

Paper-ID: VGI_198216



Geodäsie und Computer. Festvortrag Geodätentag 1982

Heinz Zemanek ¹

¹ *Postfach 251, A-1011 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **70** (3), S.
183–196

1982

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Zemanek_VGI_198216,  
Title = {Geod{"a}sie und Computer. Festvortrag Geod{"a}tentag 1982},  
Author = {Zemanek, Heinz},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {183--196},  
Number = {3},  
Year = {1982},  
Volume = {70}  
}
```



Ich hoffe zusätzlich, daß die Kontakte und Freundschaften, die Sie an und rund um diesen Geodätentag pflegen, lange fortwirken und Sie, meine verehrten Teilnehmer an diesem Geodätentag, auch innerlich bereichern. Es ist etwas Schönes, Freunde zu besitzen. Mit jedem zunehmenden Jahr des Lebens wird es schöner!

Für uns, die wir in Österreich politische Verantwortung tragen, ist dieser Geodätentag eine zusätzliche Genugtuung: Er zeigt uns, daß Österreich in der Lage ist, seine selbstgewählte Aufgabe und seine Zielsetzung, Land der Mitte und Land der Begegnung zu sein, auch zu erfüllen. Und wenn viele von Ihnen am Rande des Geodätentages auch über die Grenze und über die gesellschaftspolitische Demarkationslinie hinweg nach Ungarn fahren, freut uns dies zusätzlich. Viele von uns haben immer davor gewarnt, in Kategorien zu denken, in welchen Europa mit seiner vielschichtigen und wechselvollen Geschichte und seinen reichen Zivilisationsformen 60 km von Wien seine Grenze finden könnte.

Ich wünsche dem 66. Deutschen und dem 1. Österreichischen Geodätentag, ich wünsche dem großen Geodätentag 1982 in Wien einen großen und bleibenden Erfolg im fachlichen, ebenso wie im zwischenmenschlichen Bereich. Und mit diesem Wunsch erkläre ich auch kraft der mir von Ihnen erteilten Ermächtigung den Geodätentag 1982 in Wien für eröffnet.

Festvortrag

Geodäsie und Computer

gehalten von a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Zemanek im Rahmen der Festveranstaltung des Geodätentages 1982

Das expandierende All der Informationsverarbeitung

Geodäten sind Ur-Kunden der Mathematik und des Computers, sie sind der Uradel der Computerbenützer. Denn die früheste, die ägyptische Mathematik diente der Landvermessung und einer der frühesten industriemäßig hergestellten Computer, die Relaismaschine Z11 von Zuse, war der Geodäsie gewidmet. Daher war die Pflicht, die Einladung für diesen Vortrag anzunehmen, noch größer als die Ehre, eine so bedeutende Tagung miteröffnen zu dürfen, und als das Vergnügen, wieder einmal zu Computeranwendern zu sprechen. Daß ich dies mit der nötigen Vorsicht tun werde, versteht sich von selbst. Verstehen doch heutzutage Anwender von Computern auf weiten Gebieten mehr als ein Computertheoretiker wie ich, dem das Universum, in welches er kurz nach dem Urknall eintrat, längst viel zu groß geworden ist. Gleich dem expandierenden Weltall zeigt das Informatik-All den Effekt, daß der Abstand zwischen zwei beliebigen Gravitationszentren umso schneller wächst, je weiter diese Zentren voneinander entfernt sind. Man sitzt in seinem Sonnensystem und hält den Flug einer Jupitersonde für eine Weltraumfahrt. Nun ist aber ein solcher Vergleich mit dem Universum eine maßlose Übertreibung. Denn der Gegenstand der Informatik ist der Mensch und das Bedürfnis des Menschen nach der rechten Information. Das Informatik-All hat den Durchmesser des menschlichen Kopfes – dafür hat es aber die Weite des menschlichen Geistes mit seiner Unermeßlichkeit, und so ist es auf seine Weise vielleicht doch von der Größe des Weltalls. Die Informationsverarbeitung geht auf jeden Fall vom Menschen aus und muß ihm dienen, sie muß natürlich und zweckmäßig sein, und alle Verstöße gegen den menschlichen Geist rächen sich automatisch und rasch. Der Computer hat der Technik mehr vom menschlichen Geist verliehen, zugleich holt er sie auf menschliches Maß zurück.

Es ist dieser Aspekt des Zusammenhangs zwischen Geodäsie und Computer, den dieser Vortrag in den Vordergrund setzen will. Das beste Mittel, ein Optimum zu erreichen, ist es, mit losen Gedanken zu beginnen und zu enden, und nur zwischendurch gelegentlich eine Andeutung von Systematik zu wagen. Es besteht berechnete Hoffnung, daß ein lockeres Mosaik mehr gibt als konsequente, aber trockene Theorie.

*Beiträge der Geodäsie
zur Mathematik und zur Datenverarbeitung*

Wenn man den größten Teil des Jahres einen wolkenlosen Himmel über sich hat und hohe, nadelförmige Obeliskten bauen kann, dann begnügt man sich nicht mit der Tagesarbeit der Landvermessung nach jeder Nilüberschwemmung – dann setzt man sich und sein Land in Beziehung zu Erde und Himmel und hat bald mehr als praktische Technik, man hat Geist und Kultur. Eine Reise nach Ägypten macht das noch Jahrtausende später deutlich.

Pythagoras hat seinen Lehrsatz aus Ägypten nach Griechenland importiert, und von dort haben wir dieses Urstück geodätischer Einsicht über ein arabisches Zwischenspiel nach Mitteleuropa übernommen. Der Satz des Pythagoras gibt Anlaß, ein wenig über Beweise nachzudenken. Die Menschheit – genauer gesagt, ihre Geometrie betreibende Minderheit – benützt diesen Satz sehr viel länger, als sie seine Korrektheit beweisen kann. Der Philosoph Schopenhauer hat in diesem Zusammenhang [1] auf den Unterschied zwischen einem Einsichts- und einem Nötigungsbeweis hingewiesen und den Mathematikern seit Euklid den Vorwurf gemacht, den Studenten mit Genuß in Nötigungsbeweise zu treiben. Schopenhauer zieht dazu den Lehrsatz des Pythagoras als Beispiel heran, wo es für den Fall des gleichschenkelig-rechtwinkligen Dreiecks einen Einsichtsbeweis gibt, während man den allgemeinen Fall eher so behandelt, daß der Student ihn nicht einsieht, aber zugeben muß, keine Gegenargumente zu haben. Schopenhauer wußte gar nicht, wie sehr er damit recht hatte, denn auch für den allgemeinen Fall gibt es seit dem 10. Jahrhundert einen Einsichtsbeweis des arabischen Mathematikers Thabit ibn Qurra, dem Schüler eines Schülers jenes al-Chorezmi, von dem der Ausdruck Algorithmus stammt [2].

Das hat aber sehr viel mit dem Computer zu tun, wo Korrektheitsbeweise noch wichtiger sind als in der bisherigen Mathematik, weil man dem Computer bei seinen unvorstellbaren Geschwindigkeiten nicht auf die Finger oder Gatter schauen kann und sich seiner versicherten Verlässlichkeit anvertrauen muß, wo die Einsicht sich im Kleinstmaß der Längen und Zeit und im Riesenmaß der Komponenten und Schritte nur allzu leicht verliert.

