Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

030/004

SRS. [illegible] 2 [illegible] 234

[illegible] 271 „[illegible]"

[illegible] 285 „[illegible]"

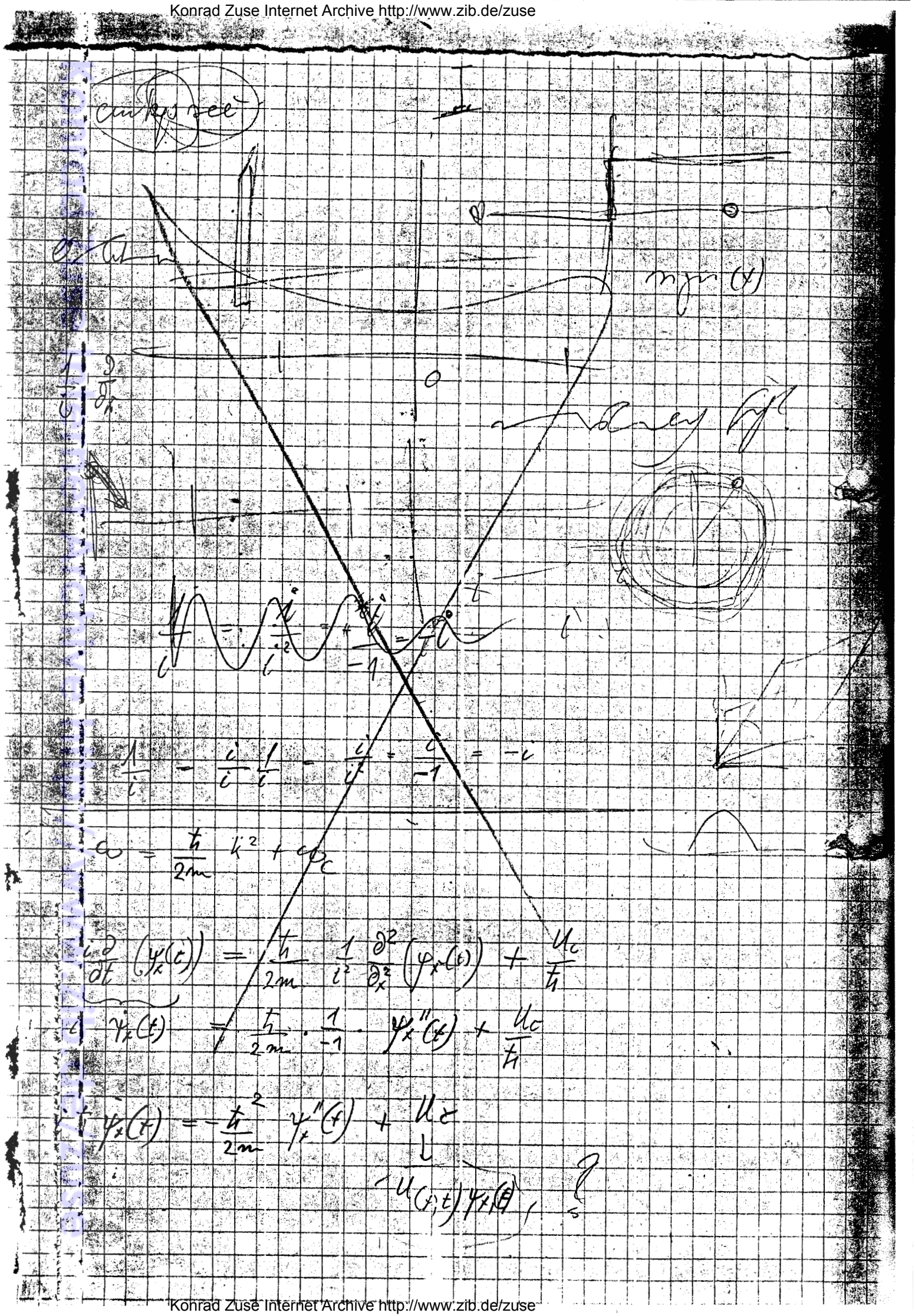
[illegible] 284

[illegible] 293

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



$$\frac{1}{i}\frac{\partial}{\partial t}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{i}{i^2} = \frac{i}{-1} = -i$$

$$\omega = \frac{\hbar}{2m} k^2 + \omega_c$$

$$i\frac{\partial}{\partial t}\left(\psi_x(t)\right) = \frac{\hbar}{2m}\,\frac{1}{i^2}\,\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\psi_x(t)\right) + \frac{U_c}{\hbar}$$

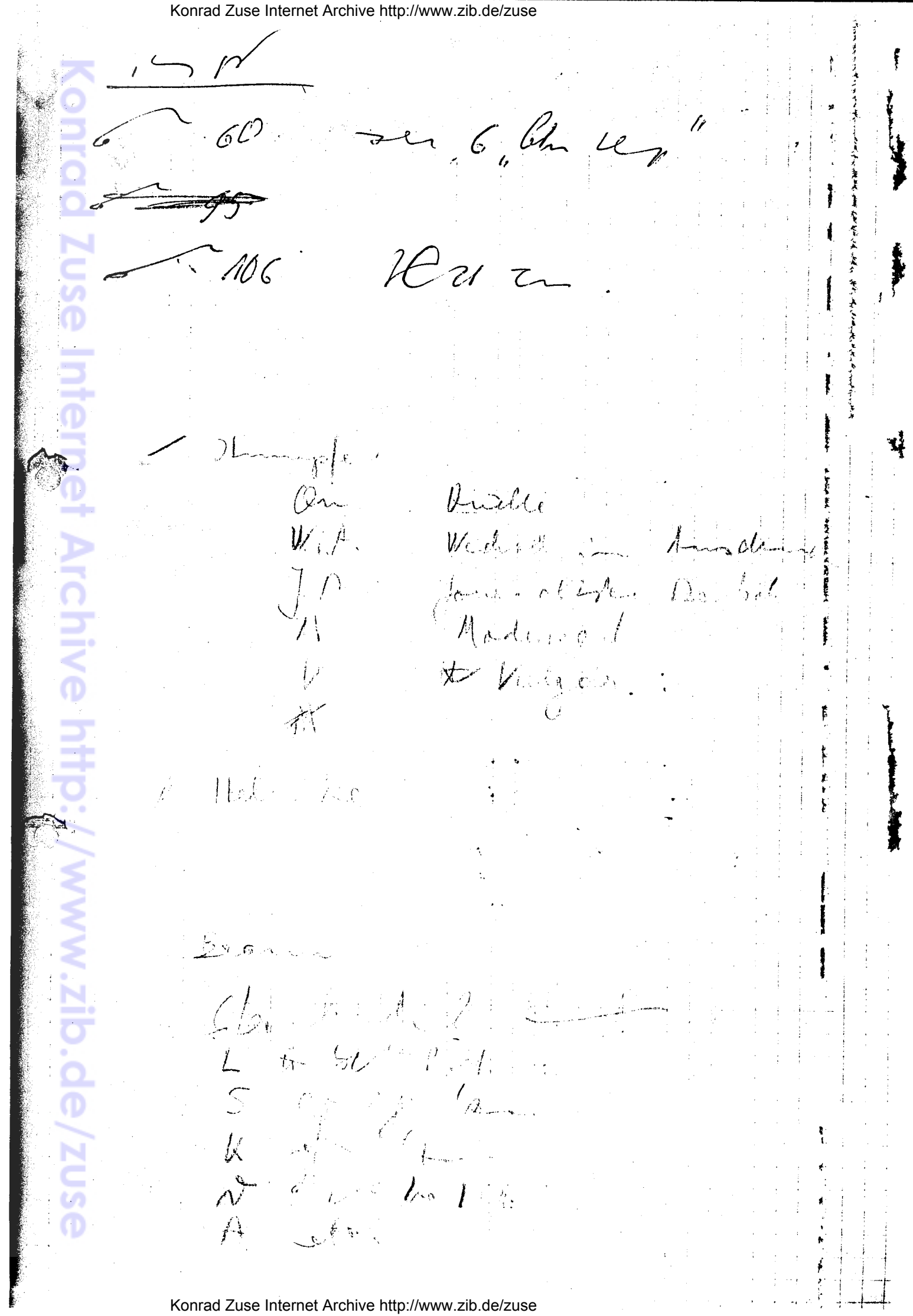
$$i\,\dot{\psi}_x(t) = \frac{\hbar}{2m}\cdot\frac{1}{-1}\cdot\psi_x''(t) + \frac{U_c}{\hbar}$$

$$\dot{\psi}_x(t) = -\frac{\hbar^2}{2m}\,\psi_x''(t) + \frac{U_c}{\hbar}$$

$$U(x,t)\,\psi_x(t)$$

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Prof. Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse

DIE UHR TICKT.

