungen. »Sehr klein« sind etwa Algorithmen für elementare Funktionen, einfache Überwachungsaufgaben oder einfache Protokolle. »Sehr groß« sind etwa das Fahndungssystem von Interpol, das Internet, weltumspannende Telefonnetze oder Weltraumprogramme. Informatiksysteme können isoliert auftreten, meist aber sind sie eingebettet in andere technische, wirtschaftliche oder gesellschaftliche Systeme.

Die Ingenieurdisziplin Informatik befasst sich mit dem Entwurf, der Implementierung und dem Einsatz solcher Systeme für unterschiedlichste Anwendungsgebiete. Im Zentrum steht dabei die Konstruktion, meist bezogen auf abstrakte Objekte und oft ohne direkte Veranschaulichungsmöglichkeiten. Die Anforderungen reichen vom Neuentwurf über das Konfigurieren existierender Komponenten, die Kopplung, Integration und Anpassung verschiedener Informatiksysteme bis hin zur Aktualisierung von Altsystemen in Industrie, Wirtschaft und Verwaltung. Charakteristisch ist dabei das Arbeiten im Team mit Anwendern und Fachleuten anderer Disziplinen.

Neue Methoden und Erkenntnisse der für die Praxis relevanten Techniken und Vorgehensweisen werden heute vor allem in folgenden Teilbereichen der Informatik erarbeitet:

- › Chipentwurf, Integrierte Hardware-Softwaresysteme, Migration
- › Rechnerarchitektur und hoch-parallele Hardware-Strukturen
- › Betriebssysteme und vernetzte Systemsoftware
- › Rechner- und Kommunikationsnetze, verteilte Systeme
- › Datenbanken und Informationssysteme
- › Eingebettete Systeme und Echtzeitsysteme
- › Modellierung und Simulation



Interaktive Visualisierung eines hoch komplexen Boeing 777 Modells

- Grafische Datenverarbeitung, Visualisierung und virtuelle Welten
- Künstliche Intelligenz und Agententechnologie
- Mensch-Maschine-Interaktion und Ubiquitous Computing
- Formale Grundlagen, Logik und Algorithmentheorie
- Software Engineering und Systemarchitekturen
- Sicherheit, Zuverlässigkeit, Fehlertoleranz und Qualitätssicherung

Durch die vielfältigen Anwendungen haben sich neue Wissensbereiche wie Bio-, Geo-, Ingenieur-, Medien-, Medizin-, Rechts-, Verwaltungs- oder Wirtschaftsinformatik entwickelt. Diese Vielzahl demonstriert zum einen die unbegrenzt scheinenden Anwendungsmöglichkeiten, sie ist aber auch ein Ausdruck für das Zusammenwachsen von Wissenschaften. Diese fächerübergreifenden Kooperationen, zu denen die Informatik mit ihren Modellen und Methoden beiträgt, erfordern ingenieurmäßiges Arbeiten: konstruktives Vorgehen, präzise Analysen, Spezifikation, Modellierung und prototypische Implementierung, Orientierung an Anwendern, systematische Planung, Arbeit im Team, rasche Umsetzung neuester Erkenntnisse, Erstellung und Nutzung von Werkzeugen usw. Das Ergebnis sind »Informations- oder »Informatikprodukte«, die in der Regel in größere Systeme eingebaut werden.

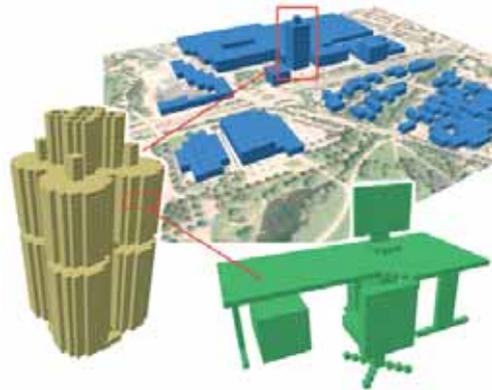
Informatikprodukte müssen nach ihrer erstmaligen Herstellung nicht mehr gefertigt, sondern nur noch elektronisch kopiert werden, sodass ihre Verbreitung besonders einfach ist und sehr schnell abläuft. Sie lassen sich leichter als materielle Produkte anpassen und verändern – aber auch leichter manipulieren. Da es sich um »geistige Produkte« handelt, greifen sie in den Alltag nachhaltiger ein als übliche »anfassbare« technische Produkte, die meist nur zu bestimmten Gelegenheiten benutzt werden. Die Informatik hat daher eine besondere Verantwortung für die »Sinnhaftigkeit«, die kulturelle Verträglichkeit und die am Menschen orientierte Nutzbarkeit ihrer Systeme. Daher spielen auch ergonomische Kenntnisse, Fragen des Einsatzes und der sozialen Auswirkungen, die Ontologie und ethische Anforderungen eine herausgehobene Rolle.

Informatik als Experimentalwissenschaft

12

Informatik ermöglicht das Experimentieren in einem virtuellen Labor, das auf Modellierung und Simulation beruht, auf der Formalisierung des Untersuchungsraums und dem Durchrechnen von Modellen. Hier spielt man Szenarien durch, die sich dem physischen Experiment verschließen, wie etwa Landungen auf fremden Planeten, Schnitte durch lebende Wesen, etwa zur Diagnose oder zur Vorbereitung von Operationen, Bevölkerungsentwicklungen unter verschiedenen Voraussetzungen, Auswirkungen von Katastrophen technischer oder natürlicher Art, etwa den Ausfall von Steuerungen in Energiesystemen, Erdbeben oder Tankerunfälle. Auch dort, wo etwas entwickelt oder endgültig fertig gestellt werden soll, werden Situationen oder Strukturen voraus berechnet, um das weitere Vorgehen zu ermitteln und abzusichern. Bei Simulation und Visualisierung wird mittlerweile eine so hohe Detailtreue erreicht, dass viele der hierbei gewonnenen Aussagen als zuverlässig gelten dürfen, auch wenn sie nicht in der Realität nachgeprüft werden können.

Besonders präzise, meist in Naturwissenschaft und Technik eingesetzte Simulationen werden im Fachgebiet »Scientific Computing« (»wissenschaftliches Rechnen«) untersucht. Es kombiniert Methoden aus Mathematik und Informatik mit einer Anwendungswissenschaft und stellt zusätzliche Anforderungen in den Bereichen Modellierungsmethodik, Datenanalyse, parallele Algorithmen, Höchstleistungsrechnen, Visualisierung, wissensbasierte Systeme, Bildverarbeitung und anderen.



Level-Of-Detail: verschieden Detaillierungsstufen eines geometrischen Modells (dargestellt mithilfe von Oktalbäumen, Stadt > Gebäude > Büroeinrichtung) für unterschiedliche Simulationaufgaben (z.B. Verkehrssimulation, Außenraumströmung, Innenraumklimatisierung).



Bedeutung der Informatik: Mit ihren Hauptausrichtungen »Grundlagenwissenschaft« und »Ingenieurwissenschaft« sowie ihren virtuellen Experimentiermöglichkeiten besitzt die Informatik eine ungewöhnliche Breite. Hinzu treten die Dimensionen der Interdisziplinarität mit den Anwendungen und das Vermögen, Einsatzbereiche und Auswirkungen analysieren und abschätzen zu können.

