

38 Jahre Informatik in der Schweiz

Autor(en): **Speiser, A. P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **78 (1987)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-903793>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

38 Jahre Informatik in der Schweiz

A.P. Speiser

Die Informatiktätigkeit in der Schweiz begann 1948 mit der Gründung des Instituts für angewandte Mathematik an der ETH Zürich auf Initiative von Professor Eduard Stiefel. Der Relais-Rechner Z4 ab 1950 und die am Institut gebaute «ERMETH» ab 1956 waren die Werkzeuge, mit denen bedeutende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der numerischen Mathematik und in der Programmierung erbracht wurden, eine Tradition, die sich seither ungebrochen fortgesetzt hat.

En Suisse, l'informatique a débuté en 1948 par la fondation de l'Institut des mathématiques appliquées de l'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich, à l'initiative du professeur Eduard Stiefel. Le calculateur à relais Z4 dès 1950 et l'ERMETH, construite à l'Institut, dès 1956 furent les instruments qui permirent d'importantes prestations scientifiques en mathématiques numériques et en programmation, une tradition qui s'est poursuivie sans interruptions depuis lors.

Adresse des Autors

Prof. Dr. A.P. Speiser, Chef der Konzernforschung, BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, 5401 Baden.

Die ersten Impulse

Die Entwicklung der Informatik in der Schweiz ist untrennbar mit der Person von *Eduard Stiefel*, Mathematikprofessor an der ETH Zürich, verbunden. Er unterbreitete 1948 dem damaligen Schulratspräsidenten, *Hans Pallmann*, einen sorgfältig begründeten Antrag zur Schaffung eines *Instituts für angewandte Mathematik*. Die Existenz von Computern (von digitalen Rechenautomaten, wie es damals hiess) war eben bekannt geworden; es war vorauszusehen, dass ihre Leistungsfähigkeit sich schnell verbessern würde. Dadurch würden – so sah man voraus – viele Ingenieuraufgaben der numerischen Bearbeitung zugänglich, die wegen des grossen Rechenaufwandes bisher nicht in Angriff genommen werden konnten; darüber hinaus würden in der wissenschaftlichen Erforschung des numerischen Rechnens bedeutsame und fruchtbare Fragestellungen eröffnet. Heute scheint uns die Logik dieses Vorstosses unausweichlich, ja geradezu selbstverständlich. Aber vor 38 Jahren waren die Zusammenhänge bei weitem nicht so einleuchtend. Die Nachrichten über existierende Computer waren lückenhaft, von ihren Leistungen konnte man sich kein klares Bild machen. Das Prinzip der Von-Neumann-Maschine war in der Schweiz *nicht bekannt*; Berichte über diese grundlegend wichtige Idee erreichten unser Land erst im Lauf des Jahres 1948. (Die Von-Neumann-Maschine ist ein Computer, der Zahlen und Befehle im gleichen Format darstellt und im gleichen Speicher aufbewahrt und der in der Lage ist, Befehle im Rechenwerk zu verändern.) Es zeugt von einem aussergewöhnlichen Weitblick, dass Stiefel die Zukunft derart klar voraussah und die Weichen dementsprechend stellte.

Als erstes sah sich das neugegründete Institut vor die Notwendigkeit gestellt, für das technisch-wissenschaftli-