Kapitel I. Rückblick.

~~A1~~ Computer sucht Verbrecher.
Kybernetik löst Regierungsprobleme.
Elektronengehirne steuern Walzwerke.
Dr. med. Computer stellt Diagnose.
Große Dokumentationszentrale gibt Auskunft.
Gigantische Time-Sharing-Anlage bedient eine ganze Stadt.
Computer besiegt Schach-Weltmeister?

Halt!

Soweit sind wir noch nicht. Aber vielleicht morgen? Oder nie? Was werden Maschinen eines Tages können? Sind unsere Wissenschaftler und Ingenieure Herr der Lage?
Tatsache ist: Die Entwicklung geht rapide vorwärts. In den Laboratorien und Werkstätten der Welt wird intensiv an den durch obige Schlagworte angedeuteten Problemen gearbeitet und noch an vielen anderen.

Um die mögliche Entwicklung einigermaßen überblicken zu können, sollte man diese Entwicklungen bis zu ihren Wurzeln verfolgen; dann hat man einen sicheren Blick für die Zukunft. Außerdem: Das Erfinden selbst ist vielleicht interessanter, als die fertige Erfindung.

Blenden wir zunächst zurück auf das Jahr 1942.
Die deutsche Front im Osten war festgefahren. Gewaltige Verluste erforderten den Nachschub von Reserven. So bekam

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

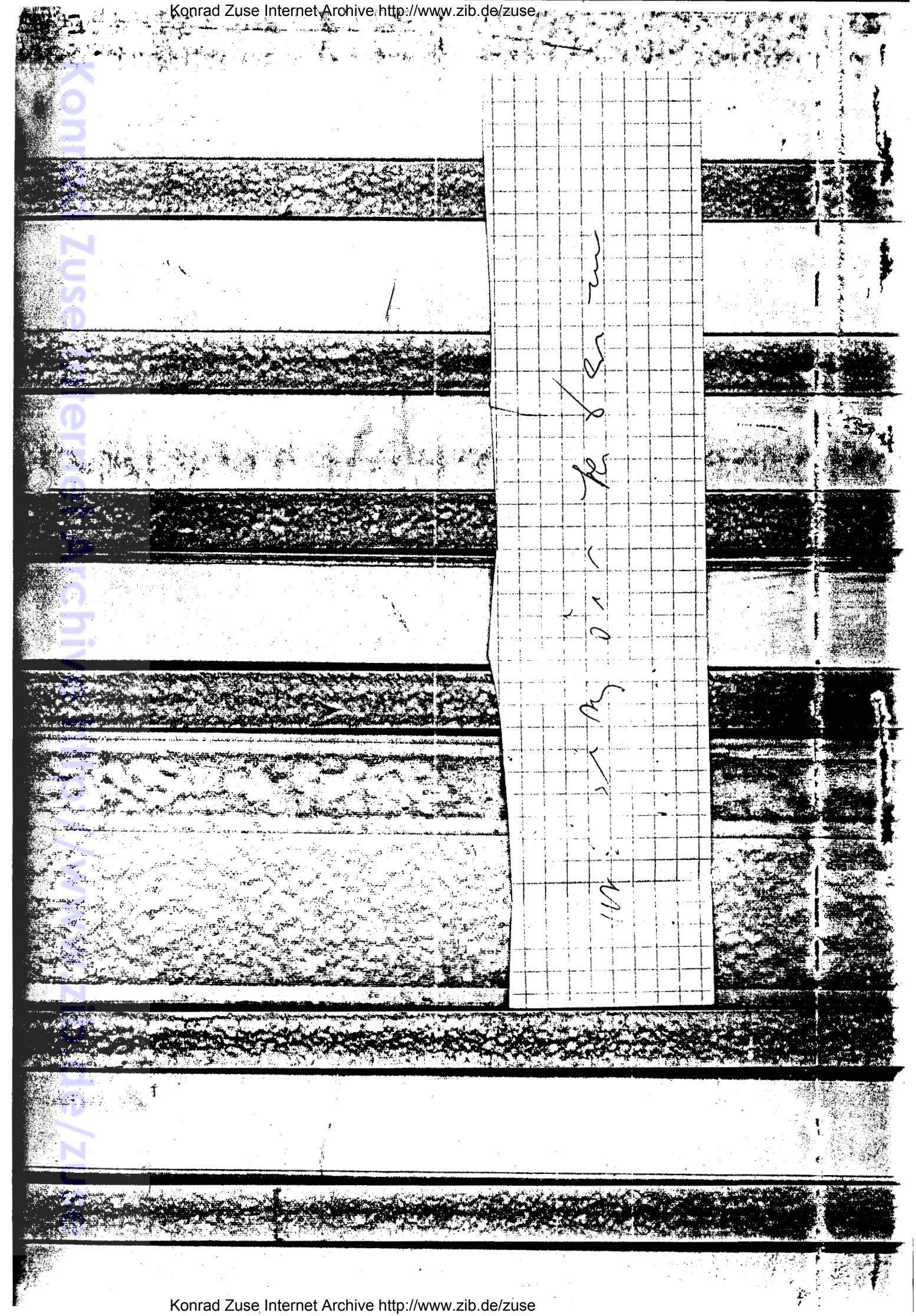
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

auch ich als Ingenieur der Henschel-Flugzeugwerke meinen Einberufungsbefehl und befand mich einige Tage später in einer kleinen polnischen Stadt als Infanterist auf dem Marsch nach dem Osten. Keiner machte sich Illusionen. Jeder wußte, worum es ging und war auf das Schlimmste gefaßt. Aber es war Zeit genug zum Nachdenken. Von den Kameraden hatte mancher Frau und Kinder in Ungewißheit zurücklassen müssen. Das war bei mir nicht so; aber etwas anderes hatte ich zurückgelassen. In meiner kleinen Werkstatt, Berlin, Methfesselstraße 7, stand ein komisches Gerät, aufgebaut aus 2600 Relais, die V3, das "Versuchsmodell 3", eine rechenplangesteuerte Rechenmaschine, wie ich das Instrument damals nannte. Nur wenige wußten von seiner Existenz. Nach jahrelangen Vorarbeiten hatte es gerade seine ersten Rechnungen durchgeführt. Weitere Geräte waren in Arbeit. Sollte diese ganze Entwicklung nun beendet sein? Falls ich in Rußland bleiben sollte, würde sich wohl zunächst kaum jemand finden, der die Arbeit fortsetzen könnte. Vielleicht sollte es so sein. Die theoretischen Untersuchungen und praktischen Arbeiten hatten zu einem Punkt geführt, der grundsätzliche Besinnung erforderte.

Schweifen wir ein wenig zurück in die Vorgeschichte. Wir können bis auf Leibniz zurückgehen, der bereits einige wesentliche Gedanken entwickelt hatte. Er war einer der ersten Pioniere des Rechenmaschinenbaus (neben Schickard und Pascual, die früher lagen). Er hatte aber auch schon das Zahlensystem mit der Basis zwei mathematisch entwickelt. Meine Modelle arbeiteten in diesem Zahlensystem. Schließlich hatte er bereits die ersten Ansätze für eine symbolische Logik geschaffen, für das, was wir heute Aussagenkalkül oder auch Boole' sche Algebra nennen. Er sprach bereits vom

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

"Ausrechnen" einer Streitfrage. Gerade diese symbolische Logik zeigte sich außerordentlich wertvoll bei der Konstruktion der Rechengeräte und führte zu einer Verallgemeinerung des Begriffes "Rechnen" überhaupt. Aber davon später.