Korrekttheitsbeweise haben nicht nur die Schwäche, daß man auch die Korrektheit des Korrekttheitsbeweises nachweisen müßte und damit in eine unendlich lange Kette geriete, sondern die Beweisteile haben auch noch die Tendenz, um ein Vielfaches länger zu sein als der Text, dessen Korrektheit nachzuweisen ist. So schön es also ist, Korrektheit nachzuweisen – es ist nur in ausgewählten Fällen perfekt möglich. Die Mathematik hat hier in der Praxis ebenso sehr ihre Sicherheit verloren wie in ihren theoretischen Grundlagen [3]. Sie ist keine Weisheit an sich, sondern ein Werkzeug des Menschen, mit dem man Fehlleistungen hervorbringen kann. Die rechte Vorstellung von dem, was man tut, ist so wichtig geblieben wie eh und je in der Mathematik, sie ist aber immer schwerer erreichbar; und es ist eine ungeheuer wichtige Aufgabe, die rechte Vorstellung vom Getanen zu erreichen und zu erhalten. Die Einsicht in das, was andere getan haben, ist nicht weniger wichtig; und es ist eine ungeheuer verantwortungsvolle Aufgabe, die rechte Einsicht in das Getane zu ermöglichen.

Geben wir es doch zu: der Computer verleitet ein wenig dazu, im Vertrauen auf die perfekte Arbeit der Schaltkreise dem Benutzer mehr Nötigung als Einsicht aufs Haupt zu stülpen. Jeden Ausdruck, der für den unausgebildeten Benutzer bestimmt ist, noch einmal auf Verständlichkeit zu prüfen, wäre ein Beitrag zum Schutz des Menschen vor falscher Rationalisierung.

Von den ägyptischen Geodäten kommt die Kultur unserer Maßeinheiten, und auch hier lohnt sich ein Gedanke gegen die Entmenschlichung durch falsch verstandene Rationalisierung. Einer solchen verdanken wir nämlich unser Meter. Bis zu seiner Einführung waren die Maßeinheiten auf den Menschen ausgerichtet, ein Klafter ging von Fingerspitze zu Fingerspitze der ausgebreiteten Arme und zwar zugleich ein Normale für die Höhe des Menschen – man erinnere sich an die bekannten Zeichnungen, etwa von Leonardo und Dürer, wo dem Körper ein Quadrat umschrieben ist und wo auch die anderen Einheiten wie Schritt, Elle, Fuß, Spanne, Handbreit und Finger erkennbar sind. Den Bezug auf die Erde und die Gradmessung hätte man auch mit solchen menschlichen Einheiten herstellen können. Denn eine Meile ist zugleich die Länge von 1000 Klaftern und eine Gradminute des Erdumfangs; 100 Fuß sind gleich einer Gradsekunde und alle anderen Einheiten stehen dazu in einfachen Verhältnissen [4]. Gewiß, für die dezimale Ordnung hätte man das meiste aufgeben müssen, aber es wäre keine völlig neue Einheit erforderlich gewesen. Hier muß angemerkt werden, daß die Geodäten über die Gradvermessung an unserem Maßsystem beteiligt sind und ihr Verfahren der tabellengesteuerten Rechnung, das sie insbesondere für Schießtabellen der Artillerie kultiviert haben, ist eine wichtige Vorstufe der Software. Und das ist wieder ein Anlaß, an einen österreichischen Zeit- und Überlegungsgenossen von Charles Babbage zu erinnern, an den Physiker Josef Petzval, der um 1840 die erste Linse für einen Photoapparat mit Hilfe von Computern berechnete und damit die erforderliche Belichtungszeit um zwei Größenordnungen reduzierte. Diese Linse wurde auch sofort industriell gefertigt und begründete den Ruf der Voigtländer-Kameras. Petzvals Computer waren freilich keine mechanischen Einrichtungen wie bei Babbage, sondern von Erzherzog Ludwig abkommandierte Artilleristen, aber die Programmierungsprobleme und -lösungen waren sehr nahe verwandt. Und Petzval war im Gegensatz zu Babbage erfolgreich, wenn auch nicht finanziell. Voigtländer zerstritt sich mit Petzval und wanderte nach Deutschland aus. Babbage und Voigtländer sind weltberühmt und Petzval ist vergessen [5].

An die tabellengesteuerte Rechnung Petzvals, der Artillerie und der Geodäten erinnere ich deswegen mit einer gewissen Hartnäckigkeit, weil die Hardware der Rechentechnik seit jeher als spektakulärer empfunden wurde als die Software, als die Denkmechanismen der Programmierung. Die Wurzeln des Computers sind aber auf beiden Seiten gleich tief und gleich alt. Und der Beitrag der Geodäsie als mühselig angewandte Mathematik ist beträchtlicher, als Literatur und Mathematikgeschichte ausweisen.

Zuses Computersystem für die Geodäsie

Es darf ja kein perfekter historischer Vortrag über die Beiträge der Geodäsie zur Rechentechnik von mir erwartet werden und so ist ein Sprung zum nächsten ausgewählten Kapitel erlaubt, zum Computerpionier Konrad Zuse und seiner Relation zur Geodäsie. Als Bauingenieurstudent war der junge Zuse mit umfangreichen numerischen Berechnungen konfrontiert, die er sofort nicht nur als knechtliche, sondern als robotergemäße Arbeit erkannte. Er machte sich daran, den erforderlichen Roboter zu bauen. Nun läßt sich die Behauptung, daß der Krieg der Vater vieler Dinge sei, zwar am Computer belegen, nicht aber an Zuses Entwicklung, die von völlig verständnislo-

sen Wehrmachtsbehörden teils verhindert, teils recht widerstrebend gefördert, ja eigentlich nur toleriert wurde. Zuse hat seine Abenteuer in seiner Biographie [6] ausführlich geschildert; er überstand das Kriegsende leidlich und hatte 1945 die erzwungene Muße, sich die Theorie zu schaffen, die er brauchte: den Plankalkül [7], den Vorläufer aller Programmierungssprachen.

Regierungsrat Seiferts von der Flurbereinigungsbehörde in München hatte 1953–54 ein Spezialgerät SM1 für die dort auftretenden Rechenarbeiten entwickelt, welches – ohne daß Seiferts davon eine Ahnung gehabt hätte – dem Gerät ähnelte, welches Zuse im Krieg für die Flugzeugflügelvermessung gebaut hatte. Auf diesen Vorstufen aufbauend entwickelte Zuse 1955 das Gerät Z11, das für geodätische und optische Berechnungen gedacht und erfolgreich war. Einfach zu bedienen, verlässlich im Betrieb, arbeitete die Z11 nicht nur in den fünfziger Jahren zur vollen Zufriedenheit der Kunden, sondern es gibt auch noch heute einige Modelle, die funktionieren. Von der Zuse KG wurden insgesamt 42 Maschinen dieses Typs gefertigt. Nicht viel später entstanden drei weitere Geräte für die Geodäsie: (1) das halbautomatische Planimeter, in Zusammenarbeit mit Dr. Lang in Wiesbaden, (2) ein lochstreifenproduzierender Theodolit, ebenfalls in Zusammenarbeit mit Dr. Lang entwickelt und von der Firma Fennel in Kassel produziert, und schließlich (3) der Graphomat Z64, der auf einem binär gestuften Getriebe beruhte und der für geodätische Zeichnungen damals einen ungeheuren Fortschritt bedeutete.