che Rechnen und für die Forschung in numerischer Mathematik einen geeigneten Computer zu beschaffen. Anlagen mit der Rechenleistung, die man ins Auge gefasst hatte, waren aber auf dem Markt nicht erhältlich; es wurde daher geplant, einen eigenen Computer zu entwickeln und zu bauen. Stiefel beschloss, zwei Assistenten, einen Mathematiker und einen Elektroingenieur, für ein Jahr nach den USA zu entsenden, mit dem Auftrag, sich mit dem Stand der Technik gründlich vertraut zu machen. Die Wahl fiel auf den späteren Mathematikprofessor *Heinz Rutishauser* und auf den Verfasser dieser Zeilen. Die beiden verbrachten das Jahr 1949 an der Harvard University und am Institute for Advanced Study in Princeton, wo sie Gelegenheit zur Zusammenarbeit mit *Von Neumann* hatten. Noch bevor sie zurückkehrten, erfuhr Stiefel, dass eine in Deutschland in den letzten Kriegsjahren von *Konrad Zuse* gebaute (damals noch elektromechanische) Anlage erworben werden konnte. Er griff rasch entschlossen zu und sicherte sich die Rechte für eine Überführung der Maschine, die die Bezeichnung Z4 trug (Fig. 1), an die ETH. Die beiden Assistenten fanden also bei ihrer Rückkehr aus den USA Ende 1949 eine völlig veränderte Lage vor: Statt einen Elektronenrechner zu planen und zu bauen, galt es, zunächst die Relais-Maschine zu installieren und in Betrieb zu halten. Dieser Betrieb erwies sich bald als überaus erfolgreich. Zahlreich und bedeutend sind die mathematischen Ergebnisse, die zwischen 1951 und 1954 mit Hilfe der Zuse-Maschine entstanden. Sie wurde auch in der Lehre eingesetzt: Von 1952 an führte die ETH – vermutlich als erste europäische Hochschule – *Kurse in Computer-Programmierung* mit praktischen Übungen durch. Angesichts des oft beklagten Rückstandes der Schweiz in der Informatik sollte man



Figur 1. Blick auf die Bedienungskonsole der Z4 (1951)

In der Mitte Locher und Abtaster für die Lochstreifen, im Hintergrund Relais-Schränke mit Glasfront.

eine solche Tatsache nicht aus den Augen verlieren!

Die Planung der ERMETH

Der Plan, einen eigenen Rechner zu entwickeln und zu bauen, war durch den Erwerb und den Betrieb der Z4 nicht aufgehoben, wohl aber verzögert worden. Von 1952 an wurde er energisch weiter verfolgt. Es war damals klar, dass Entwicklung und Bau eines Computers mehrere Jahre beanspruchen würden. Wenn man vermeiden wollte, dass die neue Anlage schon bei ihrer Inbetriebnahme als veraltet gälte, mussten die wichtigen Grundsatzentscheidungen über Hardware und Architektur mit etwelcher Voraussicht gefällt werden. Darüber, dass sich die Technik schnell, vielleicht sogar stürmisch entwickeln werde, bestanden wenig Zweifel. Es ist ein schwieriges gedankliches Unterfangen, sich aus der heutigen computerdurchtränkten Zeit zu lösen und sich in die Vergangenheit zu versetzen. Im Jahre 1950 begann das öffentliche Interesse an Computern eben erst zu erwachen, und die Computerwissenschaften waren die Domäne eines engen Kreises von Fachleuten, die sich grösstenteils persönlich kannten. Computerzeitschriften existierten nicht, die Veröffentlichungen mussten in mathematischen, physikalischen und elektronischen Zeitschriften gesucht werden. Ein vollständiges Literaturverzeichnis kam auf knapp 100 Titel; manche die-

ser Arbeiten waren oberflächlich und wenig informativ. Namen wie Software, Rechnerarchitektur, Von-Neumann-Maschine, Assembler und dergleichen waren nicht bekannt, sie wurden erst ein Jahrzehnt später geprägt (sie werden hier trotzdem verwendet, weil von den damit umschriebenen Begriffen schon damals klare Vorstellungen bestanden).

Eine Übersicht über existierende Computer ergab folgendes Bild: Es waren eine Reihe von Anlagen mit elektromechanischen Zählern und mit Relais in Betrieb, die befriedigend funktionierten. Sie befanden sich alle in den USA, mit der einzigen Ausnahme der Z4 an der ETH. Die Z4-Maschine war dem amerikanischen Stand der Technik in mehreren Punkten deutlich voraus. Nebst anderen wichtigen Merkmalen hatte sie eine Vorrichtung, die man heute als Hardware-Assembler bezeichnen würde und die die Programmierumgebung in einer Art benutzerfreundlich gestaltete, wie wir es sonst nirgends gesehen hatten. Es war offenkundig, dass Zuse über reiche Erfahrung im praktischen Betrieb von Rechnern verfügte, ein Merkmal, das in jener Zeit den meisten Erbauern elektronischer Maschinen abging.