Die eigentliche "Programmsteuerung", wie wir heute sagen, wurde zuerst im 19. Jahrhundert von dem Engländer Babbage erfunden. Er hatte das ~~Pech~~, seiner Zeit um rund 100 Jahre voraus zu sein. Es war damals gerade der Jaquard-Webstuhl erfunden worden. Babbage war ~~an sich~~ Mathematiker, er übertrug das Steuerungsprinzip der Lochkarten auf die Rechenmaschine. Da ihm damals die Mittel der Elektrotechnik noch nicht zur Verfügung standen, mußte er alles mechanisch lösen. Daran mußte er schließlich scheitern. Es heißt, er sei ein vergrämter und mit seiner Umwelt verärgerter Erfinder gewesen. Vielleicht haben ihn auch schon Vorahnungen gequält, was es bedeuten würde, wenn das Prinzip der Programmsteuerung und des bedingten Befehls, den er auch schon kannte, erst in breiter Front auf die ahnungslose Menschheit losgelassen würde. Vielleicht war er auch nur ärgerlich, daß er seine Gedanken selber nicht mehr verwirklichen konnte. Wie dem auch sei, er geriet in Vergessenheit. Die Rechenmaschinenindustrie, die eigentlich zuständig gewesen wäre, nahm keinerlei Notiz von seinen Arbeiten, und 100 Jahre später wußte kaum jemand etwas davon.

Als ich Anfang der dreißiger Jahre an der Technischen Hochschule Berlin Bauingenieur wesen studierte und die umfangreichen statischen Rechnungen, mit denen den Bauingenieurstudenten das Leben schwer gemacht wird, mich zu meinen ersten Gedanken anregten, verstand ich überhaupt nichts von Rechen-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Maschinen, geschweige denn wußte ich etwas von Babbage. Erst verhältnismäßig spät, nach einigen Jahren Entwicklung wurde mir durch den Prüfer des amerikanischen Patentamtes Babbage entgegengehalten. Die sonst sehr gründlichen deutschen Prüfer kannten ihn nicht.

Warum mußte eine so brauchbare Idee fast 100 Jahre ruhen, ehe sie nicht etwa wieder aufgegriffen, sondern neu entwickelt in die Praxis umgesetzt wurde? War die Zeit um 1935 hierzu besonders reif? Das kann man wohl nicht gerade sagen. Babbage selbst scheiterte Mitte des 19. Jahrhunderts noch an den technischen Möglichkeiten. Aber schon Ende des 19. Jahrhunderts war die Relaistechnik im Fernmelde- und Telegraphenverkehr fertig entwickelt. Spätestens um 1900 waren die technischen Voraussetzungen gegeben, wie Steinbuch richtig bemerkt.

Die eigentliche Fachwelt, die Rechenmaschinenindustrie, sah diese Probleme offenbar nicht. Das zeigt ein Telefongespräch, welches ich etwa im Jahre 1937 mit einem Rechenmaschinenfabrikanten führte. Es verlief etwa wie folgt: "Ich habe mir sagen lassen, daß Sie eine Rechenmaschine erfunden haben. Nun will ich Ihnen ja als jungem Mann nicht den Mut nehmen, als Erfinder zu arbeiten und neue Ideen zu entwickeln; aber eins muß ich Ihnen doch von vornherein sagen: Auf dem Gebiete der Rechenmaschinen ist praktisch schon alles bis in die letzten Möglichkeiten erforscht und ausgeklügelt. Da gibt es kaum noch etwas zu erfinden. Das hat mir auch der berühmte Rechenmaschinenkonstrukteur Hamann bestätigt, nach dessen Ideen rund eine Million Rechenmaschinen gebaut worden sind. Z. B. arbeitet Ihre Rechenmaschine nach dem Prinzip der wiederholten Addition oder nach dem Prinzip der Ein-mal-eins-Körper?" "Das ist bei mir dasselbe." Die Antwort war zunächst eine Pause,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die offensichtlich nötig war, um erst einmal Atem zu holen. Man muß hierzu wissen, daß damals das wichtigste Rechenmaschinenproblem die Multiplikation war. Es gab zwei "Schulen", die je eines der beiden genannten Prinzipien verfochten. Die meisten Maschinen arbeiteten mit wiederholter Addition, d. h. der Multiplikand wird wiederholt entsprechend der gerade herausgegriffenen Ziffer des Multiplikators in das Register der Maschine ~~herein~~ mein addiert. Das elegantere Verfahren ist zweifelsohne das der Ein-mal-eins-Körper, wo die Teilprodukte des kleinen Ein-mal-eins durch technische Mittel direkt dargestellt werden. (Z. B. 5x7 = 35). Diese Teilprodukte werden dann direkt in das Register ~~her~~ein addiert. Diese Methode ist leider auch die teurere. Heute hält sich kaum noch ein Rechenmaschinenkonstrukteur mit solchen Fragen auf. Aber damals war es eine Art Weltanschauung unter den Rechenmaschinenkonstrukteuren! Nun kam so ein hergelaufener junger Mann und behauptete, das wäre bei ihm dasselbe.

Trotz dieses Schocks kam mein Gesprächspartner ~~dann~~ in meine Werkstatt, und ich konnte ihm folgendes erklären:
Im binären Zahlensystem ist

0 x 0 = 0
0 x 1 = 0
1 x 0 = 0
1 x 1 = 1

Der ganze Spuk der Ein-mal-eins-Körper ist also überflüssig. Ähnlich auf die Tagesprobleme gerichtet war die Einstellung auch in anderen Unternehmen. Daß große Rechenmaschinen für Wissenschaftler, Mathematiker und Ingenieure jemals geschäftlich interessant werden könnten, erschien absurd. Diese armen Schnorrer haben doch kein Geld. Und dann die geringen Stückzahlen!

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

An einzelnen Versuchen, wissenschaftliche Rechenmaschinen zu bauen, hat es nicht gefehlt. Abgesehen von Babbage, der ja in Vergessenheit geraten war, gab es einige Spezialentwürfe von Rechengeräten, zum Teil auf Relaisbasis für Determinanten, Gleichungssysteme und dergleichen.

Viel Arbeit wurde auf dem Gebiet der Analogrechner geleistet, und es sah so aus, als ob für den Wissenschaftler überhaupt nur der Analogrechner interessant sein könnte. (Bei einem Analogrechner werden die einzelnen Größen nicht ziffernmäßig, sondern durch physikalische Größen, wie Drehwinkel, Geschwindigkeiten usw., dargestellt.) Auf die Grundidee von Babbage war man aber nicht wieder gekommen.

Über programmgesteuerte Rechenmaschinen, Datenverarbeitungsanlagen, Computer, Kybernetik usw. gibt es heute bereits eine umfangreiche Literatur. Warum diese Fülle von Büchern also um ein weiteres vermehren? Das soll nicht der Sinn dieses Buches sein. Ist es nicht mindestens so interessant, das Entstehen einer neuen Entwicklung anhand von Beispielen zu verfolgen? Heute sind Milliardenprojekte in der Forschung große Mode. Projekte unter 100 Millionen Mark werden kaum noch ernst genommen; jedenfalls hat man manchmal diesen Eindruck. Ich schäme mich beinahe, im Chor dieser Forschungsexperten das Wort zu ergreifen und die Geschichte der Computerentwicklung aus meiner eigenen Sicht zu erzählen.

Wenn ich es trotzdem tue, so will ich damit nicht sagen, daß Erfindungen stets mit minimalen Mitteln gemacht werden können. Im Gegenteil. Im letzten Kapitel dieses Buches hoffe ich zeigen zu können, daß das eigentliche Zeitalter gigantischer Erfindungen noch vor uns liegt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Aber gerade deswegen ist Besinnung notwendig. Vielleicht ist die folgende Darstellung nur ein Kuriosum, die nur einige wenige interessiert, gerade dann sollte sie erzählt werden.

Milieu? Anregende Umgebung? Not macht erfinderisch? Eigentlich hatte keines davon Bedeutung.