An dieser Gerätekombination ist gleichzeitig das charakteristische Systemdenken des großen Pioniers zu erkennen, für den Teillösungen nur Elemente einer Gesamtanlage sind, welche das Problem von der Vermessung bis zur Kartenherstellung vollständig löst, ohne in einen Extremismus der Automatisierung zu verfallen. Wer wie Zuse die Grenzen des Automaten kennt, weiß, an welcher Stelle die gemeinsame Arbeit, die gegenseitige Unterstützung von Mensch und Maschine angemessen ist. Zuses geodätische Partner waren von gleicher Geisteshaltung – nur durch die Zusammenarbeit wurden aus Träumen arbeitende Systeme.

Mit dem Modell der computerisierten Geodäsie sind die Leitgedanken dieses Vortrags ausgelegt:

- die ungeheuer rasche Entwicklung von Schaltkreisen und Programmen, die enorme Leistungssteigerung der Hardware bei gleichzeitiger Volums- und Kostenreduktion,
- das Wesen der dem Computer und der heutigen Welt angemessenen Systemlösung und
- das gesunde Verhältnis zwischen Mensch und Maschine.

Die einzigartige Entwicklung des Computers

Es gibt immer weniger Leute, die sich an die Frühzeit des Computers erinnern und die sich die Umstände vorstellen können, unter denen die ersten Rechenanlagen entstanden sind. Welches Maß an Opferfreudigkeit, Einfallsreichtum und Kompromißbereitschaft war damals gefordert! Gleichgültigkeit und Feindlichkeit beengten die Arbeit und verrammelten so manchen guten Weg, verhinderten aber auch den Zugang zu einer Menge von Irrwegen, die erst in der Glanzzeit des Computers ausgetreten wurden und zum Teil heute als Trampelpfade der Minicomputer dienen.

Die wichtigsten Parameter des Computers, wie Schaltgeschwindigkeit, Speichergröße und Zahl der Bauelemente, Miniaturisierung, relative Kosten und Verlässlichkeit, brachten eine Verbesserung von 1000 in zwanzig Jahren, von einer Million seit den vierziger Jahren [8]. Man male sich aus, was ein solcher Fortschritt im Fahrzeugbau bedeuten würde: eine Geschwindigkeit von 60 Millionen Kilometern pro Stunde; der

Motor zwar aus Millionen von Teilen zusammengesetzt, dafür aber auf einem briefmarkengroßen Chip untergebracht und nicht teurer als ein Taschenrechner und von einer Batteriezelle betrieben. Es dürften diese exponentiellen Entwicklungen sein, welche gewisse Soziologen dazu verführen, an ein paradiesisches Ende der Arbeit zu glauben, während andere mehr den Teufel an die Wand malen, der daraus eine universale Massenarbeitslosigkeit macht. Derartige Prognosen übersehen, daß zwar die Leistungsfähigkeit der Systeme tatsächlich atemberaubend verbessert wurde, daß aber die Kosten für vergleichbar nützliche Gesamtsysteme über all die Jahre größenordnungsmäßig gleichgeblieben sind. Zwar könnte man heute das Mailüfterl [9] oder eine IBM 7040 auf einem Chip in der Brusttasche mit sich herumtragen, nicht aber die erforderlichen peripheren Geräte. Und die helle Freude, die man damals mit einem Resultat hatte, wäre heute durch sehr ernste Wirtschaftsüberlegungen zu ersetzen.

Diese Prognosen übersehen weiters, daß die Programmierung zwar gleiche Wachstumsraten für die Größe der Softwaresysteme präsentieren kann, die Programmierstunde hingegen nicht billiger, sondern teurer geworden ist. Man muß ein zweites Mal hinschauen, um die Verbesserung und die Verbilligung zu erkennen. Es ist eine Urerfahrung der Computeranwendung, daß die Lösung der Primäraufgabe unter Computerverwendung weder billiger und rascher vor sich geht als vorher, und meist auch keine Arbeitskräfte einspart. Die Verbesserung und Verbilligung kommt aus dem, was man mit den einmal eingespeicherten Daten und den einmal geschriebenen und endlich bewährten Programmen sonst alles tun kann. Und die bisherigen Arbeitskräfte haben reichlich zu tun, all diese Möglichkeiten zu verwirklichen. Zusätzlich haben sich viele neue Berufe ergeben, die mit der Herstellung, dem Vertrieb, der Wartung, der Anwendung und der Umstellung von elektronischen Rechenanlagen befaßt sind.

Heute stehen wir mit der Forschungsfront zwischen Nanosekunden- und Picosekudentechnologie, das heißt zwischen einer Milliarde und einer Billion Schaltschritte pro Sekunde. Da sich die Schaltimpulse praktisch mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, kann man leicht die Entfernung ausrechnen, welche den Verlust einer Schaltzeit zwischen zwei Bauelementen hervorrufen würde. Man kann sich leicht merken, daß eine Nanosekunde ein Lichtfuß ist oder 30 Lichtzentimeter; eine Picosekunde ist ein Tausendstel davon oder 0,3 Lichtmillimeter. Unsere Mikrotechnologie erreicht wesentlich kleinere Größen als 0,3 Millimeter, aber wir nähern uns mit der Elektronik einer Grenze, die unüberschreitbar ist. Einen Faktor 1000 werden wir in den kommenden zwanzig Jahren wohl noch schaffen, aber jenseits der Billiardstelssekunde, das wären über 1000 Billionen Schaltschritte in der Sekunde werden, wenn überhaupt, nur mit einer anderen Technologie möglich sein [8]. Zum Beispiel mit Lichtstrahlen. Die Logik der Lichttechnologie kann man sich bereits ungefähr vorstellen – die Verstärkung aber und eine derartig rasche Zwischenspeicherung der arbeitenden Information ohne Halbleiter ist noch sehr im Dunkel. Ich hüte mich, von letzten Grenzen zu reden, wenn es nicht die Lichtgeschwindigkeit ist, die nur im Science-fiction-Roman überschritten wird. Denn die Erfindungskraft des Menschen ist stets jenseits der Vorstellungskraft vorhergehender Jahrhunderte. Andererseits ist es gegen die Logik, lineare oder gar exponentielle Trends beliebig weit in die Zukunft oder auch in die Vergangenheit zu verlängern. Entwicklungen haben Knicke, Asymptoten und andere Verläufe, und sie können von ganz außerhalb liegenden Kräften beeinflusst werden. Und es gibt Grenzen und Invarianten, nach denen es sich zu forschen lohnt, denn man erspart sich viel Arbeit, wenn man sie kennt.

Es ist zum Beispiel mit Sicherheit ein steigender Preis dafür zu zahlen, wenn man sich sehr weit aus der Erfahrungswelt des Menschen hinausbegibt in das sehr Kleine und in das sehr Große. Allein der apparative Aufwand kann zum entscheidenden

Hemmschuh werden. Gewisse Forschungen können sich nur sehr große Unternehmungen und Staaten leisten. Es ist auch nicht gesagt, daß die menschliche Phantasie rasch genug mit den unerwarteten Bedingungen fertig wird. Kommt es nur mir so vor oder war es vor vierzig Jahren wirklich leichter, durchschlagende Ideen zu haben?

Das ist kein Grund für Kleinmut, wie der Herr Bundespräsident so treffend gesagt hat. Selbst wenn das Rasen der Hardwareparameter aufhört, bleiben Welten gedanklichen Neulands zu betreten, und die kommenden Generationen werden so mutig die Türen öffnen wie die Pioniere von einst. Sie werden es aber vielleicht in einer anderen Auffassung tun.