Von den vielen elektronischen Rechnern, an denen damals gearbeitet wurde, standen, soviel wir feststellen konnten, nur zwei im aktiven und organisierten Rechenbetrieb: ENIAC an der University of Pennsylvania (USA) und EDSAC an der Cambridge University (England). ENIAC war schon

1945 in Betrieb gegangen; sie hatte auf der ganzen Front der Computertechnik Neuland betreten und war damit eine beispiellose Pionierleistung. Inzwischen hatte aber die Technik grosse Fortschritte gemacht, und die ENIAC konnte nicht für die Beurteilung der Zukunft herangezogen werden. EDSAC hingegen war erst kürzlich fertiggestellt worden; es war die erste Von-Neumann-Maschine, die dem Betrieb übergeben wurde. Daneben existierten in den USA mindestens zwei Dutzend Computer-Projekte in mehr oder minder vorgerücktem Stadium, sowie einige wenige in Europa. Jene, die uns zugänglich waren, studierten wir sorgfältig. Allen diesen Projekten war gemeinsam, dass sie mit grossen Hardware-Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, die in der mangelnden Zuverlässigkeit der Komponenten und Schaltkreise begründet waren. Die Inbetriebnahme wurde dadurch mancherorts um Jahre verzögert, vereinzelt sogar verunmöglicht. Hier ist auch die Erklärung zu finden, weshalb ausgerechnet die englische EDSAC-Gruppe als erste eine Von-Neumann-Maschine dem Betrieb übergeben konnte: Die Gruppe war vorsichtig; sie verwendete möglichst nur bewährte Komponenten und steckte ihre Ambitionen bezüglich Rechengeschwindigkeit und Komplexität gegenüber den amerikanischen Projekten erheblich zurück, was sich unmittelbar auszahlte. – Demgegenüber hörte man nie etwas von Software-Schwierigkeiten; dass es solche überhaupt geben könnte, schien damals kaum denkbar!

Blick in die Zukunft

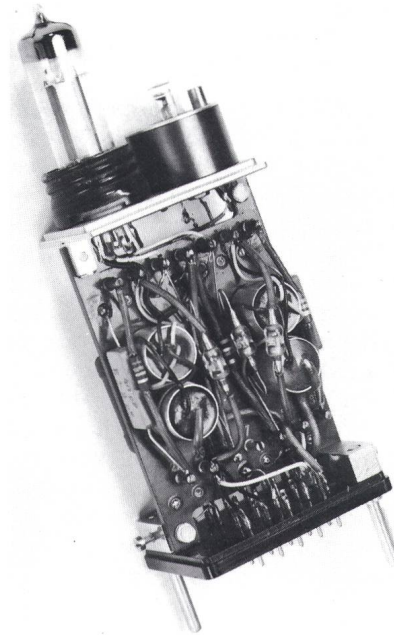
Wie sah man im Jahr 1950 die Zukunft? Die Computeranlagen, die in Betrieb standen oder nahe der Vollen- dung waren, stützten ihre Schaltkreise auf Elektronenröhren und passive Komponenten. Zögernd wurden Germaniumdioden beigezogen, meist mit schlechten Ergebnissen. Ein grosses Problem war der Datenspeicher. Im Prinzip konnte man einen Speicher mittels Röhren-Flipflops aufbauen, doch war an eine Kapazität von mehr als einem Kilobit auf dieser Grundlage nicht zu denken. Als Speicher wurden Quecksilber-Ultraschalleitungen¹ und

¹ Es handelt sich um etwa 1 m lange Stahlrohre, die mit flüssigem Quecksilber gefüllt sind und in denen die Impulse als Ultraschallwellen zirkulieren, also gespeichert werden.

rotierende Magnettrommeln verwendet, ausnahmsweise auch die Williams-Röhre, eine Kathodenstrahlröhre, die die Information in Form elektrischer Ladungen speicherte. Der Magnetkernspeicher war noch nicht erfunden, Ringkerne aus Ferrit existierten nicht. Recht ausgefallene Erfindungen neuer Speicherelemente bereicherten laufend die Literatur, sie alle schienen wenig erfolgversprechend.