Der Einsatz von Informatiksystemen hat enormes ökonomisches Potenzial, denn auf »Information« basieren alle wichtigen Wirtschaftsbereiche. Hier sind Hunderttausende neuer Arbeitsplätze entstanden. Zugleich verändern sich Arbeitsmittel und -methoden grundlegend. Große Beschäftigungsfelder wie das Verlagswesen, die Druckindustrie, Film, Funk und Fernsehen, Produktion und alle Dienstleistungen haben sich hierdurch in wenigen Jahrzehnten völlig umgestaltet. So ist die Informatik eine universell angelegte Wissenschaft, die viel bewegt und in der sich viel bewegt.

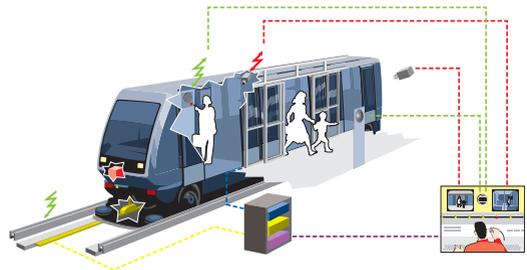


Innovation durch Informatik

14

Innovation bezeichnet Erneuerung und Verbesserung, aber auch ganz neuartige Ideen für technische Produkte, Verfahren und Vorgehensweisen. Wissenschaftliche Erkenntnis bedeutet nicht zwangsläufig Innovation. Erst wenn wissenschaftliche Erkenntnis zur Wirkung kommt und in Veränderung und Verbesserung resultiert, kommt es zur Innovation.

Die Rolle der Informatik für die Innovation ist augenfällig. Kaum eine andere Disziplin hat unsere Welt in den letzten 40 Jahren so von Grund auf verändert wie die Informatik. Dabei ist gerade für die Informatik das klassische Wechselspiel aus neuartigen wissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Möglichkeiten einerseits und Bedürfnissen im Markt, in der Wirtschaft und bei den Menschen andererseits besonders ausgeprägt. Die Informatik hat in den letzten Jahrzehnten eine Fülle von neuartigen Technologien hervorgebracht, aus denen sich viele zusätzliche Einsatzmöglichkeiten in der Wirtschaft bis hin zum Privatleben des Einzelnen ergeben haben. Ein schlagendes Beispiel dafür ist das Internet. In seiner technischen Struktur entstand es aus militärischen Vorstellungen von robusten Kommunikationsnetzen. Hinzu kam die Idee der Serverstrukturen mit einheitlichen Zugriffsverfahren, um Informationen über wenige Protokolle und gleichartige Datenstrukturen weltweit abrufbar zu machen. Diese Technik stellt für unzählige Anwendungen unerschöpfliche Möglichkeiten bereit und hat mit all ihren Facetten von der elektronischen Post über die Informationsbereitstellung in Netzen bis hin zu E-Business und elektronischem Handel eine Lawine von Innovationen ausgelöst.



Darüber hinaus befriedigt die Informatik durch gezielte Entwicklung entsprechend zugeschnittener Techniken immer wieder seit langem vorhandene Bedürfnisse in ver-



Val (Véhicule Automatique Léger) – vollautomatisches fahrerloses Stadtbahnssystem

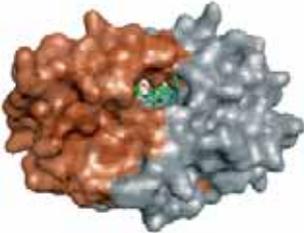
schiedensten Anwendungsgebieten. So konnten beispielsweise in der Medizin viele Anforderungen und Wunschvorstellungen erst durch die Informatik realisiert werden. Dazu gehören der Herzschrittmacher, die computergesteuerte Überwachung in Intensivstationen sowie rechnergestützte Diagnostik und Therapie. Die Innovationen der Informatik bewegen sich auf unterschiedlichsten Ebenen, angefangen bei den bereits erwähnten Infrastrukturen wie einheitlichen Zugriffsstrukturen in Netzen, über Grundwerkzeuge zur Bearbeitung und Gestaltung von Dokumenten bis hin zur Revolutionierung der Musikindustrie und dem Siegeszug der digitalen Fotografie. Innovationen in vielen Wissensbereichen bekommen ihre Durchschlagskraft häufig erst durch die Informatik, die mithilfe von Software deren technische Realisierung und flexible Vernetzung ermöglicht. Basis sind dabei die inzwischen in den modernen Industriegesellschaften vorhandenen Informatikinfrastrukturen aus Netzen, aus Informatikgeräten wie PCs, Laptops, digitalen Assistenten (PDAs) und mobilen Telefonen sowie aus Softwareapplikationen und zahllosen eingebetteten Softwaresystemen.

Eingebettete Softwaresysteme arbeiten auf programmierbaren Rechnern, die in technische Systeme eingelagert sind. Sie erfassen über Sensoren Informationen, werten sie aus und setzen sie in Steuersignale für Steuergeräte um; sie sind untereinander vernetzt und gleichzeitig über komplexe Schnittstellen mit Menschen verbunden. Mehr als 98 % aller programmierbaren Rechner laufen heute eingebettet. Die Revolution eingebetteter Systeme in der Verkehrstechnik, in der Produktion und Automatisierung einschließlich der Robotik, in Haushalts- und Unterhaltungselektronik, in der Logistik und in medizinischen Geräten ist atemberaubend. Die Tendenz geht dazu, immer mehr dieser Geräte zu vernetzen und sie mit höherer Flexibilität zu versehen. So können sie sich geänderten Umgebungen anpassen und die Nutzenden in ihren Aufgaben in einer Art und Weise unterstützen, die weit über die heutigen Möglichkeiten hinausgeht.

Informatik für die Wissenschaft

16

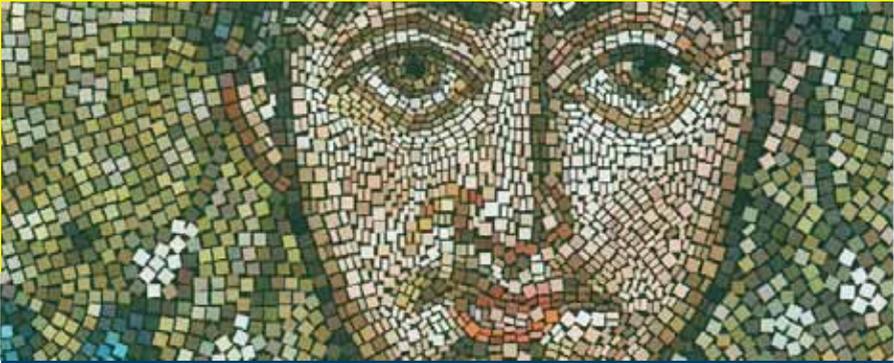
Nicht nur die Bedeutung der Informatik als Wissenschaft, auch ihre Rolle als Innovationsfaktor für andere wissenschaftliche Disziplinen ist inzwischen sprichwörtlich. Neben der Mathematik hat sich die Informatik in den letzten Jahrzehnten als weitere Querschnittswissenschaft etabliert. Durch Softwarewerkzeuge und Systeme, die höchst komplexe Berechnungen und Simulationen erlauben, wirkt die Informatik besonders nachhaltig und führt zu neuen Erkenntnissen und Methoden bis hin zu eigenen Teildisziplinen.