Ein Blick auf die Software mag da Hinweise geben. Die Programmieretechnik hat relativ rasch erkannt, daß sie es mit einem Sprachproblem zu tun hat. Manche Leute gaben sich damals sofort einem unbegründeten Optimismus bezüglich der Computerübersetzung natürlicher Sprache hin – oft sogar Leute, die aus Opposition gegen die Maschinenmöglichkeit in das Feld einstiegen und dann zu weit ins andere Extrem gerieten.

Die numerischen Mathematiker befanden sich hingegen auf sicherem Boden, denn die Mathematik hatte sich in den letzten zwei-, dreihundert Jahren eine formale Sprache geschaffen, welche sich verhältnismäßig leicht auf den Computer hintrimmen ließ. Die Algebra bekam in den algorithmischen Sprachen einen mächtigen und erfolgreichen Nebenzweig – freilich mit ein paar Schönheitsfehlern.

Erstens hat es die Informatik nicht geschafft, eine einheitliche, allen Benützern gemeinsame Programmiersprache zu entwickeln. Man kann das 1. Buch Moses fast wörtlich zitieren [10]:

*Sie sprachen: Laßt uns einen Turm bauen,
dessen Spitze bis an den Himmel reicht,
damit wir uns einen Namen machen.*

*Da fuhr der Herr hernieder,
um den Turm zu sehen,
den die Menschen bauten.*

Und er sprach:

*Sie werden nicht ablassen von allem,
was sie sich vorgenommen haben.
Lasset uns ihre Sprache verwirren,
daß keiner des anderen Sprache verstehe.*

Bei Unternehmungen, die an die Grenzen der menschlichen Macht reichen, ist die Sprachverwirrung inhärent. Peter Landin schrieb im Jahr 1966 einen Aufsatz mit dem Titel *Die nächsten siebenhundert Programmiersprachen* [11], und es erwies sich, daß diese Zahl nicht Pessimismus war, sondern eine sachlich richtige Vorhersage.

Zweitens zeigte sich in den siebziger Jahren, daß auch keine einheitliche Metasprache [12] erreicht werden wird und daß die Programmierung überhaupt mit den Programmiersprachen nicht, wie viele unbewußt erwarteten, alle ihre Probleme lösen kann, weil die Schwierigkeiten, wenn man sich einmal für eine der Programmiersprachen entschlossen hat, weniger aus der Sprache, als aus den Systemproblemen erwachsen.

Drittens hat der Prozeßcharakter der gegenwärtigen Programmierung die unmathematische Eigenschaft, daß man Programme nicht wie andere mathematische Strukturen miteinander durch allerlei Operatoren verknüpfen kann [13].

Wie immer die Programmierung und ihre Sprache sich weiterentwickeln werden, der Sprachcharakter der Informationsverarbeitung wird immer ausgeprägter. Auch in der Geodäsie ist der Trend von der reinen Berechnung zum Kartenzeichnen und weiter zur Beschriftung und Kommentierung nicht zu übersehen. Und die Sprache,

welche Informatik und Anwender sprechen, wird immer merklicher in ihrem Einfluß auf die Produkte.

All dies heißt, daß sowohl die Informatik als Fachwissenschaft als auch ein noch so transparentes Anwendungsfeld wie die Geodäsie weit davon entfernt sind, mit dem Hinweis darauf, daß jetzt ein Computer die Arbeit übernommen hat, ihre Anstrengungen reduzieren zu dürfen. Der Computer erspart keine Arbeit, er verändert und verlegt sie in andere, meist schwierigere Bereiche.

Die Sprache als Grundlage der Informationsverarbeitung

Eine Dissertation [14], die sich mit diesem Gegenstand befaßt, beginnt mit dem Satz: *Datenbankentwurf ist Erziehung zu einem disziplinierten Gebrauch der Sprache.* Für Betrieb und Benützung gilt das gleiche, denn es entsteht eine Sprachgemeinschaft, welche im Unterschied zu einer natürlich gewachsenen die Einsicht in das Wesen des Computers und zumindest ein Grundwissen über das spezielle Problem verlangt. Denn die Computerbenützung führt zu einer neuartigen Form der Kommunikation, welche zwei wenig ersprießliche Extremfälle hat. Es ist schlecht, wenn der Benutzer sich vom Informationssystem tyrannisieren lassen muß; und es ist schlecht, wenn der Benutzer sich benimmt, als hätte er das alte menschliche System vor sich. Die beiden Partner müssen sich aufeinander einstellen, das System sollte den Erfordernissen des Benützers optimal entgegenkommen und der Benutzer sollte seine Erfordernisse den Stärken des Systems anpassen und dessen Schwächen durch die rechte Dimensionierung und Gestaltung des menschlichen Anteils an der Zusammenarbeit reduzieren. Dazu muß man sich rechtzeitig mit der Sprache auseinandersetzen, mit der informalen, natürlichen Sprache des täglichen Lebens und des bisherigen Systems und mit der formalen Sprache, die der Computer so unvergleichlich beherrscht.

Die naturwissenschaftliche Theorie der Sprache wird Semiotik [15] genannt. Sie ist allgemein genug, um alle Texte der Informationsverarbeitung einzuschließen, von reinen Zahlenkolonnen über Formeln und formale Sprachen hin bis zu den Texten der Bürotechnik und der künstlerischen Literatur. Sie vermag Auskunft darüber zu geben, welche Schwierigkeiten bei den verschiedenen Texten und Verarbeitungsarten zu erwarten sind.

Die Semiotik unterscheidet drei Ebenen der Sprachbetrachtung, Syntax, Semantik und Pragmatik. Eigentlich sind es eher drei Räume, von denen der folgende die jeweils vorangehenden einschließt.

Die Syntax betrachtet die Beziehungen der Zeichen untereinander ohne Rücksicht auf ihre Bedeutung, die Regeln, nach denen die Zeichen zu setzen sind. Wenn man von gewissen feinen Unterschieden absieht, könnte man sagen, es geht um Rechtschreibung und Grammatik. Formale Sprachen haben eine perfekte, das heißt ausnahmsfreie Syntax, welche vom Computer geschlossen erfaßt und auf logische Korrektheit geprüft werden kann.

Die Semantik betrachtet die Beziehungen zwischen den Zeichen und dem, wofür sie stehen und was sie bedeuten, aber ohne Rücksicht auf ihre individuelle Verwendung und ohne Betrachtung der Benützung und des Benützers der Sprache. Da es eine Bedeutung der Zeichen innerhalb des Computers und in der abstrakten Welt der Mathematik gibt, kann man sagen, daß der Computer diesen Teil der Semantik zu beherrschen und auf faktische Richtigkeit zu prüfen vermag, wenn man die entsprechenden Programme geschrieben und eingegeben hat. Die allgemeine Bedeutung reicht aber stets über die formale Zeichenverarbeitung hinaus und ist eine Domäne des menschlichen Geistes; die Semantik kann nur gemeinsamer Gegenstand von

Mensch und Maschine sein. Das soll später an Daten und Texten der Geodäsie noch näher erläutert werden.