Was war von Transistoren zu halten? Die Existenz der Transistoren war vor zwei Jahren bekanntgeworden. Jedermann wusste davon, aber kaum jemand hatte einen Transistor gesehen oder gar damit arbeiten können. Über die Kennlinien waren nur recht vage Angaben erhältlich, man konnte sich kein Bild darüber machen, wie digitale Schaltungen aussähen. Es wurde nur von Spitzentransistoren gesprochen, die Flächentransistoren, die später allein das Feld beherrschten, existierten höchstens in der Patentliteratur. Aber die Vorteile der Transistoren waren so offenkundig, dass kein Zweifel bestand, dass sie im Computerbau die Elektronenröhren verdrängen würden. Unsicherheit bestand lediglich über den zeitlichen Verlauf dieses Vorganges, es gab darüber verschiedene Spekulationen. Dass es aber noch sieben Jahre dauern würde, bis der erste volltransistorisierte Computer auf dem Markt erscheint, hätte man kaum gedacht; es wurde ein schnelleres Tempo erwartet. An die Möglichkeit integrierter Schaltungen dürfte freilich kaum jemand gedacht haben.

Für das Institut für angewandte Mathematik galt es nun, zu entscheiden, welches die wesentlichen Merkmale des Computers zu sein hatten, der gebaut werden sollte. Mittel und Ausrüstungen, die zur Verfügung standen, waren eher bescheiden; elektronisches Neuland zu betreten, kam nicht in Frage. Am schwierigsten zu lösen war die Frage des Speichers. Es wurde eine Kapazität von 10 000 Worten (etwa 500 Kilobit) für notwendig erachtet, damit hatten wir unser Ziel wesentlich höher gesteckt als alle andern Computerprojekte, die wir gesehen hatten. Zu Williamsröhren hatten wir zu wenig Vertrauen; es bestand Grund zur Annahme, dass ihre Mängel grundlegend und nicht behebbar waren, eine Vermutung, die sich später bestätigte. Mit Quecksilber-Ultraschallröhren war ein Speicher dieser Grösse noch nie gebaut worden, wir trauten uns dieses Kunststück nicht zu. Es blieb die Magnettrommel, deren Realisie-



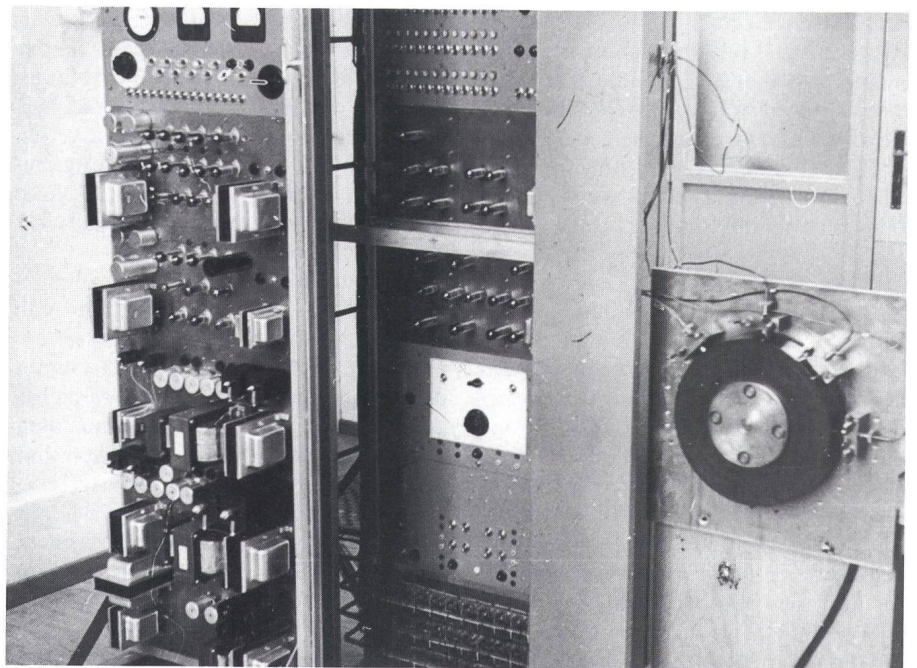
Figur 2. Steckbare Baugruppe der ERMETH (1954)

Flipflop mit Doppeltriode. In der Mitte erkennt man vier Germaniumdioden mit Glasgehäuse, links und rechts zwei Induktivitäten und zwei Impulsübertrager mit Ferritkern, die mit Giessharz vergossen sind. Rechts oben befindet sich eine Glimmlampe zur Zustandsanzeige und ein Druckknopf zur manuellen Verstellung. Die Entwicklung der Schaltung erfolgte am Institut für angewandte Mathematik, Aufbau und Herstellung besorgte die Firma Hasler.

