

Fachbereich Informatik, Universität Hamburg

**Ansprache des neuen Ehrendoktors  
des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg  
Prof. Dr. Dr. h.c. Wilfried Brauer**

Herr Fachbereichssprecher, lieber Herr Oberquelle,

liebe ehemalige und jetzige Hamburger Kolleginnen und Kollegen, liebe ehemalige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,  
meine Damen und Herren.

Für die Verleihung der Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg danke ich von ganzem Herzen. Ich freue mich außerordentlich, diese hohe Auszeichnung von meinem ehemaligen Fachbereich erhalten zu haben, den ich vor 11 Jahren, wie Sie wissen, gar nicht gerne verlassen habe (aber über Politik will ich hier jetzt nicht reden). Mir ist sehr bewußt, welche besondere Ehre es ist, nach Konrad Zuse der zweite Ehrendoktor des Fachbereichs Informatik geworden zu sein. Manche von Ihnen werden sich gewiß noch daran erinnern, daß Konrad Zuse damals von mir die Urkunde überreicht bekam und zwar in diesem Raum, in dem wir auch heute wieder zu Gast sein dürfen.

Diese Auszeichnung bedeutet mir sehr viel, weil ja mein Engagement und meine gefühlsmäßig enge Beziehung zu Hamburg und zur Hamburger Informatik nach wie vor intensiv sind, und weil ich nun auch formal wieder dem Fachbereich Informatik der Universität Hamburg zugehörig bin.

Lieber Herr Valk, Ihnen danke ich sehr herzlich für die einfühlsame, ausführliche und, wie mir scheint, allzu lobende Laudatio. Ich bin echt überwältigt - mir war gar nicht klar, was ich im Laufe der Jahre alles gemacht habe.

Liebes Ehepaar Neumann, liebes Ehepaar von Hahn, für Ihr Mozartquartett ganz besonderen Dank! Karten für die Berliner Philharmoniker kann ich mir kaufen, solch ein persönliches Musikgeschenk wie dies aber ist unbezahlbar.

Ich danke allen meinen ehemaligen Hamburger Kollegen, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die vertrauensvolle und fruchtbare Zusammenarbeit in meinen Hamburger Jahren. Wenn damals auch viel weniger Zeit für wissenschaftliche Forschung blieb (als mir lieb war und als ich jetzt habe), so konnte ich hier jedoch sehr gründlich kennenlernen, was ich auch als TU-Professor in München, wo man quasi selbständiger Unternehmer ist, sehr gut brauchen kann: Wie man Mitarbeiter motiviert, was man für Mitarbeiter alles tun kann, wie man heiße Diskussionen, langwierige, dramatische Sitzungen leitet und zu einem vernünftigen Ende bringt, wie man mit Verwaltungen, Behörden, Politikern umgeht und vieles mehr.

Ganz besonders mochte ich mich bei Professor Stähelin, der leider heute nicht hier sein kann, bedanken dafür, daß er schon im Mai 1970 als Headhunter zum International Computing Symposium nach Bonn kam und mich für die Universität Hamburg gewann, wo ich dann im November 1970 im gemeinsam von Stähelin und Ihnen, lieber Herr Ansorge, veranstalteten Kolloquium für Informatik vortrug - einige von Ihnen werden sich noch daran erinnern.

Last but not least möchte ich gerade auch an dieser Stelle meiner Frau großen Dank aussprechen - wie sie ja wohl auch alle wissen, hätte ich ohne meine Frau längst nicht so viel tun können. Sie

hat, als wir nach Hamburg kamen, ihre Studienratstelle aufgegeben und mir nicht bloß (wie man so sagt) den Rücken frei gehalten, sondern mich bei vielen meiner Tätigkeiten aktiv unterstützt: mitgedacht, mitgearbeitet und mit-geschrieben (und tut es natürlich noch immer) - Ute, Dir steht ein ganz großer Anteil an dieser Ehrung zu!

Und nun möchte auch ich noch etwas zum Thema dieses Festkolloquiums beitragen und - sozusagen - den Vortrag fortsetzend, den ich 1991 bei der 20-Jahr-Feier der Hamburger Informatik gehalten habe, sprechen über

### **"Tendenzen in der Informatik".**

Beginnen möchte ich mit einer persönlichen Bemerkung.