Die Pragmatik schließlich betrachtet alle übrigen Aspekte der Sprache und ihrer Verwendung, die Arten der Benützung, ihre Nützlichkeit und Zweckmäßigkeit. Sie kann den Schreiber oder Sprecher miteinbeziehen, seine guten und schlechten Gewohnheiten. Sie betrachtet auch die historischen Aspekte aller Züge und Einzelheiten, etwa die Geschichte der Datensammlung oder die Geschichte der Wortverwendung. Alle Sprachbetrachtung, jeder Sprachentwurf muß von der Pragmatik ausgehen und sie hat die letzten Entscheidungen, zum Beispiel ob sich eine Sprache durchsetzt und wann sie ausstirbt. Man pflegt bei der Behandlung der Sprache vom Alphabet und von der Syntax auszugehen, aber wer etwa eine Syntax aufbaut, ohne sich um die erforderlichen pragmatischen Aspekte zu kümmern, wird damit kaum Erfolg haben.

Die Mathematik, ganz besonders die Numerik, hat es leicht, ihre Prozesse auf reine Zeichensetzung zu reduzieren, denn das Rechnen beruht auf der Folge der Zahlen und bei ihnen ist die Reduktion auf das Zeichen schon im Begriff weitgehend vorweggenommen. Die Relationen zwischen allen Zeichen, zwischen Ziffern, Zahlen und Operatoren, sind von jener mechanischen Natur, welche eine ideal präzise Syntax ergeben. Das erklärt auch, warum sich die numerische Berechnung so gut für die Computerautomatisierung eignet. „6 mal 6“ kann durch „36“ ersetzt werden, da bleibt keine Frage offen. Das Produkt zweier n-stelliger Zahlen ergibt im allgemeinen eine 2n-stellige Zahl. Wenn n Ziffern aber einen normierten Speicherinhalt füllen, muß das Produkt gerundet werden, und damit beginnt eine Imperfektion, welche weder die perfekte Rechenregel noch der perfekt funktionierende elektronische Schaltkreis beheben können. Man versteht, warum die grundsätzliche Perfektion der elektronischen Schaltkreise dennoch die Perfektion des Endresultats nicht garantieren kann. Die Abschätzung der Genauigkeit des Endresultats ist durch den Computer zu einer menschlichen Arbeit nicht unbeträchtlichen Umfangs geworden.

Die Reduktion praktischer Fragen des täglichen Lebens auf Computerdaten und Computerprogramme kann ungleich schwieriger sein als die reine Numerik, und auch beträchtlich gefahrenträchtiger. Wer erinnert sich nicht mit einem gewissen Bangen an die eingekleideten Aufgaben im Mathematikunterricht? Hier begegnete man der Wurzel aller Schwierigkeiten der Computeranwendung: hat man die richtige Formel gewählt, um die Realität mathematisch auszudrücken, und hat man sich bei den erforderlichen formalen Einrichtungen und Umwandlungen nicht am Ende auf das Trivialste geirrt? Die Unerbittlichkeit des Mathematiklehrers, der allein nur das korrekte Resultat akzeptiert, selbst wenn man nur irgendwo einen lächerlich offensichtlichen Schreibfehler gemacht hat, nimmt die emotionslose Unerbittlichkeit des Computers vorweg, der alles ganz genauso ausführt, wie es die Befehle und Daten sagen. Das ist die Stärke des Computers und die Achillesferse der Programmierung. Über Fehler, Fehlerkorrekturen und Fehlervermeidung wäre viel zu sagen und noch viel mehr zu arbeiten.

Eingekleidete Aufgaben machen aber auch offenbar, wie vertrackt die Bedeutung von Wörtern und Sätzen sein kann. Mit einem menschlichen Gesprächspartner kann man sich allmählich auf die rechte Semantik hinarbeiten; dabei wird man von allerlei nichttextlichen Signalen unterstützt, vom Stirnrunzeln des Partners, vom Lacher an der falschen Stelle – man korrigiert, man fragt zurück. Beim Computer ist da nur wenig zu erhoffen. Im günstigen Fall signalisiert er, wenn mehr Klammern aufals zugehen, aber semantische Reaktionen darf man nicht erwarten. Sechs Lokomotiven im Kleinkarteischrank nimmt das computerisierte Inventar ohne Wimpernzucken zur Kenntnis.

Der menschliche Betrachter einer Gleichung zweiten Grades wird mit einiger Übung sofort sehen, ob es ein Kreis, eine Ellipse, eine Parabel oder eine Hyperbel ist,

und er kann sich auch die Form vorstellen. Im Computerspeicher ist der Text der Gleichung aus der Unzahl kombinatorisch möglicher Zeichenfolgen zusammengesetzt und die Kurve ist eine Tabelle von Zahlenwerten. Kein forschender Blick des Computers folgt den Krümmungsänderungen und erkennt die Natur der Kurve. Natürlich könnte man derartige spezielle Züge programmieren, aber die allgemeine Fähigkeit des Menschen, die Bedeutung zu erfassen, durch Koordinaten der Eingänge mehrerer Sinnesorgane und zeitlich weit früher liegender Erfahrungen und – viele Fachleute bocken merkwürdigerweise an dieser Stelle – durch den menschlichen Geist, der eben mehr ist als ein Bündel von Algorithmen, diese allgemeine Fähigkeit hat kein heutiger Computer.

Die geodätische Datenbank macht den transzendenten Zusammenhang zwischen der Syntax der gespeicherten Koordinatenpunkte und der Bedeutung, die der Mensch einer Sammlung von Koordinaten und erst recht einem Kartenausdruck unterlegen kann, recht deutlich. Wie werden aus einer Sammlung gespeicherter Koordinatenpunkte Berge und Täler, Straßen und Häuser, Flüsse und Seen? Hat es schon der Mensch nicht leicht, gut Kartenlesen zu lernen, so braucht der Computer eine Menge menschlicher Unterstützung, die gar nicht so leicht zu geben ist. Denn die Bedeutung eines einzigen Wortes spiegelt die Weite des menschlichen Geistes. William Kent hat ein Wort aus der oben angeführten Reihe geodätischer Begriffe gewählt: was ist eine Straße [16]? Wie lang, wie breit muß sie mindestens, darf sie höchstens sein? Gehören die Gehsteige dazu, die Häuser, welche die Straße bilden? Ist es noch dieselbe Straße, wenn sie Namen oder Nummer ändert?

Wie lange ist der Neusiedlersee? Ist die Entfernung seiner nördlichsten Stelle von seiner südlichsten gemeint? Rein nordsüdlich gemessen oder schräg? Oder geht es um die größte Entfernung, die zwei Punkte seines Ufers voneinander haben? Vielleicht ist aber auch die Länge des Ufers gemeint. Sehen wir einmal von Hoch- und Tiefwasser, von Ebbe und Flut ab. Eine kurze Überlegung zeigt, daß die Uferlinie umso länger wird, je feiner die Karte ist, je genauer man das Ufer betrachtet. Unter dem Mikroskop würde die Länge ins Unglaubliche steigen; gedanklich kann sie unendlich werden.

Hinter dem letzten Satz steht eine mathematische Theorie, die Theorie der Fractals [17]. Man geht vielleicht besser vom Kreis aus, um sie zu erläutern. Er bietet die einfache Formel, um den Umfang eines Baumes zu berechnen, wenn man den Durchmesser kennt. Die Rinde ist bei den meisten Bäumen aber nicht glatt – wieder steigt der Umfang mit der Genauigkeit der Betrachtung. Stellen wir uns die Kreislinie durch Mäanderelemente ersetzt vor; in der Mäanderlinie ersetzen wir Stück um Stück wieder durch ein – um noch viel kleineres – Mäanderelement und in diesem wieder und so fort bis ins unendlich Feine. Für den Mathematiker sind solche Überlegungen kein Problem. H. C. Escher [18] hat gezeigt, daß derartige unendliche Entwicklungen auch künstlerisch darstellbar sind, und die Doppelhelix des genetischen Codes ist ein Anfang einer derartigen Reihe in der Natur [19]. Die Mathematik kann überdies von der elementaren geometrischen Form auf aleatorische Linienzüge übergehen – vom Neusiedlersee zur modernsten Mathematik sind nur wenige Schritte [17].