rung eben noch knapp innerhalb der Kräfte des Instituts zu liegen schien. Wesentlich einfacher war der Ent-

scheid über die elektronischen Grundschaltungen; es war von vornherein klar, dass auf Prinzipien zurückzugreifen war, die anderswo erprobt waren, und dass die Dimensionierung sehr konservativ vorgenommen werden sollte. – Ganz anders stellten sich die Randbedingungen bezüglich der Ausgestaltung der Rechnerarchitektur. Darüber existierten eine Reihe von recht innovativen Ideen, und es bestand kein Grund, sich bei deren Verwirklichung Zurückhaltung aufzuerlegen.

Der Relais-Rechner Z4 ging an der ETH Mitte 1950 in Betrieb und bildete die Grundlage einer überaus fruchtbaren mathematischen Forschung. Dieser Erfolg, der die Erwartungen übertraf, liess die Inangriffnahme des Elektronenrechners weniger dringend erscheinen, und der endgültige Entscheid über Schaltungen und Architektur der neuen Maschine, die später den Namen ERMETH (elektronische Rechenmaschine an der ETH) erhielt, wurde auf 1952 verschoben, was sich in der Folge als sehr glücklich erwies. Wir legten uns auf Grundschaltungen mit Doppeltrioden fest (Fig. 2) und wagten die ausgiebige Verwendung von Germaniumdioden, welche eben die Schwelle der erforderlichen Zuverlässigkeit erreicht hatten. Die ERMETH hatte 2000 Röhren, 6000 Dioden und einen Magnettrommel-speicher (Fig. 3); sie ging 1956 in Be-



Figur 3. Magnettrommel der ERMETH

Versuchsaufbau am Institut für angewandte Mathematik zur Erprobung von Magnetschicht, Magnetsköpfen, Schreib- und Leseschaltungen (1952).

trieb. Konstruktion und Bau erfolgten unter massgebender Mitwirkung der Firma Hasler.

«Technological Forecasting»

Rückblickend kann man festhalten, dass das, was am Institut für angewandte Mathematik im Jahr 1950 praktiziert wurde, «Technological Forecasting» im genauen Sinn des Wortes gewesen ist. Freilich existierte diese Bezeichnung damals noch nicht, ebensowenig waren die verschiedenen Verfahren identifiziert und beschrieben, welche Namen wie Trendextrapolation, Relevanzbaum, Szenenbilder, Delphi-Methode und dergleichen erhalten haben. Intuitiv wurden diese Techniken sicher beigezogen. Es gibt aber zwei Regeln, an die wir uns konsequent gehalten haben, weil ohne sie eine technische Voraussage immer auf schwachem Grund steht: gründliches Wissen über den Stand der Technik und Befragung der massgebenden Experten. Wer den aktuellen Stand nur lückenhaft kennt, kann keine gute Prognose stellen; er riskiert, Entwicklungen vorauszusagen, die im Widerspruch zu vorhandener und gesicherter Erkenntnis stehen. Und die Meinung der Experten muss in die eigenen Vorstellungen einbezogen werden. Die Experten sind jene Personen, die den gegenwärtigen Stand der Technik selber geschaffen haben und die mit der Weiterentwicklung beschäftigt sind; sie haben das beste Urteil darüber, was möglich und was wahrscheinlich ist. Gewiss widersprechen sich die Experten oftmals, aber einer von ihnen hat meistens recht, und es wäre ein Fehler, ausgerechnet ihn nicht anzuhören!

Heute fragt man sich, wie gut die Prognose war. Nachträglich ist man immer klüger, und mit den heutigen Erkenntnissen ist es leicht, in der damaligen Zukunftsbeurteilung Schwächen aufzudecken. Die gültige Frage ist die, ob mit dem damaligen Wissen und auf Grund der damals anerkannten Wertvorstellungen eine bessere, das heisst genauere Voraussage möglich gewesen wäre und ob im besondern für den Bau der ERMETH andere Wege hätten gewählt werden sollen. Für einen direkt Beteiligten ist diese Frage schwer zu beantworten – es mögen sich Aussenstehende damit befassen.