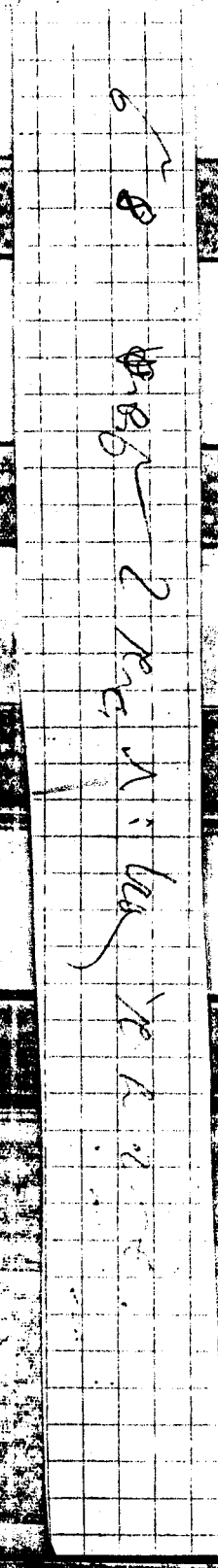
Aufgewachsen im Hause eines mittleren preußischen Postbeamten in einer ostpreußischen Kleinstadt (Braunsberg, geboren bin ich allerdings in Berlin), war eigentlich nichts da, was technisches Denken anregen konnte. Mein Vater war preußischer Beamter im besten Sinne. Pflichterfüllung war oberstes Gesetz. Bei seinem 40-jährigen Dienstjubiläum konnte er stolz darauf sein, keinen Tag wegen Krankheit gefehlt zu haben.

"Arbeitsersparnis", "Erleichterung des Daseins", "Zeit ist Geld"? Nein, mit solchen Argumenten und Schlagworten war kein Eindruck zu erwecken. Es gab für mich auch keine Gelegenheit, meinen Tatendrang, alle technischen Dinge zu verbessern, zu entfalten. Also träumte ich von zukünftigen technischen Paradiesen. Der Stabilbaukasten war mein bester Freund.

Anregungen von der Schule? Auch nicht, wenigstens zunächst nicht. Das humanistische Gymnasium in Braunsberg, an dem ~~ja auch~~ der berühmte Mathematiker Weierstraß gewirkt hatte, beharrte noch völlig in der alten Tradition. Die Lehrer, noch Professoren genannt, schwebten wie Halbgötter über den Schülern. Acht Stunden Latein die Woche. Wir armen Sextaner saßen verschüchtert wie ängstliche Mäuschen vor der Katze.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Diese Spannung "Wird dich der Blitz treffen, und kommst du heute dran?"; nein, das Gefühl habe ich selbst später im stärksten Berliner Bombenkrieg nicht wieder erlebt.

Als Wechselbad kam ich dann ab Obertertia auf ein ganz modernes Reformrealgymnasium (Hoyerswerda, Schlesien). Junge Lehrer, freiheitlicher Geist, Hang zur Schulreform. "Arbeitsunterricht" war das große Schlagwort. Unser Kommentar: "Arbeitsunterricht? Wir alle schlafen und einer spricht."

Da konnte man seinen Geist schon eher entfalten. Auch eine technische Umwelt war vorhanden. Technisch modern eingerichtete Braunkohlengruben und das bekannte Aluminiumwerk Lautawerk lagen in der Nähe. Das war eine Lust, auf verbotenen Wegen sich an die gigantischen Bagger heranzupirschen und sie dann zu Hause mit dem Stabilbaukasten nachzubauen.

Überhaupt das 16. und 17. Lebensjahr - ein erwachender Geist geht frisch an die Probleme heran. Die Gedanken sprudeln oft wie Wasser aus einem überfließenden Brunnen. Aber gerade dann ist es schwer, dem Geist die Zügel anzulegen. Ingenieur zu werden, war bisher selbstverständlich für mich gewesen. Jetzt gingen plötzlich Zeichnungen und Aquarelle ebenso flott von der Hand wie die Bauten aus dem Stabilbaukasten. Die Karikaturen aus meiner Schulzeit füllen eine ganze Mappe. Dieser Konflikt sollte noch tragische Momente in die Entwicklung bringen. Aber das hat - jedenfalls zunächst - nichts mit Computern zu tun.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Berlin, meine Geburtsstadt, war ja nicht ~~mehr~~ weit. Da gab es genug Technik und genug zu verbessern. Aber warum sich mit einer völlig verbauten Stadt aufhalten? Nein, Vorrecht der Jugend ist es, die Phantasie spielen zu lassen und eine Traumstadt zu entwerfen.

Damals gab es manchen Entwurf solcher Phantasiestädte in illustrierten Zeitungen oder anderswo. Der Film "Metropolis" wurde als große Sensation herausgebracht. Aber das gefiel mir alles nicht. Heute würde dieser Film wohl kaum noch Zuschauer finden. Das ganze Thema war albern gestellt. Vom wirklichen Geist der Zeit oder gar der Zukunft hatten die Filmleute nicht viel mitbekommen. Überhaupt die Zukunftsfilme. Das ist ein Thema für sich. Viel Sensation, aber keine echte "Futurologie", wie wir heute sagen.

Meine "Metropolis" sollte anders aussehen. Als Jahresarbeit für die Oberprima entwarf ich eine 35-Millionen-Stadt nach verkehrstechnischen Gesichtspunkten. Leider ist diese Arbeit durch den Bombenkrieg verloren gegangen. Ich möchte sie daher in ihren wichtigsten Punkten rekonstruieren.

Metropolis.

Folgende Grundideen gaben dieser Stadt das Gesicht:

1. Grundsätzlich zentraler Aufbau des Straßennetzes.
2. Auflösung des zentralen Straßennetzes in ein homogenes im Zentrum.
3. Einführung des 60°- bzw. 120°-Systems im Straßennetz.
4. Besondere Behandlung der Kreuzungen, z. B. Entwurf der Kleeblattkreuzung.
5. Entwurf von U-Bahnen mit Expreßbahnen nach dem Prinzip des Umsteigens während der Fahrt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

übliche Lösung

zu 1 u. 2: Nach den damaligen populären Darstellungen von Zukunftsstädten galt als Vorbild für ein gutes Straßensystem entweder das amerikanische sogenannte Schachbrettmuster (Bild 1) oder ein rein zentrales System (Bild 2). Ich wählte eine Vereinigung beider Systeme, bei der das äußere zentrale Straßensystem sich im Zentrum in ein homogenes System auflöst. Bild 3 zeigt diese Lösung für ein rechtwinkliges Straßensystem.

zu 3: Als eine verkehrstechnisch günstige und auch sonst reizvolle Lösung erschien mir das 60°-System, wie es in Bild 4 dargestellt ist. Bild 5 zeigt ein System, bei dem entsprechend Bild 3 sich ein äußeres zentrales System im Zentrum in ein 60°-System auflöst. Das 60°-System hat den Vorteil, daß enge Straßenschluchten vermieden werden. Allerdings dürfte es auch architektonisch einige Konsequenzen haben. Ich habe mich gefreut, 35 Jahre später bei einem amerikanischen Geschäftsfreund in Minneapolis ein Haus zu finden, das konsequent im 60°-System gebaut ist. (Mr. Miles, Control Data Corp.)

welche?

zu 4: Besonders beschäftigte mich die Frage der Straßenkreuzungen in verschiedenen Ebenen.x) Ich entwickelte die inzwischen zur Genüge bekanntgewordene Kleeblattkreuzung. Allerdings war es nicht so, daß diese später von meinen Plänen übernommen wurde, denn meine Arbeit wurde nicht veröffentlicht und war nur in kleinstem Kreise bekannt. Wahrscheinlich ist der Gedanke der Kleeblattkreuzung an verschiedenen Stellen gleichzeitig entstanden und ~~hat sich~~ wurde dann allgemein eingeführt.

x) ...