Die Relation zur geodätischen Datenbank ist offensichtlich, und ebenso die Analogie im Fall jeder anderen Datenbank, deren Begriffe nicht auf formale Einfachheit beschränkt sind.

Datenbankentwurf ist Erziehung zum disziplinierten Gebrauch der Sprache – das ist eine pragmatische Maxime. Die saubere Syntax ist Voraussetzung, die abstrakte oder abstrahierende Semantik ist eine mächtige Hilfe, aber der Mensch an der Eingabe und der Mensch, der etwas vom System wissen will und sich kurz darauf mit einem Output konfrontiert sieht, sind das Maß aller Dinge bei einer Datenbank.

Nicht postindustrielles Zeitalter, sondern Übergang zur Systemlösung

Unsere Zeit ist besonders reich an irreführenden Schlagwörtern. Ein solches Schlagwort heißt „postindustrielles Zeitalter“, als ob die Zeit der Industrie vorbei wäre. Unsere Welt ist angefüllt mit technischen Objekten, wovon die Maschinen nur der offensichtlichste Grenzfall sind. Eine Straße ist nicht minder industriell gefertigt, und wenn man hört, wie heute die Arbeit des Bauern abläuft, erscheint selbst das Getreide als industrielles Produkt. Wir sind nicht nach der Industrie, wir sind mitten drin, und es ist vorderhand nicht abzusehen, ob und wann es zu einer Überwindung des industriellen Zeitalters kommen wird. Wohl aber ändert sich gegenwärtig der Charakter der Technik und damit der Industrie.

Ursprünglich war die Technik Einzellösung für Einzelprobleme; ihre Produktionsstätten und ihre Produkte konnten in eine Umwelt gesetzt werden, in der sie als isolierte Punkte erscheinen wie Hochspannungsmasten inmitten der Felder, oder eine Kreissäge im Hof des Bauernhauses. Die Vorteile lagen ohne Anwendung besonderer Vorsicht über den Nachteilen, die Rückwirkung war gering. Ballungen der Technik wie Industrieviertel oder technische Großanlagen waren in ihren Neben- und Rückwirkungen schon nicht mehr so harmlos. Noch aber war meist richtig, daß national gesehen die Vorteile die Nachteile weitaus überwogen. In unserer heutigen Welt aber bilden die technischen Objekte ein so dichtes Netz, daß sich die klassischen Lösungen – so gut sie im einzelnen sind – aneinander reiben oder sogar lähmen. Die Natur auf unserer Erde war früher ein System im Gleichgewicht, heute wird es von einer unausgewogenen Technik gestört und abgelöst. Wir müssen unserer technischen Welt wieder den Charakter eines ausgeglichenen Systems verschaffen.

An dieser Stelle sollte ich den Festvortrag unterbrechen und eine kleine Vorlesung über das Wesen des Systems und des Systementwurfs einfügen. Lassen Sie mich aber lieber die Systematik durch ein Beispiel ersetzen, und da eignet sich unser Straßenverkehr ganz besonders. Auto, Straße und Verkehrsampel sind großartige technische Einzellösungen, und trotzdem gehören Verkehrszusammenbrüche zu unserem Alltag. Unser Straßenverkehr bildet kein gesundes System.

Die Computertechnik, mit der wir der klassischen Technik etwas Gehirn und Nervensystem erteilen können, wird immer mehr Großstrukturen von der Art des Verkehrssystems hervorbringen, und ihre eigenen Systeme sind auch von dieser Art. Der Computer zwingt uns zu guten Systemlösungen, zur Planung des Zusammenspiels mit optimalem Ausgleich zwischen Zwang und Freiheit, Zentralisierung und Dezentralisierung und zwischen vielen anderen Gegensatzpaaren, zuerst innerhalb der Computersysteme und dann in den Anwendungssystemen. Wir sind gezwungen, die Kunst des Systementwurfs zu erlernen und auszuüben [20]. Und diese Kunst ist nicht bloß eine technische Angelegenheit. Ihr menschlicher Aspekt wird immer wichtiger.

Indem der Computer immer stärker integrierte Lösungen ermöglicht, entfernt er den Menschen als Zwischenstück und Mittler zwischen Natur und Technik, als Mittler zwischen den einzelnen technischen Funktionen und Produkten innerhalb der Technik. Der Mensch wird herausgezogen und wirkt vorwiegend vom Planungs-, Entwurfs- und Steuerungstisch aus. Das scheint herrlich zu sein, er ist endlich Herrscher und nicht mehr Diener – Maschinenbediener – aber es ist nur dort tatsächlich herrlich, wo die technischen Produkte und Geräte untereinander und zu ihrer Umgebung ideal oder wenigstens praktisch stoßfrei angepaßt sind. Überall anders fehlt der Ausgleich, fehlt die Korrektur, fehlt das helfende und signalisierende menschliche Wort. Ein Organismus wie ein Unternehmen oder ein Amt wird vielleicht überhaupt erst zum Organismus durch das Netz der persönlichen Beziehungen und

Gespräche zwischen allen Mitarbeitern, und die Kaffeepause mag für den Erfolg so wichtig sein wie das Organisationsschema. Der Computer macht keinen Kaffeetratsch, man macht keinen mit ihm. Es kann passieren, daß der Computer, allzu oberflächlich eingeführt, tödliche Löcher in den Organismus reißt, weil er nur das vorbedachte Rationale ablaufen macht, und das ist nicht alles an einem Unternehmen oder Amt. Es wird vielfach unterschätzt, wieviel bei einer Umstellung auf den Computer zu bedenken ist und was alles an Zusatzarbeit entsteht, besonders hinsichtlich jener Komponenten, die über die formalen Abläufe hinausreichen.

Für die Geodäsie kann die Betonung des Systemaspekts nur eine Bestätigung ihres rechten Weges seit Zuses Anfängen bedeuten. Ob Grundbuch oder Kataster, Landesaufnahmen oder Stadtvermessung, ob in Deutschland oder in Österreich: es wird an integrierten Systemen gearbeitet, vom Theodoliten und der Luftbildaufnahme bis zur selektiv gestalteten Karte und zur ausgeklügelten Statistik wachsen die Funktionen ineinander und bilden einen Teppich der automatischen Datenverarbeitung, nützlich gemacht durch Mensch-Maschine-Zusammenarbeit an der rechten Stelle.

All diese Systeme sind fern vom Selbstzweck, sie dienen dem Bürger und der Verwaltung; sie geben ihnen Übersichtlichkeit und Wendigkeit zurück, welche durch steigende Umfänge und Anforderungen verloren zu gehen gedroht hatten. Sie antworten dem Ruf nach mehr und besserer und schnellerer Information.