Die kommerzielle Datenverarbeitung

In den fünfziger und sechziger Jahren wurde die ETH zu einem weltweit anerkannten wissenschaftlichen Zentrum in der numerischen Mathematik und der Programmierung; Z4 und ERMETH waren die Instrumente dazu. Aber grosse und helle Lichter haben die Eigenschaft, dass sie auch Schatten werfen. Es ist ein Merkmal fast aller hervorragenden Centers of Excellence, dass sie die begabtesten Köpfe in ihren Sog ziehen und dass sich alle Beteiligten mit dem gemeinsamen Ziel und auch mit den gemeinsamen Auffassungen identifizieren. Das führt dazu, dass Nachbargebiete es schwer haben, sich zu entfalten: das Kraftfeld des Hauptgebietes ist so stark, dass Ansätze in der Nachbarschaft einen schweren Stand haben. Je näher am Zentrum sie liegen, desto geringer sind ihre Überlebenschancen. Dieses Schicksal erlebte die *kommerzielle Datenverarbeitung* an der ETH. Es ist eine Tatsache, dass die Wichtigkeit der kommerziellen Datenverarbeitung nicht erkannt wurde, und zwar nicht nur in den frühen Ansätzen, sondern auch dann noch, als ihre Bedeutung – gemessen an der weltweit installierten Rechnerkapazität – jene der numerischen Mathematik weit überholt hatte. Wer sich für Fortschritt und Unterricht auf diesem Gebiet einzusetzen versuchte, hatte keine Chance, Kredite zu erhalten und in die Lehrpläne einzudringen. Die Folge war, dass die ETH Zürich sowohl in der Forschung als auch im Unterricht gegenüber vergleichbaren Hochschulen empfindlich ins Hintertreffen geriet. Angesichts der grossen Bedeutung dieses Gebietes für die Praxis kam und kommt diesem Mangel ein gesamtwirtschaftliches Gewicht zu.

Die Situation war gekennzeichnet durch ein Auseinanderklaffen von wissenschaftlicher Spitze und Breitenarbeit an der Basis. Auf dem Gebiet der *Computer-Programmierung* machte die ETH seit je und bis heute auf dem Weltniveau mit. Die Entwicklung von Algol wurde von *H. Rutishauser* entscheidend mitgeprägt, und zwei heutige moderne Programmiersprachen, Pascal und Modula-2, stammen von *N. Wirth*, der 1979 an der ETH sogar einen eigenen Computer baute, den Arbeitsplatzrechner *Lilith*, der in der Fachwelt Aufmerksamkeit erregte. Aber die Ausbildung von Hauptfach-Informatikern, also die Schaffung der

neuen Abteilung IIC, die als Abschluss den Titel des diplomierten Informatikingenieurs verleiht, musste bis 1981 warten. Es ist nicht übertrieben, wenn man von einer zehnjährigen Verspätung spricht. Es ist der Initiative einiger engagierter Professoren zu verdanken, dass der Schritt schliesslich vollzogen werden konnte. Mit einem Personal von 5 Professoren und 30 Assistenten wurde der Sprung gewagt – mitten in der Durststrecke des Personalstopps. An den Studentenzahlen gemessen war der Erfolg durchschlagend: rund 200 Neueintretende schreiben sich alljährlich ein. Für die engere Informatik kamen jährlich etwa 7 Assistentenstellen und erst seit 1984 jährlich zwei Professorenstellen dazu. Für die Beteiligten bedeutete dieses Missverhältnis zwischen Studentenzahlen und Lehrpersonal eine enorme Belastung.

Im Frühjahr 1986 haben die ersten Absolventen das volle Informatikstudium abgeschlossen, weitere werden folgen, glücklicherweise in steigender Anzahl. Dadurch wird der drückende Mangel an qualifizierten Informatikern schrittweise gemildert werden; heute scheint die schlimmste Krise vorbei zu sein. 9 der 10 Schweizer Hochschulen (ohne Basel) und 5 höhere technische Lehranstalten bieten eine Hauptfachausbildung in Informatik an. Eine eigentliche Pionierrolle hatte die 1978 gegründete Softwareschule Schweiz in Bern gespielt. Die Gründung dieser Schule durch die Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (damals Kommission Jucker) muss als *eine der wertvollsten bildungspolitischen Initiativen* der vergangenen zehn Jahre bezeichnet werden. Die Softwareschule ist inzwischen als eigenständige Abteilung in die Ingenieurschule Bern (Abendtechnikum) integriert worden.