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

W.i.A 6-Bl/9

zu 5: Besonders faszinierend war für mich immer das Berliner Untergrundbahnnetz. Für mein Metropolis überlegte ich mir ein raffiniertes System von langsamen Zügen, die auf jeder Station halten und schnellen Zügen, die durchfahren, wobei die Fahrpläne so eingerichtet sind, daß zwischen den Stationen die beiden Züge nebeneinander fahren, gekoppelt werden und gegenseitiges Umsteigen während der Fahrt möglich ist. ~~Bild 11 zeigt einen solchen Fahrplan in grafischer Darstellung.~~ Dieses Projekt ist typisch für einen jungen unbeschwerten Menschen. Ich machte mir damals noch wenig Sorgen um die Fülle der Probleme, die bei einer praktischen Ausführung noch zu lösen wären. Da ist einmal die Starrheit des Systems, die Anpassung an verschiedene Verkehrsdichten, das Anlaufen und Auslaufenlassen des Zugsystems morgens und nachts, das ist sicher nicht einfach. Aber das ~~Kritischste~~ ist wohl auch die Sicherungsfrage. Die Gesamtlösung erfordert ein ausgeklügeltes System von Maßnahmen, die vielleicht erst heute mit Hilfe von Elektronenrechnern möglich sind. Aber selbst dann ist es sicher zweifelhaft, ob ein solches System wirklich Vorteile etwa gegenüber dem in New York üblichen System der lokalen und Expreßzüge bietet. Die New Yorker Expreßzüge können nämlich erheblich größere Geschwindigkeiten erreichen, als die durchgehenden Züge in dem von mir vorgeschlagenen System, da sie nicht auf die Anfahr- und Bremszeiten der lokalen Züge Rücksicht zu nehmen brauchen. Immerhin entsinne ich mich, irgendwo in letzter Zeit von dem Vorschlag eines solchen Systems des Umsteigens während der Fahrt gelesen zu haben.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ebenso wenig durchdacht war ein weiterer Gedanke: Die mechanische Briefsortierung anhand von Markierungen, mit denen die Sendungen anstelle der normalen Adressen versehen sind. Dieses Problem ist heute hochaktuell, aber nur der Beteiligte weiß, welche Fülle von Problemen hierbei zu lösen ~~sind~~, damit ein solches System einigermaßen flüssig arbeitet.

Dieser Widerspruch zwischen der sprudelnden Phantasie des jungen Menschen und der harten Disziplin, die die praktische Arbeit des Ingenieurs erfordert, ist es wohl, die vielen jungen Menschen Schwierigkeiten macht.

Typisch für diesen laienhaften Entwurf von Metropolis war, daß ich wohl den Verkehrsfluß in seinen Gesetzen gut erfaßte, aber dem ruhenden Verkehr überhaupt keine Beachtung schenkte. Wie sollte ich auch als Nichtautofahrer in einer kleinen Stadt im Jahre 1926 auf den Gedanken kommen, daß das Parkproblem eines Tages sich zum brennendsten aller Verkehrsprobleme einer Großstadt auswachsen würde?

Mit dem Abitur schien die Zeit der Träume zunächst vorbei zu sein. Der Übergang zur Technischen Hochschule ~~Berlin~~ wirkte ausgesprochen ernüchternd. Studienfreiheit auf der einen Seite, Formulare auf der anderen Seite. Aber das ist wohl heute noch nicht viel anders.

Am ernüchternsten waren für mich die Übungen im Maschinenzeichnen. Da gab es nichts mehr von technischen Phantasien und sprudelnden Gedanken. Dem Geist wurden die Zügel angelegt. Tatsächlich lassen ja die Normen des Maschinenzeichnens wenig Freiheit in der Art der Darstellung. Alles ist genormt, die Strichstärken, die Art der Vermaßung, selbst die Plätze,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

an die die Maßzahlen zu setzen sind. Da ~~konnte~~ nun der Künstler in mir auftrumpfen und das Studium der Architektur als verlockende Fata Morgana erscheinen lassen. Ich sattelte also um und war leider wieder enttäuscht. Nichts von Entwürfen technisch großzügiger Bauten in den ersten Semestern. Mit meinem Metropolis konnte ich nirgends Eindruck ~~schinden~~. Stattdessen wurden dorische und jonische Säulen dem jungen Studenten ~~zur Ernüchterung~~ vorgesetzt.

Also auch das war nicht das Richtige. Wenn ich durchgehalten hätte, wäre vielleicht ein annehmbarer Architekt aus mir geworden. Wer weiß? Ich hielt nicht durch, sondern sattelte abermals um, diesmal in der gleichen Fakultät. Das Bauingenieurstudium bot damals noch die meisten Freiheiten sowohl in der Gestaltung des Studiums als auch in der Einteilung der Praktikantenzeit. Auch das Bauingenieurstudium war ernüchternd für mich. Aber schließlich konnte ich die Geduld meiner Eltern nicht zu sehr ausnutzen. Die statischen Rechnungen waren schrecklich. Die Professoren, die diese beherrschten, kamen mir wie Halbgötter aus einer anderen Welt vor. Wie sollte ich das je begreifen? Damals entstand ~~dann ja auch~~ die Idee der programmgesteuerten Rechenmaschine. Aber leider nicht sofort. Zunächst ging die Phantasie allerlei andere Wege kreuz und quer durch die verschiedensten Gebiete.

Wer sich also nicht nur für Computer interessiert, sondern auch wissen möchte, wie diese Idee entstand, dem möchte ich einen kleinen Einblick in die mehr oder weniger verrückten Ideen geben, die vorher in meinem Kopf entstanden. ~~Wen dies nicht interessiert, der mag auf Seite ... weiterlesen.~~

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

S. M. 2

A 4

Metropolis faszinierte mich natürlich weiterhin. Selbstverständlich sah ich bald ein, daß es reine Phantasie war, unter den gegebenen Verhältnissen etwa eine deutsche Stadt völlig neu aufzubauen. Aber es spielte sich doch zu schön mit solchen Gedanken, und ich habe mir dann auch einmal einen Platz ausgesucht, wo die neue deutsche Hauptstadt am besten hinzusetzen wäre. Damals wurden in Deutschland Karten gezeigt, in denen die Reichweite der Bomber von verschiedenen Nachbarländern eingezeichnet waren. Die Gegend von Lübeck blieb außerhalb aller dieser Kreise. Es war sicher eine kindliche Logik, daraus zu schließen, daß damit dieser Ort sicher wäre; aber das Ganze war ja nur Spielerei, und die Gegend von Lübeck erschien hinreichend geeignet, meine Traumstadt dorthin zu legen. Ich besorgte mir Meßtischblätter aus der Gegend und klebte eine Wand meines Zimmers voll mit Plänen von Metropolis. Es machte mir besonderen Spaß, die 60°-Systeme meiner Straßen in kühnen Koordinatentransformationen an die dortigen Seen anzupassen und auch das alte Lübeck mit in diesen Gesamtkomplex einzubeziehen. Ein schöner Traum.

Die Wirklichkeit der Verkehrsentwicklung sah anders aus. Damals kamen die ersten Verkehrsampeln auf. Die erste Einführung in Berlin ergab ein absolutes Chaos. Also mußte es auch wohl noch an anderer Stelle Träumer gegeben haben, die den Schritt zur harten Wirklichkeit nicht so schnell gefunden hatten. Mir schwebte damals schon ~~so etwas~~ wie die "grüne Welle" vor. Ich versuchte in grafischen Darstellungen das Problem der Berliner Friedrichsstadt zu lösen. Es gelang mir jedoch nicht. Das ist leicht erklärlich, weil in der Enge der Berliner Friedrichsstadt ein solches System aufgrund des erforderlichen Zusammenspiels der vielen Richtungen nicht funktionieren kann. Die heutigen Lösungen der grünen Welle sind auch nur arbeitsfähig, wenn man sie beispielsweise auf eine Ausfallstraße anwendet und ~~Kompromisse~~ in bezug auf die kreuzenden Straßen macht.

Kompromisse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Obgleich ich Bauingenieurwesen studierte, veranlaßte mich dieses Studium jedoch nicht, die Richtung "Städtebau" bei meinem Studium einzuschlagen. Damals war es mein Freund Feuchtinger, später Professor in Ulm und Stuttgart, der sich still und zurückgezogen sehr ernsthaft mit dieser Frage befaßte. Aber wir hatten in diesen Dingen keinen Kontakt miteinander. Er hat dann nicht nur seiner Phantasie freien Spielraum gelassen, sondern hat in jahrelanger Arbeit alle die nüchternen Untersuchungen durchgeführt, die erst Voraussetzung ~~xinx~~ für wirklich praktische brauchbare Pläne ~~sind~~.