Hier ist allerdings auch eine Warnung am Platz. Man hört immer häufiger den verzweifelten Ruf nach mehr Information, und, indem man von der Computertechnik erhört wird, erhebt, verarbeitet, speichert, verteilt, verbraucht und fordert man immer mehr Information. Hier ist etwas falsch. Nicht nach mehr Information sollte das Sehnen gehen, sondern nach weniger. Dazu ist der Computer da. Er ist nicht Informationsgenerator, sondern Informationsselektor und Informationskompressor, ein Schutzmittel gegen zu viel Information und zu viel Informationsbedarf.

Information ist nämlich das Gegenteil von Ordnung und oft auch von Schönheit. Annehmlichkeit und Zufriedenheit brauchen ein Übergewicht an Redundanz, an Uninformation, an Informationsunabhängigkeit. Ordnung und Ruhe sind immer kürzer beschreibbar als Unordnung und Unruhe. Viel Text, viel Information und vor allem viel schmerzlich fehlende Information sind Indikationen der Gestörtheit. Der gute Zustand ist hergestellt, wenn wenig Information genügt. Dazu kann der Computer helfen, aber man darf ihn nicht als Vorwand dafür benützen, jede simple Situation von noch mehr Information abhängig zu machen. Ganze Berufsstände sind dabei, das Informationsbedürfnis zu überdrehen. Wir Computerleute sind daran nicht nur unschuldig, wir sollten eine regelrechte Campagne dagegen beginnen. Zwar fördert die Informationsüberdrehung unser Fach und das Computergeschäft, aber nur jenen Teil, der uns wenig Freude macht.

Auch die Geodäsie bestätigt die Urerfahrung der Computeranwendung: daß nämlich die Bewältigung der Primäraufgabe – hier die Computerefassung der geodätischen Daten – außer wo sie von Doppel- und Mehrfacharbeit befreit, keine sensationellen Ersparungen an Kosten und Arbeitsplätzen bringt. Es sind die Mehrleistungen, die den faszinierenden Gewinn bringen. Die einmal eingespeicherten Daten können mit relativ geringer Programmierarbeit für die Realisierung von Ideen verwendet werden, die bis dahin Träume waren. Im geodätischen Informationssystem ist das nicht nur der tippwendende – früher hätte man postwendend gesagt, aber die Briefpost ist ja im Verzug mit Computersystemen – der tippwendende Fernabruf eines Landkartenauszugs oder einer Statistik – stets am letzten Stand; man kann Sondergelandemodelle für Richtfunkfragen, für die Wasserwirtschaft oder für Verschmutzungsprobleme ableiten, in denen nichts eingezeichnet ist, was für das Modell nicht

gebraucht wird, das Gebrauchte aber in bester Form. Der Computer verwandelt träges Datenmaterial in lebende Bilder, und morgen werden unsere Modelle vom Videorecorder herunter jede Dynamik sichtbar machen. Die Grenzen zieht heute schon kaum mehr die Technik, sondern das Budget und die Rechtslage. Denn der gleiche Bürger, an den immer mehr Information verteilt werden soll, muß vor der freizügigen Verteilung der Information über ihn geschützt werden.

Das Informationssystem hat eben viele Facetten. Es gibt uns eine Vorstellung davon, wohin der Übergang der Technik von der Einzellösung zur Systemlösung führt und wie viel für diesen Übergang zu tun sein wird. Wie immer man es ansieht, die Automatisierung bedeutet alles andere als den Anbruch einer Nichtstuergesellschaft. Eine solche entwickelt sich immer nur auf dem Mist, der von den Leistungen anderer zurückbleibt.

Das menschliche Problem der Computertechnik Bewältigung einer Transformation

Vom letzten Abschnitt eines solchen Vortrags wird mit Gewohnheitsrecht erwartet, daß er etwas über die Zukunft aussagt. Es ist aber immer gewagt, den Propheten zu spielen. Der Ingenieur möchte sich am liebsten damit begnügen, die gute Funktion des von ihm gebauten Gerätes zu versprechen. Damit kann man sich aber im Zeitalter des Systementwurfs nicht begnügen, denn die gute Funktion eines Systems hängt nicht nur von seiner gelungenen Technologie ab, sondern auch von seiner Einpassung in sein Supersystem und von dessen Funktionen. Der Ingenieur muß Annahmen über die Zukunft machen, und der Computer ist auch ein gutes Hilfsmittel, Trends zu erfassen und in die Zukunft zu verlängern. Gewisse Züge lassen sich ganz gut voraussagen, andere werden für immer Überraschungen liefern. Ich möchte die Frage nach der Zukunft heute ein wenig anders beantworten.

Aus unseren Überlegungen geht hervor, daß Computersysteme und computergesteuerte Systeme eine Transformation von Technik, Wirtschaft und Gesellschaft zur Folge haben müssen und ganz besonders eine Transformation der meisten Berufe. Daß Geodäten ihre Haupttagung den Informationssystemen widmen, müßte den letzten Zweifel an dieser Behauptung beseitigen.

Derartige Transformationen hat es in der Geschichte der Menschheit immer wieder gegeben, vom Jäger zum Ackerbauer, von der Stein- zur Eisenzeit, vom Mittelalter zur Renaissance, von der Dampfkraft zur Elektrizität – der Computer bringt die fällige Fortsetzung. Man muß zugeben, daß sie kritischer und unangenehmer sein könnte als alle bisherigen, weil sich ein Mammutaufwand an Material und Energie mit einer Art mechanischer Geisteskraft verbündet. Wahrscheinlich hat jede Arbeitstransformation Anlaß für negative Gefühle und Folgen gegeben. Man sollte die heutige Lage nicht überdramatisieren. Wir müssen auch die Transformation unserer Tage bewältigen und wir werden sie bewältigen. Und wie immer könnte man mehr tun, um sie weniger mühsam zu machen.

Generell gesehen ist die Bewältigung einer Transformation eine Funktion der Erziehung – des Schulwesens und des Weiterbildungswesens. Ein kritischer Blick auf unsere Zeit muß Zweifel aufkommen lassen, ob die Schulen gegenwärtig ihre Aufgabe ausreichend erfüllen, ob das Weiterbildungswesen für die Transformation ausreicht und ob die Arbeitszeitverkürzung wirklich die rechte Antwort auf die Automation ist. Ich habe mir ausgerechnet, daß ich meinen gegenwärtigen Stand an Wissen und Erfahrung unter strikter Einhaltung einer Dreißigstundenwoche erst mit 129 Jahren erreichen würde. Das ist natürlich eine Milchmädchenrechnung, aber sie hält gewisse

Vergleiche aus. Jedenfalls kann ich mir als Ingenieur nicht vorstellen, daß man ein System dadurch zu verbessern vermag, daß man den Wirkungsgrad aller menschlichen Elemente reduziert.

Die Erziehung ist für diesen Wirkungsgrad noch wichtiger als die Arbeitszeit. Man braucht vor dem Computer keine Angst zu haben, daß er die Menge der Arbeit reduziert; er wird sie erheblich ausweiten. Hingegen besteht viel Grund für die Befürchtung, daß unser Erziehungssystem dem Computer, seinen Anforderungen an das Benützungswissen und die Benützungswisheit und seiner Transformationsgeschwindigkeit nicht gewachsen ist. Eine übermäßige Spezialisierung hat uns auf Jobänderungen überempfindlich gemacht und die sinkende Allgemeinbildung wird uns allen Computerunarten verstärkt ausliefern.