HIV-Protease, ein HIV Protein (weiß-braun), mit einem Inhibitor (AIDS Medikament, kleines farbiges Molekül). Das HI-Virus verändert sich schnell. Damit ändert sich auch die Form der HIV-Protease. Als Folge werden Medikamente schnell unwirksam. Die Bioinformatik hilft sowohl bei Auswahl des Zielmoleküls (hier die HIV-Protease), wie bei der Entwicklung von neuen Medikamenten (grünes Molekül), und bei der Auswahl geeigneter Medikamente nach Veränderung des HI-Virus.

Die Informatik spielt in anderen Wissenschaften zunächst häufig die Rolle einer Basistechnologie, mit der sich große Mengen von Informationen besser strukturieren, verarbeiten und aufbereiten lassen. Aber nahezu immer führt dieser Einsatz von Informatik zu eigenen Modellbildungen in den Anwendungsgebieten, so dass sich sehr schnell neue Fragestellungen, aber auch neue Erkenntnisse ergeben. Dadurch entstehen bisher nicht mögliche virtuelle Experimente, umfangreichere Analysen und neuartige Verfahren und Methoden der Untersuchung und Entwicklung. Eindrucksvolle Beispiele hierfür finden sich in der Biologie, Medizin, Chemie und Pharmazie, Meteorologie, Weltraumforschung und Astronomie, aber auch in den Künsten, der Architektur und den Wirtschaftswissenschaften.

Ein aktuelles Beispiel, wie Informatik nachhaltig in eine andere Wissenschaft hineinwirkt, ist die Bioinformatik. Hier verändert sich durch Informatiktechniken die Auswahl und Konfiguration von Laborexperimenten, ein-

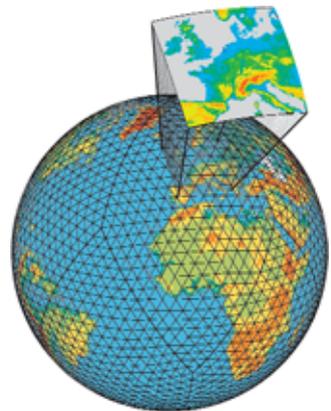


Computergeneriertes Mosaik

schließlich solchen, die genomische oder proteomische Hochtechnologie einsetzen. Vor allem aber liefert die Informatik Methoden zur Analyse der Daten, die bei diesen Experimenten anfallen. Durch solche Analysen lassen sich die von der Natur evolutionär entwickelten Strukturen wie Moleküle oder molekulare Netzwerke besser verstehen. Zugleich können Informatiksysteme als ausgesprochen mächtiges Vorschlagsinstrument für weitere Experimente eingesetzt werden. So werden heute zum Beispiel Kandidaten für neuartige Medikamente unter intensivem Rechnereinsatz gesucht und geformt. Auch die Erkennung geeigneter »Zielmoleküle« im Körper, an die die Wirkstoffe binden sollen, erfolgt verstärkt mit Rechnerunterstützung. Langfristig werden biologische Prozesse immer besser rechnergestützt simuliert werden können, indem die biologischen Zusammenhänge durch den Einsatz der Informatikmethoden immer besser verstanden werden. Dadurch können etwa Krankheitsprozesse, aber auch Prozesse, die zur Heilung der Krankheit führen, mit steigender Genauigkeit nachvollzogen werden.

In der Meteorologie ermöglicht die Informatik neue, umfassende Erkenntnisse über den gesamten Wetterverlauf und die Klimaentwicklung auf der Erde. Durch die enorme Rechenleistung und Speicherkapazität heutiger Rechner und entspre-

Das Globale Modell (GME) des DWD liefert dem eingebetteten und genaueren Lokalen Modell (LM) wichtige Informationen zur Berechnung der Wettervorhersage in Deutschland.



chende Entwicklungen in der Softwaretechnologie lassen sich zunehmend komplexe Modelle zur Vorhersage aufstellen und simulieren. Aus großen Mengen kontinuierlich aufgezeichneter Wetterdaten wie Luftdruck, Temperatur, Windstärke, Niederschlagsmenge und Sonneneinstrahlung werden umfangreiche Statistiken für nahezu beliebige Orte erstellt und deren klimatische Eigenschaften erfasst. Neben Bodenwetterbeobachtungen und Ballonaufstiegen dienen inzwischen vor allem Radar- und Satellitenbilder, die durch Bildverarbeitungsalgorithmen nachbearbeitet werden, der Ableitung meteorologischer Daten. Mit Informatiksystemen lassen sich Vorhersagen und Beobachtungen kontinuierlich überwachen, so dass Unwetter frühzeitig und zuverlässig erkannt und Warnungen rechtzeitig herausgegeben werden können. In der Klimaforschung erlauben computergestützte Klimamodelle Umwelteinflüsse wie den CO₂-Ausstoß zu simulieren und dessen Einfluss auf künftige Klimaentwicklungen vorherzusagen.



Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Das Bild zeigt, wie während der Mission SRTM die Oberfläche der Erde gescannt wurde. Ziel war die Herstellung einer dreidimensionalen Weltkarte.

Auch in der Weltraumforschung und Astronomie sind neue Erkenntnisse ohne den massiven Einsatz von Informatiktechnologie und -systemen undenkbar. Hier ermöglichen die Methoden der Künstlichen Intelligenz nicht nur den kostengünstigen Betrieb, eine optimale Auslastung und die bestmögliche Auswertung von Beobachtungsergebnissen moderner Satelliten, sondern auch die vollständig autonome Steuerung von Raumsonden, Landefähren und Erkundungsrobotern. Damit sind Forschungen möglich, die mit der herkömmlichen Technologie der Fernsteuerung nie durchführbar wären. Ein Beispiel hierfür ist die Erkundung des Jupitermondes Europa, bei der ein Roboter selbstständig die Eisoberfläche durchdringt und dort nach Wasser oder gar organischen Substanzen sucht. Derartige Missionen lassen sich nur deshalb realisie-



ren und auch wirtschaftlich rechtfertigen, weil sie mit Hilfe moderner Informatiksysteme in fast allen Eventualitäten vorgeplant und simuliert werden können und weil die Steuerungssoftware den autonomen Betrieb aller Bordsysteme einschließlich der adäquaten Behandlung möglicherweise auftretender Fehlfunktionen gewährleistet.

Wie in diesen vorgestellten Beispielen entstehen in nahezu allen Wissenschaftsgebieten durch die Informatik neue Methoden zur Analyse und Modellierung von Phänomenen und dadurch oft völlig neue Dimensionen von Erkenntnissen. Denn die Informatik ermöglicht eine neuartige Sicht auf die Dinge. Dies hat häufig zur Folge, dass sich ein Gebiet selbst verändert, sobald Methoden und Sichtweisen der Informatik Eingang gefunden haben, und nach einiger Zeit geht die Informatik mit dem Gebiet eine enge, fast unauflösliche Verbindung ein.