In Ermangelung anderer ernsthafter Aufgaben (das Studium nahm ich leider nicht sehr ernst) widmete ich einen wesentlichen Teil meiner Arbeitskraft der Fotografie. Meine Dunkelkammer war angefüllt mit Tabellen und Spezialrechenschiebern, um die richtigen Belichtungszeiten bei Vergrößerungen und Reproduktionen usw. schnell errechnen zu können.

Ein typisches Beispiel für die Fehlwege eines jungen Erfinders war folgendes: Handelsmäßige Selbstauslöser waren für einen ~~kleinen~~ Studenten zu teuer. Wir benutzten damals folgenden Trick: Eine Feder, eine Schnur und ein Korken (eine besondere Sorte, deren Namen ich vergessen habe) wurden so mit dem Auslöser verbunden, daß der Korken die Schnur durchbrannte und so der Feder ermöglichte, den Verschluß auszulösen. Ein primitives, aber wirksames und billiges Verfahren. In meiner Naivität glaubte ich nun, auf diesem Prinzip einen billigen Selbstauslöser bauen zu können und machte dafür meine Entwürfe. Es fehlte mir völlig der Blick dafür, daß ein solches Gerät im Endverkauf keineswegs billiger sein könnte, als die schon auf dem Markt befindlichen Geräte. Diese waren dazu noch wesentlich eleganter. Dies ist typisch für Anfänger. Die meisten sind nicht

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

in der Lage, die Kosten der nach ihren Ideen gebauten Geräte auch nur annähernd zu schätzen. Wenn ein Erfinder ohne Fertigungserfahrung einen Preis nennt, so kann man ihn getrost mit 10 multiplizieren, um den Preis zu erhalten, den das Gerät nach ordnungsgemäßer Entwicklung, Konstruktion, Fertigungsvorbereitung, Fertigungskosten, Vertriebskosten usw. dann endgültig der Endabnehmer kostet.

Selbstverständlich befaßte ich mich auch mit der vollautomatischen Fotografie. Das Umkehrverfahren war mir bekannt, und ich probierte es natürlich auch in meiner Dunkelkammer aus. Entwürfe für automatische Entwicklungsgeräte usw. folgten. Es war dann eine große Enttäuschung für mich, daß gerade um diese Zeit die ersten "Fotomaton"-Geräte in Berlin aufgestellt wurden. ~~Das wollte ich doch eigentlich selber erfinden.~~

Aber es gab ja auf dem Gebiete der Fotografie noch andere Aufgaben. Da waren die Drogerien und Fotoläden, die laufend Fotoarbeiten für die Amateure ausführten. (Entwicklung von Platten, Filmen, Anfertigen von Kopien, Vergrößerungen usw.) Hier mußte sich vieles verbessern lassen. Das, was der gute Fotoamateur aus seinen Aufnahmen in seiner Dunkelkammer herausholt, müßte sich doch wohl mechanisieren lassen. Also individuelle Entwicklung der Platten und möglichst auch der einzelnen Filmbilder. Günstige Papiersorten und Belichtungen für die Vergrößerungen und Heraussuchen des günstigsten Bildausschnittes. Ich entwarf also automatische Entwicklungsanlagen, bei denen am laufenden Band die Negative an dem Laboranten vorbeiliefen, wobei dieser lediglich die Knöpfe "normal", "unterbelichtet", "überbelichtet" zu drücken hatte, und die individuelle Entwicklung war gesichert. Der Kunde sollte die Möglichkeit haben,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

mit Hilfe besonderer Geräte im Laden sich die gewünschten Ausschnitte auszusuchen, und zu jedem Film sollte dann als Anlage eine Lochkarte oder ein Lochstreifen angefertigt werden, der zu jedem einzelnen Bild die Daten über Belichtung, Ausschnitt usw. enthielt, so daß bei weiteren Aufträgen lediglich diese Lochkarten in automatische Vergrößerungsgeräte zu stecken wären, um die gewünschten Vergrößerungen zu erhalten.

Auch das waren wieder typische Anfängerideen. Die individuelle Entwicklung ist inzwischen durch Belichtungsmesser, Standentwickler und Filme mit großem Belichtungsspielraum überholt. Sie war aber in den Anfängen der Fotografie aktuell. Die Verwendung von Lochkarten als "Begleitkarten" für Steuerungszwecke dürfte wohl an den Kosten scheitern. Selbstverständlich hatte ich als junger Student noch keinerlei Ahnung von den wirklichen Kosten selbst einfacher Lochkartengeräte. Und so konnte auch dieses Projekt nur ein Papierprojekt bleiben, so schön es auch durchdacht war.

Was regt den jungen Studenten, der noch keinerlei Verbindung zur Praxis hat, noch an? Das Kino. Da mußte doch etwas zu verbessern sein. Zunächst interessierte mich die Frage der sauberen perspektivegerechten Projektion und die Wahl des richtigen Sitzplatzes. Es ist ja eine eigenartige Erscheinung unserer Filmtheater, daß immer noch das Vorurteil besteht, die besten Plätze wären hinten. Das mag in den Kindertagen des Films sinnvoll gewesen sein, als der Film noch eine Strapaze für das Auge war und man nur ganz hinten ein einigermaßen ruhiges Bild hatte. Die Filmtechnik hat heute einen Stand erreicht, bei dem dieser Gesichtspunkt eigentlich entfallen sollte, vorausgesetzt, daß die Filme vernünftig gedreht sind. Leider ist das keineswegs immer

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Fall. Der ~~Bild~~Szenenwechsel erfolgt oft mit derart hoher Geschwindigkeit oder die Kamera wird so schnell geschwenkt, daß man doch wieder nur ganz hinten ertragen kann, was ~~einem~~ der Filmoperateur zumutet.

An sich sollten natürlich die Größe der Leinwand und des Zuschauerraumes so aufeinander abgestimmt sein, daß in der Mitte die besten Plätze sind. Es gibt heute schon einige wenige Lichtspielhäuser, bei denen das der Fall ist und die auch die Konsequenz gezogen haben, die höchsten Preise für die mittleren Plätze zu nehmen.

Was dem Laien meist überhaupt nicht ~~in den Sinn kommt~~ auffällt, ist der Umstand, daß die besten Plätze ~~auf~~ jeden Fall ob hinten oder vorn, in der Nähe der zentralen Achse des Theaters liegen. Beim persönlich gespielten Theater hat dieser Gesichtspunkt nicht die Bedeutung, da man die Personen auch von der Seite körpergetreu sieht. Nur für das Bühnenbild ist der Platz in der Mitte günstiger. Bei der Bildprojektion hat dieser Gesichtspunkt aber entscheidende Bedeutung; denn je weiter man sich von der Mittelachse des Bildes entfernt, desto mehr wird ~~die Projektion~~ das Bild verzerrt. Es ist ~~nur~~ leider so, daß die wenigsten Menschen ~~die Gabe haben~~, diesen Mangel und seine Ursache zu erkennen.

Als Student war mir das ein Anlaß, Kinotheater zu entwerfen, bei denen sich optimale Lösungen, ~~wie man heute sagen würde~~, für die Platzverteilung ergeben. Ich konstruierte vor der Leinwand ein Ellipsoid, in das ich Parkett und Rang hineinlegte. Das war eine Sonderaufgabe der darstellenden Geometrie, in

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der es von Ellipsen, logarithmischen Spiralen usw. nur so wimmelte.

Der nächste Schritt waren Sonderkonstruktionen; z. B. ein Spiegelkino, bei dem an dem Platz, an dem sich normalerweise die Leinwand befindet, ein großer Wandspiegel angebracht war, wobei sich die Projektionswand im Hintergrund befindet. Dadurch wird erreicht, daß der relative Abstand der Sitze von der Projektionswand gleichmäßiger ist und man für alle Sitze eine gute Sicht erhält. (Kein Sitz zu weit vorn, hinten oder seitlich.) Bild 12 zeigt den Schnitt durch ein solches Theater. Dabei treten natürlich einige technische Schwierigkeiten auf, die ich mir damals nicht gründlich überlegte, ~~was ja das Vorrecht der Jugend ist.~~ Einmal die Konstruktion eines so großen Spiegels. Dieser dürfte sehr teuer kommen, auch wenn man ihn aus mehreren Einzelspiegeln zusammensetzt. Ferner war die Projektion des Filmbildes ein Problem. Sie müßte entweder ebenfalls von hinten her auf den Spiegel erfolgen, - dann wäre die Verzerrung durch den Spiegel zweimal wirksam - oder sie könnte von oben erfolgen. Dann könnte sie wiederum nicht in der Nähe der zentralen Achse der Projektionswand erfolgen. Dies würde Spezialoptiken ~~operationen~~ erfordern, deren Entwicklung keineswegs einfach ist.