Die Umstellung der Technik auf Systeme von Systemen wird immer deutlicher machen, daß es trotz aller Pflege der Computerwissenschaften weite Felder der Systemtheorie gibt, wo wir erst recht bescheidene Einsicht besitzen. Die Geodäsie liegt hier weit über dem Durchschnitt. Ihre Informationssysteme, das wird diese Tagung an etlichen repräsentativen Beispielen zeigen, haben die Geodäten im Griff. Sie sind klar, zweckmäßig und praxisnah. Sie sind ein Dienst an beiden Kundenarten, ein Dienst für den Bürger und die Behörden. Möge auf allen anderen Gebieten der Übergang von der Einzellösung zur Systemlösung mit gleichem Erfolg vor sich gehen.

Literatur

- [1] *Schopenhauer, Arthur*: Die Welt als Wille und Vorstellung, Erstes Buch, Paragraph 15.
- [2] *Zemanek, Heinz*: Al-Khorezmi, His Background, His Personality, His Work and His Influence. – In: Algorithms in Modern Mathematics and Computer Science (A. P. Ershov, D. E. Knuth, Eds), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 122, 1–81, Springer, Heidelberg 1981.
- [3] *Zemanek, Heinz*: Über alte Längenmaße. – Technisches Messen 46, 12 (1979), 471–476.
- [4] *Kline, Morris*: Mathematics – The Loss of Certainty. – Oxford University Press, New York 1980; 336 pp.
- [5] *Petzval, Josef*: Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. – C. A. Hartleben, Budapest 1843.
- Zemanek, Heinz*: Central European Prehistory of Computing. – In: A History of Computing in the Twentieth Century (N. Metropolis, J. Howlett, G.-C. Rota, Eds), Academic Press, New York 1980, 587–609.
- [6] *Zuse, Konrad*: Der Computer, mein Lebenswerk. – Verlag Moderne Industrie, München 1970; 221 pp.
- [7] *Zuse, Konrad*: Der Plankalkül. – Berichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung Nr. 63, 5205, St. Augustin 1972; 285 pp.
- Bauer, Friedrich L. und Wössner, H.*: Zuses „Plankalkül“, ein Vorläufer der Programmiersprachen. – Elektronische Rechenanlagen 14 (1972), 111–118.
- [8] *Zemanek, Heinz*: Die Zukunft der Informationsverarbeitung. – IBM Nachrichten 30, 250 (Juli 1980), 18–27.
- [9] *Zemanek, Heinz*: Mailüfterl, ein dezimaler Volltransistor-Rechenautomat. – EuM 75, 15/16 (1958), 453–463.
- [10] *Moses I* (Genesis), 11, 1–9.
- [11] *Landin, Peter*: The next 700 Programming Languages. – Communication of the ACM 9 (1966), 157–164.
- [12] *Zemanek, Heinz*: Abstrakte Objekte. – Elektronische Rechenanlagen 10, 5 (1968), 208–217.
- Björner, Dines (Ed)*: Abstract Software Specifications. – 1979 Copenhagen Winterschool. – Springer Lecture Notes, Vol. 86, Berlin/Heidelberg/New York 1980, 568 pp.

- [13] *Backus John*: Is computer science based on the wrong fundamental concept of „program“? – In: *Algorithmic Languages* (J. W. de Bakker, J. C. van Vliet, Eds), North-Holland, Amsterdam 1981, 133–165.
- [14] *Ortner, Erich*: Aspekte einer Konstruktionsprache für den Datenbankentwurf. – Dissertation Technische Hochschule Darmstadt 1982; 259 pp.
- [15] *Morris Charles*: *Signs, Language*. – G. Braziller, New York 1955.
- Zemanek, Heinz*: Philosophie der Informationsverarbeitung. – NTZ 26, 8 (1973), 384–389.
- [16] *Kent, William*: *Data and Reality*. – Section 1.1, North-Holland, Amsterdam 1978, 211 pp.
- [17] *Mandelbrot, Benoit*: *Fractals. Form, Chance and Dimension*. – W. H. Freeman, San Francisco 1977.
- [18] *Escher, M. C.*: Heinz Moos Verlag, Heidelberg 1960; 64 pp.
- [19] *Watson, James D.*: *Doppelhelix*. – Rowohlt Verlag Hamburg, pp. 187.
- [20] *Zemanek, Heinz*: *Abstract Architecture*. – In: *Abstract Software Specifications*. – 1979 Copenhagen Winterschool (D. Björner, Ed), Springer Lecture Notes, Vol. 86, 2–42, Springer, Berlin/Heidelberg/New York 1980.

Geodätentag 1982 Berichte

Geodätentag 1982: Gesamtbericht

Zwischen dem 1. und 3. September 1982 war die Wiener Stadthalle Schauplatz des 66. Deutschen und 1. Österreichischen Geodätentags mit dem Motto „Informationssysteme der Geodäsie“. Veranstaltet vom Deutschen Verein für Vermessungswesen e. V. und vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie wurde dieser erste gemeinsame Geodätentag zu einem vielbeachteten Ereignis. Die mühsame und umfangreiche mehrjährige Vorbereitungsarbeit, die von einer kleinen Gruppe, dem „Örtlichen Vorbereitungsausschuß“, getragen worden ist, wurde letztlich durch die ausgezeichnete Stimmung und die außergewöhnlich hohe Besucherzahl belohnt. Mehr als 7000 Teilnehmer aus dem In- und Ausland machten Wien in diesen Tagen zu einem Zentrum des Vermessungswesens. Vorher war jedoch eine Fülle von vorausplanender und vorausdenkender Arbeit nötig gewesen, doch auch diese bestens durchdachte Organisation mußte immer wieder durch Improvisation unterstützt werden. Neben den Gästen belohnte auch der Wettergott die geleistete Arbeit und die geopferete Freizeit durch sommerliches Schönwetter.

Arbeitssitzungen verschiedener Vereins- und Fachgremien fanden bereits am Montag, dem 30. und Dienstag, dem 31. August 1982 statt; die Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung lud zur feierlichen Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille an Herrn em. o. Prof. Dr. Ing. Karl Ramsayer im Rahmen einer Festsitzung ein.

Das offizielle Programm des Geodätentages begann am Mittwoch, dem 1. September 1982, um 9 Uhr mit der Eröffnung der *geodätischen Fach- und Fachfirmenausstellung*, die aktuelle Informationen über die neuesten Entwicklungen der Fachindustrie sowie Einblick in die vielseitigen Berufsaufgaben und Leistungen der Geodäten vermittelte. Für geodätisch fachkundige Philatelisten stellte neben dem *Sonderpostamt* mit Sonderstempel und der Sonderpostmarke zum Geodätentag 1982 in Wien die *Briefmarken-Motivausstellung* eine besondere Attraktion dar. Über das breite Spektrum der Ausstellung informieren eigene Berichte.

Die Begrüßungs- und Eröffnungsansprachen der *Festveranstaltung* sind in diesem Heft der ÖZ abgedruckt. Doch die Texte können die festliche und launige Atmosphäre, den wienerischen Schwung und die gute Stimmung nicht vermitteln. Diese Atmosphäre wurde sehr stark durch die musikalische Umrahmung der festlichen Eröffnung, die Auswahl der Musikstücke und die meisterliche Darbietung durch das Johann-Strauß-Ensemble der Wiener Symphoniker unter der Leitung von Prof. Peter Guth geprägt. Ohne Übertreibung kann man sagen, daß sich die Festveranstaltung dem Rhythmus von Johann Strauß angepaßt hat.