Eigentlich wollte ich ja gar nicht Mathematik studieren - sondern Philosophie und Germanistik. Mathematik (und das damals kanonische Nebenfach Physik) wählte ich, weil ich später Geld verdienen, aber nicht Lehrer werden wollte. Nebenbei studierte ich aber doch etwas Philosophie vor allem bei Wilhelm Weischedel und Eva Cassirer - mit Ausrichtung auf Erkenntnistheorie und Sprachphilosophie, speziell auf Frege und Wittgenstein.

Bis zum Diplom war die Philosophie freilich nur Luxus: Zur Promotion konnte ich sie schon als drittes Fach in den mündlichen Prüfungen verwenden. Aber erst als Professor hatte ich die Freiheit, meinen geisteswissenschaftlichen Interessen im Rahmen meiner Dienstaufgaben nachzugehen: So nahm ich als ersten Doktoranden in Hamburg Thies Wittig an, der dann über „Semantische Analyse von Sätzen zur Erfassung eines Sachverhalts" promovierte.

Ich erwähne das alles nicht bloß, um den üblichen Verdacht abzuwehren, Philosophie betreibe man, wenn man alt wird, sondern weil ich meine, daß es nicht nur für mich, sondern ganz grundsätzlich unumgänglich ist, an die Informatik von mehreren Seiten heranzugehen - und zwar insbesondere auch von der philosophisch-humanwissenschaftlichen..

Aber ich will mein zweites Studienfach, Physik, nicht verleugnen und auch auf die wachsende Bedeutung physikalischen Denkens in der Informatik hinweisen. Ich komme noch darauf zurück.

Diesmal werde ich also weniger über klassische Informatik sprechen als über

### **"Menschliche Kognition, intelligente Steuerung und Regelung komplexer dynamischer Systeme".**

Drei wesentliche Tendenzen prägen - oder sollten es wenigstens - die Entwicklung der Informatik:

1. Tendenz: Konstruktion von verteilten Systemen und Multimedia-Kommunikationsnetzen, d.h. von *künstlichen* digitalen Systemen. Das ist die Fortentwicklung der traditionellen Informatik angesichts neuer technischer Möglichkeiten.
2. Tendenz: Analyse, Steuerung und Regelung realer technischer (physikalisch/chemischer) Systeme sowie soziotechnischer Systeme wie Verkehrs-, Verwertungs-, Handels-Systeme. Das spielte bisher in der Informatikforschung eine recht geringe Rolle und wurde vor allem von Physikern und Ingenieuren betrieben - mit sehr viel Erfolg!
3. Tendenz: Erforschung und Nachahmung der Fähigkeiten von Lebewesen, in einer komplexen Umwelt zurechtzukommen - d.h. Struktur und Veränderung wahrzunehmen und reaktiv oder sogar proaktiv zu handeln. Das wurde bisher nur zu einem kleinen Teil durch das Gebiet der künstlichen

Intelligenz abgedeckt - vornehmlich befaßten sich damit die kognitiven Wissenschaften (d.h. im wesentlichen Psychologie, Verhaltenswissenschaft, Erkenntnistheorie, Hirnforschung, Neurobiologie).

Unter Gesichtspunkten der Forschung (Ziele, Methodik, Theorie) sind diese drei Tendenzen - genauer: die durch sie bestimmten Arbeitsgebiete - recht verschieden. Zusammen kommen sie, *müssen* sie kommen, in der Anwendung, d.h. bei der Schaffung komplexer Informatikprodukte, denen i.a. eine gewisse Autonomie erlaubt werden muß.

Denn was produziert die Informatik? Sie entwickelt (technische) Assistenzsysteme, die Menschen bei allen Arten von Tätigkeiten - geistigen und körperlichen - unterstützen. Das können sein:

- direkt nutzbare Systeme wie Computer, Kommunikations- und Multimedia-Systeme oder Service-Roboter;

- indirekt genutzte Informatik-Systeme, also sog. eingebettete Systeme, d.h. Kernkomponenten moderner Industrieprodukte (wie medizinische Geräte, Autos, etc.) oder moderne Dienstleistungssysteme (wie etwa das "intelligente Haus").