Dann noch ein typisch überspannter Projekt: Damals war es gerade ~~große~~ Mode, Filmvorführungen ~~und~~ Kabarettveranstaltungen (Bühnenschau) zu verbinden. Nun fand ich ~~natürlich~~ bald heraus, daß ein idealer Zuschauerraum für ein Theater ~~selbstverständlich~~ anders aussieht, als der ideale Zuschauerraum für ein Filmtheater. Einmal müssen die Sitze sich mehr in der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Nähe der Bühne befinden, wobei der Raum ruhig seitlich in die Breite gezogen sein kann, das andere Mal müssen die Sitze mehr zur Achse ausgerichtet sein. Also entwarf ich ein Theater, bei dem entsprechend Bild 14 a und b die hinteren Sitzreihen nach den Seiten und nach vorn verschoben werden konnten. Eine sehr schöne Lösung auf dem Papier. Aber diesmal war ich mir selber darüber im klaren, daß der technische Aufwand sich bestimmt nicht lohnte.

Da war die Idee einer grundsätzlichen Änderung der Projektionstechnik schon vernünftiger. Daß Panoramaprojektionen große Möglichkeiten bieten müßten, war mir klar, nur verstand ich nicht genügend von der Optik, um die projektionstechnischen Schwierigkeiten zu überblicken oder gar lösen zu können. So blieben auch das spielerische Ideen. Was mich bei den normalen Filmen störte, war die Tatsache, daß nur Breitformat projiziert werden konnte. Als Fotograf wußte ich, daß viele Bildeffekte wesentlich besser durch Hochformat erzielt werden können. Es schwebte mir also eine Lösung vor, die es erlaubte, wahlweise während der Vorführung zum "gotischen Format" überzugehen, durch Einschalten einer um 90° drehenden Optik. Allerdings ist es mir bei meinen mangelnden optischen Kenntnissen nicht gelungen, ein Spiegelsystem zu entwickeln, das die Wendung des Bildes um 90° mit einfachen Mitteln ermöglichte. Auf die Idee der Längsverzerrung durch astigmatische Linsen kam ich nicht.

Tatsächlich ist ja die Filmtechnik später mit dem Breitwandbild den genau umgekehrten Weg gegangen. Auf diese Idee wäre ich nie gekommen. Es liegt dieser Entwicklung ja auch etwas Unnatürliches zugrunde. Einmal ist die technische Lösung, aus

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

einem normalen Bild ein breites durch Längsverzerrung über zylindrische Linsen zu erreichen, etwas verkrampft. Die Güte des Bildes leidet stark darunter. Zum anderen liegt ein gewisser Widerspruch zu dem bereits erwähnten Brauch ~~vor~~, die hinteren Plätze im Filmtheater als die besten anzusehen. Dies ergab logischerweise zunächst verhältnismäßig kleine Projektionswände, die dann wieder künstlich verbreitert wurden. Tatsächlich wäre es meiner Ansicht nach günstiger, nicht das Filmbild zu verbreitern, sondern im ganzen größer zu projizieren, wobei allerdings streng darauf geachtet werden müßte, daß die Gesetze der Aufnahmefähigkeit des menschlichen Gesichtssinnes in bezug auf Bildwechsel und Geschwindigkeit der bewegten Objekte besser beachtet werden als bisher. Eventuell wäre auch ein erhöhter Bildwechsel erforderlich, um bewegte Szenen nicht verschwommen oder in Einzelbilder aufgelöst darstellen zu können.

So blieben alle diese Gedanken, die mit Fotografie, Film usw. in Zusammenhang standen, Spinnereien eines jugendlichen Wirrkopfes. Nachträglich ist es leicht zu sagen, daß die Verfolgung des Gedankens des Panorama-Filmtheaters wohl die meiste Aussicht auf praktische Verwirklichung gehabt hätte. Aber damals war die Zeit wohl kaum reif hierfür. Es hat rund 20 - 30 Jahre gedauert, bis diese Gedanken an anderer Stelle in die Wirklichkeit umgesetzt wurden. Sicher hat es vorher Erfinder genug gegeben, die diesen Gedanken schon hatten. Aber erst als der Filmindustrie eine starke Konkurrenz durch das Fernsehen entstand, sah man sich nach neuen Anreizen um, das Publikum wieder in die Filmtheater zu locken. Die tatsächliche Verwirklichung dieser Ideen erforderte dann sehr sorgfältige optische Maßnahmen, die wohl nur erfahrene Spezialisten lösen konnten.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Das Wort "Automat" hatte immer eine faszinierende Wirkung auf mich. Was es damals an Automaten gab, war allerdings noch recht mäßig. Allerdings hatten die Mechaniker schon einige Wunderwerke gebaut. Die Beobachtung von Wiegeautomaten war stets ein besonderer Genuß für mich. "Fotomaton" war schon erfunden, aber eine Aufgabe schien noch nicht gelöst zu sein: Der Warenautomat mit automatischer Geldrückgabe. So konstruierte ich dann, diesmal nicht nur auf dem Papier, einen Automaten, bei dem man Waren verschiedener Preise und Menge nacheinander an einer Wählscheibe bestellen konnte. Die Preise wurden im Automaten addiert, und dann konnte man durch Einwerfen beliebiger Geldstücke die Herausgabe der Waren veranlassen. Der Automat addierte die eingeworfenen Beträge, bildete die Differenz zur Bestellung und zahlte diese aus. Ein Kernproblem hierbei ist die Münzprüfung. Tatsächlich ist dies wohl auch der entscheidende Grund, warum sich Automaten dieser Art wenig durchsetzen. Die technische Lösung der übrigen Probleme erfordert wohl einigen technischen Aufwand, ist aber keineswegs besonders schwierig. Die Münzprüfung glaubte ich - neben der üblichen Gewichts- und Größenprüfung - dadurch verbessern zu können, daß ich die Münzen zwischen zwei gegenseitig rotierende Platten brachte, die der Prägeform der Münze entsprechen. Bei Übereinstimmung müßte sich der Abstand der Platten verringern, ein Kriterium für die Echtheit der Münze. Praktisch dürfte dieses Verfahren aber erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Zunächst gibt es für die gleiche Münzsorte verschiedene Arten der Prägung. Auch sonst ist eine solche Vorrichtung sicher nicht einfach. Ein solches Verfahren ist praktisch wohl auch nie versucht worden.

Schließlich das interessante Projekt der Eroberung des Weltraumes. Damals gehörte die Mondrakete noch mehr in den Bereich

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

phantastischer Romane als in die ~~Harte~~/Wirklichkeit des Ingenieurs. Die UFA brachte ~~groß~~/den Fritz-Lang-Film "Frau im Mond" heraus; ein technisch ebenso alberner Film wie "Metropolis". Solche Filme waren nicht dazu angetan, die wirklichen technischen Schwierigkeiten den breiteren Kreisen bekanntzumachen.

Natürlich träumte auch ich von der Mondrakete. ~~Aber das taten die anderen ja auch.~~ Daß auf dem Mond kein Leben wäre und auf den anderen Planeten unseres Sonnensystems kaum Leben zu erwarten sei, das wußte ich wohl. Also hinaus in die Ferne zu anderen Sonnen mit anderen Planetensystemen. Der Gedanke, daß es woanders Sonnen mit bewohnbaren Planeten geben müsse, war damals etwas kühn oder auch leichtsinnig. Die Theorie von Jeans fand in Fachkreisen große Anerkennung. ~~Hiernach~~ Dann ist unser Sonnensystem eine große Ausnahme. Weit verloren im All eine einsame Sonne, die durch einen großen Zufall Planeten gebildet hat.