Informatik für die Wirtschaft

20

Die Wirtschaft zieht aus Verfahren und Hilfsmitteln der Informatik einen derart unmittelbaren Nutzen, dass sich schon früh die Disziplin der Wirtschaftsinformatik herausgebildet hat. Sie nimmt heute, gemessen an der Zahl der Lernenden und Lehrenden, den ersten Platz unter den Angewandten Informatiken ein. Sie befasst sich mit der Konzeption und Entwicklung von Informatiksystemen im Unternehmen. In der Praxis beschäftigt sie sich zudem nicht nur mit der Einführung und Einbettung der Systeme, sondern auch mit deren Betreuung, Wartung und Nutzung sowie mit den damit verbundenen organisatorischen Herausforderungen. Dabei stehen die so genannten betrieblichen Anwendungssysteme im Vordergrund, die Anwender im Unternehmen bei der Bewältigung ihrer Aufgaben unterstützen.

Aus volkswirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Sicht besteht das Ziel der Wirtschaftsinformatik darin, substanziell und nachhaltig zur Steigerung menschlicher Arbeitsproduktivität beizutragen, und dies bei geringst möglichem Verbrauch vor allem nicht erneuerbarer Ressourcen – ein Ur-Anliegen der Ökonomie. Der Weg dorthin führt über zunehmende Automatisierung der betrieblichen Funktionen und Prozesse. So beschleunigt beispielsweise das kontaktlose Auslesen von Chips an der Kasse eines Supermarktes in Verbindung mit rechnergestützten Warenwirtschaftssystemen den Bezahlvorgang. Die dabei registrierten Daten helfen so zu disponieren, dass die benötigten Artikel mit hoher Wahrscheinlichkeit im Ladenlokal vorrätig sind, andererseits aber möglichst wenig Ware verdirbt. Informatiksysteme in Lieferketten und -netzen (»Supply Chain Management«) und in der Logistik tragen dazu bei, dass die weltweiten Standorte der Produktionsstätten und Warenverteilzentren günstig gewählt, ihre Kapazitäten richtig dimensioniert, Engpässe und Überbestände flexibel ausgeregelt sowie der Transportaufwand und die damit verbundene Umweltbelastung minimiert werden. Elektronische Marktplätze ermöglichen Kunden herauszufinden, wie sie ihren Bedarf am besten decken können und fördern den effizienten Ausgleich von Angebot und Nachfrage.



Industrie- und außendiensttaugliches RFID-Handheld

Ursprünglich hatte die Informatik im Unternehmen vor allem die Aufgabe, bestehende betriebliche Funktionen und Prozesse teilweise oder ganz zu automatisieren. Heute spielt sie zunehmend die Rolle des »Enablers« und »Treibers«: Erst durch sie werden manche Entwicklungen möglich. Sie unterstützt nicht nur die Unternehmensführung, sondern treibt sie an, Informatikentwicklungen frühzeitig und nutzbringend aufzugreifen und umzusetzen. Dies gilt insbesondere für das so genannte »Digital Business«.

Eine Zukunftsvision der Wirtschaftsinformatik ist die weitgehende Automation des Unternehmens. Auf dem Weg dorthin sind Etappen abzustecken, die jeweils sowohl gesellschaftliche Auswirkungen als auch darauf abgestimmte neue humane Arbeits- und Lebensformen berücksichtigen. Ein Aspekt ist die »menschenähnliche Informationsverarbeitung«. Sie fußt auf der Überlegung, dass der Mensch seine exzellenten Informationsverarbeitungsfähigkeiten erworben hat. Wenn wir in Zukunft beispielsweise Kleidungsstücke von einem »Automaten« kaufen, muss sich dieser wie ein »Verkäufer aus Fleisch und Blut« auf unsere Persönlichkeit, Stimmungslage und Kaufbereitschaft einstellen können.

Dies führt zur »menschenzugänglichen Informationsverarbeitung«: Informatiksysteme sollen sich auf den Menschen einstellen und nicht umgekehrt. Wege hierzu sind die Personalisierung und Individualisierung der Informationsverarbeitung, die Abstimmung von Informationen und Methoden auf die Situation des Individuums und des Betriebs, auf die objektive Rolle der Mitarbeitenden im Unternehmen und auf persönliche Präferenzen und Aversionen.

Solche langfristigen Entwicklungen müssen kurz- und mittelfristige Hindernisse überwinden. Dazu zählen unzureichend qualitätsgesicherte Systeme, unzureichende Planung, mangelnde Benutzungsfreundlichkeit und Missbrauch.

Informatik für die Technik

22

Die Informatik wirkt nachhaltig sowohl in die Entwicklungs- und Herstellungsprozesse als auch in die Funktionalität und Qualität technischer Produkte hinein. Viele innovative Geräte und Verfahren der letzten Jahrzehnte hätten ohne die Rechnerunterstützung des Entwurfsvorgangs nicht entwickelt werden können. Mit Informatikmethoden lassen sich die Eigenschaften eines künftigen Produkts frühzeitig untersuchen, indem die Bestandteile in formale Modelle abgebildet und die zu untersuchenden Vorgänge simuliert werden. Diese Technik lässt sich vielfältig einsetzen, etwa bei Statikberechnungen für Bauwerke, Berechnungen der Ergebnisse chemischer Reaktionen, Simulationen elektronischer Schaltungen, Untersuchungen von Gehirnfunktionen, Analysen des Crashverhalten eines Autos oder des Brechungsverhaltens komplexer Optiken.

Inzwischen ist es möglich, eine vollständig virtuelle Entwicklung durchzuführen, bei der das Produkt am Rechner entworfen und in einer Simulation der umgebenden Umwelt getestet wird. Hierfür sind keine Versuchsaufbauten oder Prototypen notwendig, was die Entwurfszeit und die Kosten verringert. Dadurch, dass die Ergebnisse der Simulationen visualisiert werden, kann der Entwickler oft Probleme besser erfassen als bei einem realen Versuchsaufbau. Durch eine Finite-Elemente-Simulation können beispielsweise die Beanspruchung von Material optisch dargestellt und kritische Bereiche leichter erkannt werden.

Die Bedeutung von Informatiksystemen beschränkt sich nicht auf die Produktentwicklung, sondern erstreckt sich über die eigentliche Produktion bis in die Qualitätssicherung. In der Produktion werden komplexe Steuerungsaufgaben übernommen, wie sie etwa in der chemischen Industrie anfallen. Dabei geht es sowohl um sicherheitskritische Anwendungen, als auch um logistische Probleme wie die Optimierung des Materialflusses und eine effiziente Maschinensteuerung. Ein Beispiel sind die vielen hundert Bearbeitungsschritte bei der Fertigung von Mikrochips: Nicht nur ist der



Simulation von Reflektoren mit Ray-Tracing

Weg der Silizium-Wafer durch die Fabrik zu steuern, auf dem viele Bearbeitungsschritte mehrfach anfallen, auch die Qualität muss durch häufiges Testen sichergestellt werden. Eine entscheidende Rolle in der Qualitätssicherung spielt die rechnergestützte Bildverarbeitung. Sie ermöglicht die automatische Inspektion von Objekten aller Art und erkennt zum Beispiel fehlerhaft gefertigte Bauteile oder Fehler in Schweißnähten. Solche Prozesse sind erst durch Bild- und Videoverarbeitungsalgorithmen möglich geworden, die unter Echtzeit-Bedingungen ablaufen.