Um für den Einzelnen und die Gesellschaft akzeptabel zu sein, müssen bei der Konstruktion dieser Systeme i.a. Aspekte aus allen drei Tendenzen der Informatik berücksichtigt werden.

Deshalb möchte ich nun noch einmal diese drei Tendenzen einzeln behandeln. Zunächst hatte ich sie von ihren Zielsetzungen und Aufgaben her kurz beschrieben. Jetzt möchte ich sie betrachten mit dem Augenmerk auf Grundannahmen, Grundvorstellungen, Denkrichtungen - auch das kann hier natürlich nicht in der gebotenen Ausführlichkeit geschehen.

Also zur *ersten Tendenz*: Weiterentwicklung der traditionellen Informatik

Die Grundvorstellung, von der die Ansätze der traditionellen Informatik ausgehen, ist die eines engen Zusammenhangs von Denken und Symbolverarbeitung. Vereinfacht gesagt: Denken kann sprachlich formuliert werden, und Sprache wird mittels Symbolen aufgeschrieben; komplexe Gedankengebilde entstehen durch systematische Zusammensetzung aus einfachen Gedanken - nach dem Freudschen Kompositionsprinzip; also läßt sich alles Wissen in Symbolfolgen aufschreiben, d.h. formal repräsentieren. So läßt sich "Der logische Aufbau der Welt" im Sinne von Carnap im Computer nachvollziehen - d.h. die durch das Denken, den Intellekt, erschlossene Welt wird im Computer virtuell manipulierbar; deshalb läßt sich auch rationales Planen und Handeln des Menschen durch den Computer unterstützen, und es können virtuelle Denkwelten aufgebaut werden.

Auf diesen Vorstellungen basiert das Software-Engineering-Konzept des modularen, hierarchischen Aufbaus von Software-Systemen und der Wunsch nach vollständigen, exakten Spezifikationen, aus denen die Implementationen systematisch konstruiert werden können.

Probleme mit diesem einfachen Ansatz wurden schon früh bei der Behandlung verteilter Systeme und nebenläufiger Prozesse erkannt - das Stichwort "Petri-Netz-Theorie" genügt, weil gerade hier in Hamburg intensiv auf diesem Gebiet gearbeitet wurde und wird - auch bei uns in München (sowie an vielen anderen Orten).

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Die Systeme der traditionellen Informatik bilden also eine vom menschlichen Intellekt geschaffene künstliche Welt, und der Kontakt dieser Systeme zur realen Welt geschieht über technische und zivilisatorische Schnittstellen, die ebenfalls mittels des menschlichen Intellekts konstruiert wurden.

Ich nenne diese Art von Informatik deshalb kurz *Intellekt-bestimmte Informatik*.

Nun nur *zweiten Tendenz*:

Hier möchte ich von *Physik-bestimmter Informatik* sprechen.

Ausgangspunkt ist folgende - eigentlich triviale - Feststellung: In der realen Welt hat man es mit Physik (und Chemie) zu tun, wenn man technische (d.h. auch informatische) Systeme baut und einsetzt.

In München (an meinem Lehrstuhl) befassen wir uns schon seit längerem mit solchen Fragen wie Robotersteuerung, Anlagensteuerung (Walzwerke, Klärwerke), Motorprüfstandssteuerung, Motorregelung - u.a. in Zusammenarbeit mit verschiedenen Firmen wie Siemens, Kratzer Automatisierung, Zoche Antriebstechnik. Und (wie ich hörte) haben Sie hier in Hamburg ja auch einiges mehr als bisher in dieser physikalisch-systemtechnischen Richtung vor. Die Grundvorstellung für die Einbettung technischer Systeme in die reale Welt sowie für die Steuerung oder Regelung (komplexerer) technischer oder natürlicher Systeme ist die folgende: Wir haben ein System, das in einer Umwelt aktiv sein soll. Dazu erfaßt es Informationen über diese Umwelt mittels Sensoren (Stichwort: Meßdatenerfassung). Aus diesen Informationen bestimmt es (aufgrund der sog. Naturgesetze), wie sich die Umwelt in Zukunft verhalten wird. Wenn sich dieses Verhalten ändern soll, gibt das System entsprechende Informationen (Steuersignale) an die Umwelt.