Die Identität der Informatik

In auffälligem Gegensatz zu diesen zögernden Anläufen der Ausbildungsangebote steht die Intensität der Computeranwendung in der Praxis. Die Schweiz zählt, hinter den USA, zu *den Ländern mit der grössten Computerdichte*. Banken und Versicherungen beschäftigen heute bis zu 6 % des Personals in ihren Informatikabteilungen. Ingenieure bilden in diesen Branchen bereits eine der grössten Akademikergruppen; sie befassen sich mit den

technischen Fragen der Informationsverarbeitung und der Datentransporte.

Angesichts dieser Relationen ist es überraschend, dass es noch heute Stimmen gibt, die die Schaffung der Informatikabteilung an der ETH Zürich als einen Fehler bezeichnen und die zu verhindern suchen, dass die verbleibenden höheren technischen Lehranstalten dem Beispiel folgen. Es lohnt sich, dieser Meinungsverschiedenheit in einer Frage, die für unsere Volkswirtschaft von so grundlegender Bedeutung ist, nachzugehen. Sie rührt von einem Wandel her, den das Wissensgebiet «Informatik» in den letzten zwei Jahrzehnten durchlaufen hat. Heute hat die Informatik *eine eigene, selbständige Identität*, aber diese Identität ist – im Gegensatz etwa zu jener von Mathematik, Physik und Chemie – in den Augen der Zeitgenossen noch nicht genügend gefestigt. Das Hauptargument gegen die Hauptfach-Informatikausbildung lautet wie folgt: «Informatik muss jeder kennen, und es muss in allen Lehrplänen für eine Informatikausbildung gesorgt werden. Ein Nur-Informatiker hingegen ist ein

Schmalspur-Akademiker, seine Ausbildung genügt den Anforderungen nicht, die man an das Wissen eines Ingenieurs stellt.» Diese Erwägung war vor zwanzig Jahren sicher berechtigt. Das Wissensgebäude der Informatik war zu klein und zu bescheiden, um als Ingenieur-Hauptfach zu genügen. Heute hat sich das geändert. Die Informatik ist zu einem selbständigen, wohlstrukturierten Forschungs- und Lehrgebiet geworden, mit einem tragfähigen wissenschaftlichen Unterbau und einem reichverzweigten und verästelten Baum von technischen Anwendungen. Ein Hauptfach-Informatiker ist kein Schmalspur-Ingenieur – freilich nur unter der folgenden, wichtigen Voraussetzung: Der Lehrplan, nach dem er unterrichtet und geprüft wurde, muss den Anforderungen an eine ernsthafte Hochschulausbildung genügen. In den unteren Semestern muss eine *tragfähige Grundlage* in Mathematik, Physik und Elektrotechnik gelegt werden (eine Forderung, die nebenbei bemerkt nicht nur für die Informatiker, sondern für Ingenieure jeder Richtung ihre Gültigkeit hat).

Die Informatik ist heute zu einer fest etablierten und vollwertigen Ingenieurdisziplin geworden. Es zeichnet sich aber noch ein anderer, bedeutender Wandel ab. Sie ist im Begriff, zu einer *Grundwissenschaft* zu werden. Die Informatik ist weder Teil der Mathematik noch Teil der Physik, sie beginnt sich als neue, selbständige Wissenschaft zu kristallisieren und sich neben die Mathematik und die Physik zu stellen. Aus dieser Sicht wird die Forderung «Jeder muss die Informatik kennen» geradezu zu einer Selbstverständlichkeit: Die Mathematik beginnt in der Primarschule, die Physik in der Sekundarschule, beide setzen sich bis ins Hochschulstudium fort, und zwar für die Ingenieure aller Richtungen. Dasselbe sollte für die Informatik gelten. Daneben braucht es heute auch Hauptfach-Informatiker, wie es seit jeher Mathematiker und Physiker gebraucht hat. Die zwei Forderungen «Die Informatik muss jeder kennen» und «Die Informatik ist ein selbständiger Ingenieurberuf» sind heute unabhängig und voll gültig, es besteht zwischen ihnen kein Widerspruch!