In der Mikroelektronik wäre die rasante Entwicklung der letzten Jahre ohne die Informatik nicht möglich gewesen. Heutige Mikrochips bestehen aus mehr als 200 Millionen einzelner Transistoren und bald werden integrierte Schaltungen mit mehr als einer Milliarde Transistoren erwartet. Eine solche Komplexität kann nur noch mit einem rechnergestützten Schaltungsentwurf beherrscht werden. Seit dem Beginn der Schaltungsintegration mussten immer neue Informatikwerkzeuge entwickelt werden, damit der Entwurfsprozess mit den Möglichkeiten der Halbleitertechnologie Schritt halten konnte. Mit den heutigen Werkzeugen kann die Funktion einer Schaltung in einer Hardwarebeschreibungssprache angegeben werden, woraus dann automatisch eine Schaltung erzeugt wird.

Die Informatik erlaubt eine dramatische Erweiterung der Funktionalität aller technischen Produkte. So ermöglichen beispielsweise eingebettete Prozessoren, so genannte Mikrocontroller, Sicherheits- und Komfortfunktionen im Auto wie die Antischlupfregelung, die Airbag-Steuerung oder das Navigationssystem; der Einsatz von Prozessoren in der Motorsteuerung senkt den Verbrauch bei gesteigerter Leistung und Navigationssysteme helfen Fahrzeiten zu minimieren. Durch die Programmierbarkeit der

Geräte wird eine bisher einzigartige Flexibilität erreicht. So kann ein PDA, der zum Verwalten von Adressen, Terminen und Telefonnummern dient, zum Navigationssystem oder zur elektronischen Zeitung erweitert werden.

Mittlerweile beträgt der Informatikanteil an den Produkten oft über 50 Prozent. Flugzeuge werden bereits als hochkomplex vernetzte Computersysteme mit Flügeln und angeschlossenem Frachtraum bezeichnet. Ähnliches gilt für manche medizinische Abteilung, für die meisten Verkehrsmittel und Haushaltsgeräte und für alle Kommunikationsgeräte.

Der Durchbruch in der Mobilkommunikation beruht auf der steigenden Integrationsdichte und Rechenleistung in mobilen Geräten. Während die ersten Mobiltelefone noch die Größe eines Aktenkoffers besaßen, finden moderne Geräte bequem in der Hosentasche Platz. Mit Hilfe der drahtlosen Vernetzung wird man in den nächsten Jahren an jedem Ort Zugang zu allen wichtigen Informationen haben (»Ubiquitous Computing«) und jede Rechnerinfrastruktur wird sich an die Bedürfnisse der Nutzenden »intelligent« anpassen können. Ein Beispiel dafür ist das intelligente Haus, in dem etwa die Lautstärke des Radios reduziert wird, sobald das Telefon klingelt, oder die Beleuchtung sich den jeweiligen Aktivitäten der Bewohner anpasst.

Dienstleistungen durch Informatiksysteme können prinzipiell allgegenwärtig sein (»Pervasive Computing«): Computer werden so gut in den Alltag der Nutzer integriert, dass sie nicht mehr wahrgenommen werden, aber viele Anwenderwünsche erfüllen. Dies erfordert Weiterentwicklungen bei den Mensch-Maschine-Schnittstellen, der Umweltmodellierung, der drahtlosen Kommunikation und der Fehlertoleranz. Neuartige Schnittstellen werden erlauben, auf natürliche Weise mit dem Computer oder beliebigen anderen technischen Geräten zu kommunizieren, etwa über gesprochenes Wort oder Gesten. Vielerlei Dienste werden von spezifischen Modulen bereitgestellt



werden, die ihrerseits über verschiedene Verbindungen kombiniert werden können: entweder drahtgebunden oder drahtlos, exklusiv oder unter Benutzung vorhandener Infrastrukturen wie Stromleitungen oder Mobilfunknetze. Für die einzelnen Module sind Fehlertoleranz und Adaptivität sehr wichtig, damit sich die Geräte tatsächlich unauffällig in den Alltag integrieren und nicht nach jedem Fehler ein Neustart erforderlich wird. Weiterhin müssen solche Systeme die oftmals mobilen Benutzer lokalisieren können und über die Möglichkeit von Updates verfügen. Manche Realisierungen wie der auf seinen Inhalt reagierende Kühlschrank, die Orientierung in fremden Städten, die sich bei Verschmutzung meldende Bluse, der individuell an Kaffeetasse und Kunden orientierte Brühvorgang oder der Eindringlinge abweisende Teppichboden werden bereits erprobt. Die Markteinführung der hierunter als sinnvoll einzustufenden Neuerungen könnte das gesamte menschliche Handeln revolutionieren.

Die Informatik beschleunigt die Entwicklung von neuen Produkten und neuen Produktionsverfahren und zeigt oft überraschende Innovationen auf. Zugleich vereinfacht sie die Schnittstellen zwischen Nutzern und der Technik und bringt auf diese Weise moderne Produkte dem Verbraucher näher.

Informatik auf dem Bildungssektor

26

Die Informatik erschließt mit ihren Modellen, Sichten und Werkzeugen Problemfelder in neuartiger Weise. Dies gilt bereits für so einfache Aufgaben wie Textbearbeitung oder die Gestaltung von Präsentationen. Lernende müssen dabei neben der Bedienung entsprechender Systeme vor allem die darauf ausgerichteten Arbeitsmethoden erkennen und beherrschen. Wichtiger sind aber die grundsätzlichen Beiträge und Inhalte der Informatik für unser Bildungssystem wie etwa die mit der Strukturierung von Information verbundenen Abstraktionsmethoden oder die Verfahren zur systematischen Verarbeitung von Information. Diese sind unabdingbar für unsere Schulen, da sich die nachwachsenden Generationen in einer zunehmend von Informatik geprägten Umwelt zurechtfinden müssen: Neben Schreiben, Lesen und Rechnen wird die Beherrschung grundlegender Methoden und Werkzeuge der Informatik zur vierten Kulturtechnik.



Der Wunsch, Informatiksysteme auch zur Unterstützung des Lernens und Lehrens zu nutzen, begleitet die Informatik von Anfang an. Beginnend mit spezifischen Trainingsprogrammen in den sechziger Jahren über die Anfänge des »Computer- bzw. Rechnergestützten Unterrichts« in den Siebzigern kam der Durchbruch zum heutigen vernetzten multimedialen »E-Learning«, das über erschwingliche und doch leistungsstarke Netze und Geräte einen nahezu ubiquitären Zugang zu hochwertigen Angeboten ermöglicht. Die multimediale Präsentation von Bildungsgegenständen gilt dabei als attraktiver Mehrwert. Die Didaktik der Informatik erforscht die Nutzung dieser neuen Möglichkeiten und erarbeitet Konzepte zur Gestaltung und Entwicklung von Lehrinhalten, Lernplattformen und Entwicklungsumgebungen. Informatikerinnen und Informatiker, die hier mitwirken, müssen dabei weit über ihr eigenes Fach hinaus denken; denn es kommt auf die richtige Einbettung von Systemen in den Lernprozess an, um diesen etwa durch Lernerzentrierung, authentische und komplexe Anwendungssituationen, Perspektiven- und Rollenwechsel zu



fördern. Als besonders Erfolg versprechend erweisen sich hierfür hybride Lernarrangements, die unter dem Schlagwort »Blended Learning« traditionelle Lehr-Lern-Szenarien mit Elementen des E-Learning kombinieren und mit geeigneten Sozialformen oder Handlungsmustern verknüpfen.