Die Grundlage für den Bau und Einsatz technischer Systeme bildete bis vor kurzem allein die (makroskopische) Physik mit den folgenden 3 Grundprinzipien:

1. Der Verlauf der Dinge ist - mittels der Naturgesetze - vorhersagbar, wenn man alle Anfangsbedingungen kennt. Stichworte: Laplacescher Dämon (1776), Kausalitätsprinzip.

2. Komplexe Systeme versteht man, d.h. die Gesetze für ihr Verhalten (die Naturgesetze der Physik) findet man, indem man die Systeme solange (rekursiv) in Subsysteme zerlegt, bis man Systeme erhält, die man mathematisch-analytisch behandeln kann. Das Verhalten des Gesamtsystems erhält man (rückwärts) durch (additives) Zusammensetzen. Stichwort: John Stuart Mills Prinzip der „Gleichförmigkeit der Natur“ (1843). Ich hoffe, Sie merken: Freges Kompositionsprinzip ist nichts anderes als die Übertragung dieses Prinzips auf Sprache und Denken - und die algebraisch-logische Grundlage des Software-Engineering entspricht der Newton-Hamiltonschen Theorie der klassischen Mechanik.

3. Meßdatenerfassung ist zwar fehlerbehaftet, aber diese Fehler lassen sich eliminieren oder wenigstens minimieren. Man unterscheidet systematische Fehler des Datenerfassungsverfahrens und statistische Fehler. Die ersteren beruhen wieder auf Naturgesetzen, lassen sich also herauspräparieren; für die anderen hat man vor allem die Gaußsche Fehlerrechnung sowie Filtertechniken zur Unterdrückung stochastischen Rauschens.

Über dieses einfache Weltbild sind die Physik und Teile der Ingenieurwissenschaft weit hinaus gegangen. In der Informatik ist das noch nicht ganz so. Man unterscheidet in der Physik jetzt zwischen schwacher Kausalität: "Gleiche Ursachen haben gleiche Wirkung" und starker Kausalität: "Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen" sowie zwischen Systemen mit linearen Systemgleichungen, für die die starke Kausalität gilt und die sich kompositionell zerlegen lassen (im Sinne Mills) einerseits und nichtlinearen Systemen (insbesondere solchen mit vielen

Parametern) für die das alles nicht zu gelten braucht andererseits. Bei solchen Systemen können Meßfehler so verstärkt werden, daß ihr Verhalten nur ganz kurzfristig vorhersagbar wird oder sogar als zufällig erscheint (sog. chaotische Systeme).

Trotzdem kann die Physik auch mit solchen komplizierten, aber in der Realität recht häufig vorkommenden System schon recht gut umgehen. Sie hat neue Meß-, Filter- und Schätzmethode entwickelt, die alle für die praktische und realitätsbezogene Informatik sehr nützlich sind. Dies ist wohl einer der Gründe dafür, daß Physiker in der Praxis der Informatik so erfolgreich sind.

Die Zusammenhänge mit der informatischen Theorie und Methodik der Informationsverarbeitung und Systemkonstruktion sind noch nicht ausreichend verstanden und müssen intensiv untersucht werden. In Kooperation mit Siemens (Dr. Deco) befassen wir uns deshalb z.Zt. recht intensiv mit Fragen der intelligenten Datenanalyse und der Komplexität der Information, die durch Beobachtung dynamischer Systeme entsteht (Stichwort: Zeitreihenanalyse).

Ich meine: Wenn die Informatik nicht einen wesentlichen Teil ihrer Anwendungen an die Physiker und Ingenieure verlieren will, muß sie sich in ihrer Grundlagenforschung sehr intensiv um die Verarbeitung realer Daten, um die Anbindung der Informatik-Systeme an die physikalische Welt kümmern und ihre reduktionistisch-kompositionelle Denkweise zumindest teilweise aufgeben.

Jetzt noch kurz zur *dritten Tendenz*, diese möchte ich durch das Schlagwort *Lebensbestimmte Informatik* charakterisieren.

Normale Lebewesen - auch die meisten Menschen - beherrschen weder Logik und Mathematik noch Physik. Trotzdem sind sie im normalen Leben den bisherigen Informatiksystemen meist überlegen. Erst seit kurzem ändert sich das.