Der Aufwand für die Entwicklung multimedialer Lernmaterialien liegt deutlich über dem Aufwand, der für die Vorbereitung traditioneller Lehre erforderlich ist und ersetzt diese auch nicht. Optimierungspotenziale liegen in der Mehrfachnutzung derartiger Materialien und einer Unterstützung durch »Customizing«- und Konfigurationswerkzeuge, die die Anpassung der modularen Lernobjektbestände an das jeweilige Einsatzfeld erleichtern. Mit steigender Aktivität der Lernenden steigt aber in jedem Fall auch der Betreuungsaufwand.

Die Entwicklung guter Bildungssoftware stellt eine Herausforderung für die Informatik dar, die nur in interdisziplinärer Zusammenarbeit zu meistern ist. Die sehr aufwändigen Informatiksysteme unterstützen die Lernprozesse. Die Informatik entwickelt »Intelligente Lernsysteme«, die sich den Lernenden in Bezug auf ihre Handlungsweisen und ihren Lernfortschritt einzeln anpassen. Die Herausforderung liegt in den individuellen und vielschichtigen Lehr- und Lernprozessen, in denen es auf die eigene Anstrengung des Lernenden, aber auch auf exzellente Lehrpersonen sowie die Kommunikation und die Kooperation mit anderen Menschen ankommt.

Die von der Informatik zu erstellenden E-Learning-Systeme entlasten Lehrpersonen von immer wiederkehrenden Präsentationsaufgaben, fordern aber erhöhten Einsatz hinsichtlich der Transparenz des Lernprozesses: von der Darlegung und Begründung

der Lehrziele, über die Vermittlung der erforderlichen Fundamente und Wahlmöglichkeiten bis zur Vorbereitung auf künftige Anforderungen und lebensbegleitendes Lernen. Den Lernenden sind Alternativen aufzuzeigen, die sie zumindest teilweise selbst organisieren müssen, wie etwa die Auswahl der geeigneten Lernorte und Medien, das Setzen von Schwerpunkten oder die Reflexion eigener Lösungen. Ein



Informatiksystem muss die Lehrenden bei all diesen Fragen – auch den verwaltungstechnischen – unterstützen. Es muss ihnen die notwendigen Spielräume für die Gestaltung und Konfiguration des Lehrmaterials geben, und Lehrende müssen auf eine mangelnde Vorbereitung und typische Schwierigkeiten der Lernenden reagieren können. Darüber hinaus muss sich ein Informatiksystem an jahrgangsstufen- und kursübergreifendes Lernen anpassen können.

Jeder Bildungsprozess weist die von den Lernenden erwarteten Aktivitäten aus, nicht alle sind jedoch überprüfbar. Aus E-Learning-Projekten ist bekannt, dass aktive Lernende noch aktiver werden, passive dagegen noch weniger auffallen, wenn ihre Aktionen nicht tatsächlich gemessen und analysiert werden. Bei »Blended Learning« findet nicht jede Aktivität unbedingt in der E-Learning-Phase statt; schwerpunktmäßig empfehlen sich dafür aber die Bereiche Übung, Test und Projektarbeit.

Dies alles gilt gleichermaßen für die zunehmend überlebenswichtige kontinuierliche Weiterbildung, ohne die die individuelle Arbeitsfähigkeit im globalen Wettbewerb nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Besondere Bedeutung kommt dabei dem »Learning on Demand«, also dem Wissenserwerb in konkreten, arbeitsbedingten Bedarfssituationen zu. Dies stellt nicht nur spezifische Anforderungen an die jeweiligen Informatiksysteme, sondern erfordert auch eine wesentlich engere Kooperation von Bildungsinstitutionen und Arbeitgebern.



»Lernende Organisationen« und sogar »lernende Regionen« werden die gesellschaftliche Landschaft der Zukunft prägen, in der sich private und öffentliche Bildungsanbieter in einem globalen freien Bildungsmarkt zunehmend profilieren und spezifische Kompetenzen entwickeln müssen. Hier bietet sich der Informatik ein großes und sehr anspruchsvolles Anwendungsfeld, in welchem die klassischen Rollenverteilungen nachhaltig verändert werden und die Lernerfolge der ständigen Wissenszunahme nachzuführen sind.

Informatik für die Kultur

30

»Wir amüsieren uns zu Tode« schrieb Neil Postman vor beinahe 20 Jahren und diagnostizierte damit einen tief greifenden Wandel in der US-amerikanischen Kultur von einer inhalts- zu einer unterhaltungsorientierten Gesellschaft. Das Medium Buch, mithin die Schriftkultur, werde ersetzt durch das Medium Fernsehen, also die Bildkultur. Showbusiness trete an die Stelle des Diskurses, Emotionen lösten die Ratio ab.

Diese Art der Kulturkritik findet ihre Fortsetzung in der Auseinandersetzung mit dem neueren Medium, dem Computer. Die Erlebnisgesellschaft droht zur Spielgesellschaft zu werden, die ihre Zeit nicht mehr mit Zappen über Fernsehprogramme, sondern mit endlosen Computerspielen zubringt: Wir spielen uns zu Tode. Die Diskussion um die Frage, ob Fernsehen brutalisierend und kriminalisierend wirkt, hat sich auf die Frage nach den Wirkungen von Computerspielen verlagert.



Die Möglichkeiten der Informatik, die Menschen mit Computerprogrammen zu beschäftigen, sind unerschöpflich – unabhängig von Sinn und Nutzen. Informatik und Kultur scheinen in einer ebenso schwierigen Beziehung zueinander zu stehen wie Fernsehen und Kultur. Offensichtlich rufen mediale Umbrüche immer auch Befürchtungen um den Fortbestand der »alten« Kultur hervor, bevor sie sich im neuen Gewand etablieren kann. Nur langsam setzt sich auf dieser Ebene der Kulturkritik die Vermutung durch, dass mit dem neuen Medium auch eine neue Kultur zu entstehen vermag, eine Spielkultur, deren Spieler das Genre Entertainment zu neuen Formen sozialer Interaktion in physikalischen und virtuellen Welten nutzen. Jenseits der so genannten Ballerspiele entstehen neue rhetorische und ästhetische Ausdrucksformen. Kollektive Spieltechniken können soziales Handeln befördern und zur Lösung von Problemen der realen Welt anleiten. Hier liegt eine



Herausforderung an die Informatik, sich nicht auf die rein technischen Realisierungen zu beschränken, sondern sich in Kooperation mit den Geisteswissenschaften mit den Wirkungen und dem Aufbruch zu neuen Zielsetzungen intensiv zu befassen.

Auf einer anderen Ebene findet die Diskussion um den interkulturellen Austausch statt: Das Internet als Plattform zur Annäherung an fremde Kulturen oder zum Kennen lernen kultureller Ausdrucksformen im eigenen Land, denen man bislang nicht begegnet ist. Auch in der aktuellen Diskussion um Zuwanderung wird das Internet als Informationsbörse über die Kultur des Gastlandes eine wichtige Rolle spielen. Nicht zuletzt bietet das Netz auch im nationalen Rahmen Möglichkeiten, sich mit kulturellen Ausdrucksformen auseinanderzusetzen, die bislang fremd oder finanziell unerreichbar sind; MP3-Spieler, Musikdateien und die Diskussion um Tauschbörsen mögen hierfür ein Beispiel sein.

Auch Künstler haben die Möglichkeiten des Internet längst als mögliche Befreiung aus den Zwängen eines Agenten, einer Plattenfirma, einer Galerie entdeckt und nutzen die informatischen Möglichkeiten zur Präsentation und Vermarktung ihrer Kunstformen. Als Vermittlerin kultureller Inhalte und Ausdrucksformen hat sich die Informatik inzwischen ihre Daseinsberechtigung erworben. Als kulturelle (Mit-)Gestalterin ist sie aber derzeit noch zu wenig aktiv. Das mag an ihrer relativen Jugend und an der Skepsis etablierter Kulturschaffender gegenüber diesem neuen Medium liegen. Aber auch ihre rasanten technologischen Sprünge mögen dazu beitragen: Während Bücher oft noch nach Jahrhunderten lesbar sind, verblassen Videos und Magnetbänder deutlich schneller. So finden sich heute für digitale Produktionen der sechziger und siebziger

Jahre gleich welchen Genres keine Lesegeräte mehr. Einige frühe Medien-Installationen, musikalische Schöpfungen oder Grafiken gingen auf diese Weise bereits für immer verloren.



Der kurzen Halbwertszeit von Formaten, Speichermedien und Lesegeräten wegen hat die UNESCO eine »Charter on the Preservation of Digital Heritage« verabschiedet. Zu den Aufgaben gehört nicht nur die dauerhafte Konservierung der Werke namhafter Kulturschaffender; auch die namenlosen, oft nicht weniger wichtigen Beiträge aus den Frühzeiten des Internet gehören zu diesem Erbe. Andererseits werden Computer schon seit längerem zur (Re-)Konstruktion von Bauwerken eingesetzt, die zum kulturellen Erbe gehören. Der Borobodur auf Java,

Angkor Wat in Kambodscha oder die Frauenkirche in Dresden sind nur einige Beispiele. In der virtuellen Welt des Mediums Computer entstehen verschollene Kunstwerke, ja ganze Museen neu, die nie vollendet oder die zerstört wurden, wie etwa die Kunsthalle Oldenburg 1905 von **PETER BEHRENS** oder der Merzbau in Hannover von **KURT SCHWITTERS**.

Inzwischen vereinigen sich im digitalen Medium alle künstlerischen Ausdrucksformen, die die Menschheit bislang hervorgebracht hat. Vieles ist heute in die digitale Form übersetzt: die steinzeitlichen Höhlenbilder von Lascaux, Shakespeares Dramen, Enzyklopädien, klassische Musik, Videoclips oder ganze Filme. Doch auch neue Formen entstehen: In der eingangs erwähnten Spielwelt sind es die so genannten »Massive Multiplayer Online Role-Playing Games«, Rollenspiele im virtuellen Raum.

Seit den späten sechziger Jahren gibt es eine Tradition in der bildenden Kunst, die sich auf ästhetische Weise algorithmischer Ausdrucksmöglichkeiten bedient. Deren Vertreter malen, zeichnen, programmieren, produzieren Grafiken bzw. Bilder mittels Computern, Programmen und Plottern. In der bildenden Kunst gestaltet man heute



Mumie trifft PC

mit Rechnern ganze Kunstinstallationen, in der Musik virtuelle Orchester und Klangräume. Der virtuelle Raum des Internet, der Bildschirm als Bühne sowie Hypertext erlauben neue Formen des Erzählens. Im Cyberspace lassen sich beliebig viele Ausdrucksformen in einem einzigen Medium vereinen. Mit dem »Theater der Maschinen« wurden erste Versuche unternommen, mit Computern neue Formen auch in der darstellenden Kunst zu finden. Gerade hier bietet die schöpferische Fantasie immer neue Herausforderungen für die Informatik.

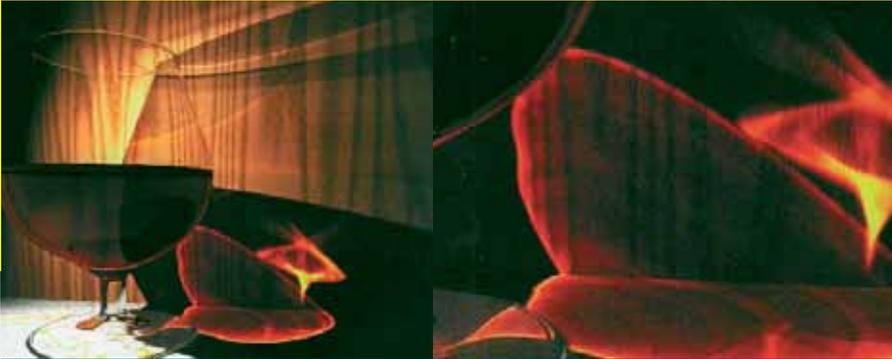
Informatik für Individuum und Gesellschaft

34

Wie in jeder innovativen Disziplin lassen sich auch in der Informatik die Folgen neuer Konzepte und Systeme selten vollständig abschätzen. Die Informations- und Wissensgesellschaft wirkt heute noch wie hastig in Besitz genommenes riesiges Neuland, das es zu kultivieren gilt. Anfänglicher Euphorie folgt die Ernüchterung, dass die Welt hart an einer neuen Ordnung zu arbeiten hat. Einerseits freuen sich Menschen über schier unbegrenzt erscheinende Kommunikations- und Unterhaltungsmöglichkeiten, andere beunruhigt, dass Daten zur unangemessenen Kontrolle oder zum Ausspionieren der Privatsphäre genutzt werden bzw. genutzt werden können oder dass Teile der Menschheit ihre wertvolle Zeit an geistlose Computerspiele verschenken. Elektronischer Informations-Müll ergießt sich in elektronische Postkörbe, wir werden zu Zielscheiben von mehr oder weniger seriösen Angeboten aus aller Welt. Alles wird verfügbar und transparent – auch wir selbst? Im Einzelnen zeichnen sich große Veränderungen unseres Lebens ab. Sie vollziehen sich meist nicht rasend schnell, sind aber veritable Revolutionen.

Arbeiten, Einkäufe, Behördengänge können mit Hilfe von Informatiksystemen zunehmend zeit- und ortsunabhängig über Fest- und Funknetze abgewickelt werden, »E-Anything« ist die Devise. Die Zahl klassischer ortsgebundener Arbeitsplätze nimmt beständig ab, Arbeitsleistung kann global angeboten und angenommen werden, Löhne und Honorare werden weltweit vergleichbar. Was wie eine Bedrohung lokaler Idylle klingt, ist gleichzeitig aber auch Herausforderung und Chance: Europäische Ingenieurskunst, die Fähigkeit zum Entwurf, zur Entwicklung und Beherrschung komplexer Systeme ist ein Wettbewerbsvorteil, den es nicht nur zu halten, sondern auszubauen gilt. Für Unternehmen bedeutet dies ein kontinuierlich beschleunigtes Innovationsstreben, für das Individuum die Notwendigkeit zu ständiger Weiterbildung.