Im normalen Leben gelten die Standardannahmen und Standardanforderungen der traditionellen Informatik i.a. nicht; da gibt es

- ° keine absolute Fehlerfreiheit,
- ° keine scharfen Unterscheidungen zwischen gut und böse oder richtig und falsch,
- ° keine Mills/Fregesche Gleichförmigkeit der Komposition,
- ° keine dauernde Stabilität des Verhaltens, sondern plötzliches "Umkippen" beim Erkennen, Verstehen, Reagieren aufgrund kleiner Änderungen der Gemütslage, des körperlichen Befindens, der Umweltbedingungen.

Normale Lebewesen haben Fähigkeiten, die ihnen erlauben, mit diesen Verhältnissen zurecht-zukommen; sie können

- ° sich anpassen oder sogar lernen - mehr Erfahrung, mehr Wissen führt bei ihnen nicht zu Verlangsamung (wie meist im Computer) sondern zu Beschleunigung der Reaktion (Denken Sie z.B. ans Auto fahren - wie langsam war man als Fahrschüler, wie schnell reagiert man bei 200 Stundenkilometern auf der Autobahn).

Normale Lebewesen können auch

- ° Fehler, Unvollständigkeit, Ungewißheit, Ungenauigkeit kompensieren;
- ° typisches Verhalten, charakteristische Merkmale, Gestalt erkennen;
- ° komplexe dynamische Systeme steuern und regeln;
- ° zielgerichtet, interessengeleitet, sinnbezogen handeln
- ° und vieles mehr.

Worauf all diese Fähigkeiten beruhen, wie sie realisiert sind und was wir von Lebewesen auf informatorisch-technische Systeme übertragen können, ist Gegenstand intensiver Forschung. Jetzt darauf einzugehen, erlaubt mir die Zeit nicht - es ist auch hier in Hamburg gar nicht nötig, denn das hieße Eulen nach Athen tragen. Wo sonst in Deutschland wird das Thema Informatik und Leben in solch einer Vielfalt behandelt.

Mich interessieren in diesem Themenspektrum vor allem die Fähigkeiten und das Verhalten des erwachsenen Menschen als Individuum sowie als Kommunikations- und Kooperationspartner und zwar - weniger die soziologischen Aspekte als die Kompetenz des Einzelnen, - weniger die intellektuellen Fähigkeiten als die mehr elementaren der Wahrnehmung von Raum und Zeit, der Gestalterkennung, etc. - und hierbei weniger das Sehen und Bildverstehen als die mentalen Repräsentationen und Vorgänge, - weniger die Fragen des kommunikativen Handelns als Probleme des Sprachlernens, -verstehens und -produzierens.

Bei der Untersuchung dieser Fragen, sollte man sich, meines Erachtens nach, nicht auf eine Weltanschauung / ein Forschungsparadigma einschränken, sondern verschiedene Ansätze ausprobieren und kombinieren sowie interdisziplinär arbeiten.

Wir in München untersuchen z.B.

- auf neurobiologisch-informatischer Ebene Fragen der Synchronisation von Neuronennetzen im Kortex im Hinblick auf Gestalterkennung,
- mit neuroinformatisch-linguistischem Ansatz Möglichkeiten des Lernens semantischer Repräsentationen aus den in linguistischen Korpora vorliegenden syntaktischen Repräsentationen (speziell bei Ausdrücken zur Raumbeschreibung),
- Extraktion von Wissen aus linguistischen Korpora mit Hilfe linguistischer Theorien,
- Formalismen und Verfahren der qualitativen Darstellung und Verarbeitung von räumlichen Konfigurationen und Bewegungsabläufen - dies geschieht in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Psychologen und insbesondere in Kooperation mit den Hamburger Kognitionswissenschaftlern.

Schön wäre es, wenn sich auch darüber hinaus im weiteren Bereich der "Lebensbestimmten Informatik" eine engere Zusammenarbeit zwischen Hamburg und München entwickeln würde. Doch nicht allein zum Wohle dieser Zusammenarbeit, sondern vor allem weil die Hamburger Informatik sowohl eine wichtige Komponente des Bildungs- und Forschungsspektrums in Norddeutschland ist, als auch eine besondere Position in der gesamten Informatiklandschaft einnimmt, wünsche ich dem Fachbereich Informatik der Universität Hamburg weiterhin viel Erfolg.