Im Privaten genießen viele die Unterhaltungs- und Kommunikationsmöglichkeiten wie Film, Musik und E-Mail. Die Ansprüche an Qualität und Vielfältigkeit wachsen. Mit der überall verfügbaren Kommunikation und Information verschwinden räumliche



Kaustikberechnung in Echtzeit

und zeitliche Grenzen. Der Mensch ist also virtuell überall, physisch aber möglicherweise öfter allein. Dem gilt es durch die Etablierung neuer und alter lokaler Bindungen und sozialer Netzwerke entgegenzuwirken.

Unser Verhältnis zum Wissen verändert sich. Wenn alles Wissen überall zugänglich ist, muss es nicht mehr unbedingt in der Schule erworben und in unseren Köpfen gespeichert werden. Wir müssen lernen, mit der Informationsflut umzugehen und das Wertvolle in Wissen umzusetzen und aufzubereiten – und gleichzeitig ein ständig wachsendes Basiswissen erwerben. Das gesamte Bildungswesen wird sich hierauf ausrichten, wobei erneut die Informatik eine zentrale Rolle spielt.

Die vollständige Vernetzung ermöglicht neue Formen der Mitwirkung in gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen. E-Voting, d.h. Wahlen oder andere Bürgerentscheidungen über das Internet, sind nur die Spitze des Eisberges. Wie diese Möglichkeiten zum Nutzen der Menschen eingesetzt werden können und sollen, muss Gegenstand beständiger diskursiver Erörterung sein.

Bildung, Arbeit und Kultur werden sich wie auch die Gesellschaftssysteme und die Stellung des Individuums neu formieren. Wir genießen einerseits die Segnungen der Informatik als verbessernde Technologie in Medizin, Technik und Kommunikation, wir erleben andererseits eine Phase der inneren Unsicherheit. Wir sehen neue Möglichkeiten der Komplexitätsausweitung und -beherrschung und erleben zugleich tiefgreifende Umstrukturierungen in der Arbeitswelt und ihren Unternehmen. Uneingeschränkte Euphorie ist mit Sicherheit nicht angebracht, genauso wenig aber Kultur- und Zukunftspessimismus. Ob und welche Balancen gefunden und erreicht werden müssen, ist noch ungewiss. Sicher ist dagegen, dass die Informatik dabei wieder eine der Hauptrollen übernehmen wird.

Herausforderung Zukunft

36

Die Informatik – Grundlagenwissenschaft der Informationsverarbeitung, Ingenieurdisziplin und virtuelle Experimentalwissenschaft – wird auch in diesem Jahrhundert die Dynamik der Innovation weitgehend bestimmen. Ihre Interdisziplinarität, ihre wachsende Durchdringung anderer Wissenschaftsfelder, vor allem aber die allgegenwärtigen Informatiksysteme, die unser gesamtes Leben zunehmend prägen, stellen sie vor neue Herausforderungen und verlangen ihr Verantwortung ab.

Dazu gehört in erster Linie Vertrauenswürdigkeit. Informatiksysteme müssen nicht nur absolut zuverlässig funktionieren und so konzipiert und konstruiert sein, dass der Schutz von Persönlichkeit und Privatsphäre garantiert und Missbrauch verhindert wird. Sie müssen trotz ihrer oft enormen Komplexität stets beherrschbar bleiben – und benutzbar. Methoden und Verfahren, die das ermöglichen, gilt es daher in nächster Zukunft verstärkt zu erforschen, weiterzuentwickeln sowie technisch anspruchsvoll und mit Verantwortung umzusetzen – und damit die Entwicklung innovativer und qualitativ hochwertiger Informatiksysteme zu beschleunigen. Hierzu ist ein enger Schulterschluss von Forschung, Lehre, Ausbildung, Politik und Wirtschaft erforderlich. Nur über gut ausgebildete Informatikerinnen und Informatiker kann technologisches Wissen neuesten Standes unmittelbar in die Entwicklung innovativer Informatikprodukte einfließen und damit entscheidend zur Zukunftsfähigkeit im internationalen Wettbewerb beitragen. Im Sinne der Zukunftssicherung sind daher besondere Anreize zu schaffen, damit mehr junge Menschen für die Informatik und die von ihr eröffneten attraktiven Berufsperspektiven gewonnen werden können.



Nach Methoden zur Beherrschung von Materie und Energie hat der Mensch Methoden entwickelt, um auch die Information maschinell und mit Werkzeugen bearbeiten zu können. Dies greift tief in alle Bereiche menschlichen Daseins ein. Ein Leben ohne Informatik und Informatikkenntnisse ist nicht mehr vorstellbar. Informatik findet daher schon seit einiger Zeit systematisch Eingang in die allgemeine Schul-, Berufs- und Hochschulausbildung sowie in die lebenslange Weiterbildung.

Darüber hinaus ist es jedoch entscheidend, dass sich ein kollektives Bewusstsein dafür entwickelt, dass neben humanistischer und naturwissenschaftlicher Bildung die technische Bildung – und hier vor allem die der Informationsverarbeitung – eine dritte Säule für die Entwicklung unserer Zukunft darstellt. Alle gesellschaftlichen Kräfte sind daher aufgerufen, ihren Teil dazu beizutragen, dass dieses Bewusstsein tatsächlich entsteht.

Literatur zum Nachschlagen

38

BÜCHER

Duden Informatik.

VOLKER CLAUS UND ANDREAS SCHWILL, Dudenverlag Mannheim, 2001.

Informatik Handbuch

PETER RECHENBERGER UND GUSTAV POMBERGER, Carl Hanser Verlag München, 2002.

Informatik – Grundlagen, Anwendungen, Perspektiven

REINHARD WILHELM (HRSG.), Verlag C.H. Beck München, 1996.

BUCHREIHEN

Lecture Notes in Informatics (LNI)

Gesellschaft für Informatik Bonn

Lecture Notes in Computer Science (LNCS)

Springer Verlag Heidelberg

ZEITSCHRIFTEN

Informatik Spektrum

Springer Verlag Heidelberg

LOGIN

LOGIN-Verlag Berlin



Redaktion

SUSANNE BIUNDO (federführend), VOLKER CLAUS, HEINRICH C. MAYR

Mitwirkende

SUSANNE BIUNDO, Universität Ulm

MANFRED BROY, TU München

VOLKER CLAUS, Universität Stuttgart

WOLFGANG COY, Humboldt-Universität Berlin

JÖRG DESEL, Kath. Universität Eichstätt

GUNTER DUECK, IBM Deutschland

MANFRED GLESNER, TU Darmstadt

LEANDRO SOARES INDRUSIAK, TU Darmstadt

THOMAS LENGAUER, MPI Saarbrücken

RALF LUDEWIG, TU Darmstadt

JÖRG MAAS, DVT Berlin

HEINRICH C. MAYR, Universität Klagenfurt

PETER MERTENS, Universität Erlangen-Nürnberg

KARL-HEINZ RÖDIGER, Universität Bremen

SIGRID SCHUBERT, Universität Siegen

TIM VOR DER BRÜCK, DWD Offenbach

HEIKO ZIMMER, TU Darmstadt

Kontakt

PROF. DR. SUSANNE BIUNDO

Fakultät für Informatik · Universität Ulm · 89069 Ulm

susanne.biundo@uni-ulm.de