Nun, das störte mich nicht. Damals machte zwar Sänger noch nicht mit seinen Photonenraketen von sich reden. Ich rechnete so: Wenn es möglich wäre, mit Raketen 1/1000 Lichtgeschwindigkeit zu erreichen, so würde die Reise bis zum nächsten Fixstern 4000 Jahre brauchen. Warum ~~also~~ nicht den kühnen Gedanken fassen, eine Flotte von Raketen auszurüsten, auf der ein auserwählter Teil der Menschheit sich auf den Raketen fortpflanzend schließlich das Ziel erreicht? Technisch dachte ich mir das so, daß - selbstverständlich nach Eroberung unseres Planetensystems - irgendwo draußen zunächst riesige Raketen montiert werden, von technischen Basen aus, die sich irgendwo auf den Monden der äußersten Planeten befinden. Jede solche Rakete sollte ~~vielleicht~~ in der Lage sein, 100 oder 200 Menschen aufzunehmen, und alle

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

paar Jahre könnte eine abgeschossen werden, so daß sich eine Kette solcher Raketen in Richtung des nächsten Fixsterns bewegt.

Wie schön kann hier der Geist spielen und für die Fülle der Probleme Lösungen finden. Sicher ein Thema für einen Film oder einen Roman. Mit einiger Phantasie kann man sich hier hochinteressante Geschichten ausdenken mit allen menschlichen, sozialen und technischen Komplikationen, die dabei in Erscheinung treten können. Aber das ist nicht das Thema dieses Buches.

"Tu doch endlich einmal etwas Vernünftiges", sagten meine Freunde. Aber für vernünftige technische Projekte war wenig Gelegenheit. Die beginnende Wirtschaftskrise ließ den Beruf des Ingenieurs überhaupt wenig sinnvoll erscheinen. Von "challenge and response" konnte da wenig die Rede sein, wenigstens nicht in Richtung eines neuen technischen Zeitalters.

Da konnte dann der Künstler in mir wieder einmal auftrumpfen. Meine Versuche, Reklamezeichner zu werden, scheiterten aber zum Glück ebenfalls an der schlechten Konjunktur. Der Weg des Ingenieurs erschien doch der bessere, auch wenn die Arbeitslosenziffern von Tag zu Tag stiegen.

In der Zeit der heutigen Studentenunruhen blicke ich gern zurück auf meine eigene Studentenzeit. Auch sie war politisch sehr unruhig, und selbstverständlich strahlte die Unruhe der Zeit auch auf die Hochschulen und Universitäten aus. Das Bekenntnis zur Technik erforderte einigen Mut. "Rationalisierungsmaßnahmen" standen von vornherein unter dem Verdacht, die Arbeitslosigkeit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zu fördern. Und doch sahen wir Studenten der Technischen Hochschule, vielleicht im Gegensatz zu denen der Universität, die Lösung der Probleme mehr in technischen und wirtschaftlichen Maßnahmen,

Da wir Studenten damals mehr Zeit und noch keine Autos hatten, lasen wir noch Bücher, und zwar nicht nur "Die vollkommene Ehe" von van de Velde. Wenn auch die Wirklichkeit dem angehenden Ingenieur nicht viel Anreiz bieten konnte, so wollte er die Welt der Technik doch wenigstens in seiner Phantasie und in Büchern erleben. Da war das Buch von Henry Ford "Mein Leben und mein Werk", welches viele junge Menschen begeisterte. Endlich einmal ein positives Bekenntnis zur Technik!

Henry Ford war ja nicht nur ein Pionier auf dem Gebiete des Kraftwagens, sondern er brachte auch neue soziale Ideen. Das Überraschende war, daß seine Einstellung in dieser Hinsicht konträr zur offiziellen Fachwissenschaft war. Seine Idee, durch Erhöhung der Löhne die Kraftwagen zu verbilligen, schlug zunächst der landläufigen Ansicht ins Gesicht. Er erreichte dieses Ziel einmal durch einen inneren Effekt. Die Erhöhung der Löhne ging mit einer Leistungssteigerung einher, die durch die inzwischen weitgehend eingeführte Arbeitsteilung bis zum letzten Handgriff erreicht wurde. Der äußere Effekt aber war der, daß in einer Volkswirtschaft, in der durch hohe Löhne ein allgemeiner Wohlstand herrscht, die Produktionszahlen der einzelnen Konsumgüter stark heraufgehen und auf diese Weise eine Verbilligung erreicht werden kann. In gleicher Richtung liegen die Effekte bei der systematischen Herabsetzung der Arbeitszeit von 60 auf 40 Stunden pro Woche. Diese Tatsachen hat Ford in seinen Büchern nach

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

vielen Gesichtspunkten ~~breit~~ behandelt. Sie wurden auch von anderen Industriellen ~~weitgehend~~ aufgegriffen und bilden einen wesentlichen ~~Teil~~ dessen, was wir heute ~~den~~ "american way of life" nennen. Allerdings konnte dieser unbegrenzte Optimismus die Wirtschaftskrise nicht verhindern.

Gerade wir jungen Menschen in Deutschland hatten es schwer, diese Gedanken zu vertreten. In der Zeit der steigenden Arbeitslosenziffern erschien es grotesk, von "Rationalisierung" und "Erhöhung der Produktion" zu sprechen. Tatsächlich hatte sich die damalige amerikanische Wirtschaftsauffassung ~~ja~~ auch völlig festgefahren. Der Schlüssel zur Lösung mußte anderswo gefunden werden.

Dies war natürlich ein günstiger Nährboden für radikale politische Lösungsversuche. Die Sozialisten verschiedenster Prägung konnten mit Recht auf das Versagen des "kapitalistischen" Wirtschaftssystems hinweisen.

Aber uns jungen Studenten der Technischen Hochschule wollte diese andere Kost keineswegs schmecken. Einem gesunden Gefühl entsprechend glaubten wir, den Schlüssel zur Lösung des Problems in rein wirtschaftlichen Maßnahmen ~~finden zu~~ können. Die verschiedensten Variationen der Belebung des Geldumlaufs waren in der Diskussion. Etwa nach dem Motto "Neues Geld schafft neue Kaufkraft, neue Kaufkraft schafft neue Arbeitsplätze, neue Arbeitsplätze schaffen neues Geld - so schließt sich der Kreislauf". Die "Goldwährung" wurde zum "Schwarzen Peter" der Wirtschaftskrise gemacht. Diese Ideen hatten alle ~~irgendwie~~ einen vernünftigen Hintergrund, aber meist waren sie wirklichkeitsfremd und phantastisch. Heute sind diese Theorien fast alle

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

[fortlassen! Diese Auffassung hörte ich vor
mehreren Jahren von Prof. Mühlbauer;
er wird nicht der einzige Vertreter
gewesen sein! F
oder anders – d.h. positiv – formulieren]

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

vergessen, jedoch sind einige Grundgedanken unbewußt Bestandteil unseres Wirtschaftsdenkens geworden.

Ein solcher wirklichkeitsfremder und phantastischer Prophet war Sylvio Gesell. In seiner Lehre "Freiland, Freigeld, Freiwirtschaft" glaubte er den Schlüssel für das Wohl der Menschheit gefunden zu haben. Einen wesentlichen Bestandteil seiner Ideenwelt stellte der Gedanke des "Schwundgeldes" dar. Sylvio Gesell ~~argumentierte wie folgt~~: "Alle Konsumgüter und Waren verderben. Darüber hinaus kostet ihre Aufbewahrung erhebliche Gelder. Dagegen ist die Basis unserer Währung, das Gold, wertbeständig. Es verdirbt nicht und erfordert keine besonderen Kosten zu seiner Aufbewahrung. Hieraus ergibt sich, daß in Zeiten rückläufiger Konjunktur und stagnierender Preise eine Flucht in die Festwerte des Goldes einsetzt. Waren sind als Hortungsmittel nicht gefragt. Dies hat weitere rückläufige Tendenzen der Wirtschaftsentwicklung zur Folge." Ähnlich wurden die Wirtschaftskrisen in anderen Formulierungen wohl auch von anderen Wirtschaftstheoretikern gesehen. Sylvio Gesell glaubte die Lösung in der Idee des Schwundgeldes gefunden zu haben. Er wollte das Geld ebenso einem Wertverlust aussetzen wie die Waren. Technisch sollte das durch Aufkleben von Marken auf die umlaufenden Geldscheine erreicht werden.

Dieses Schwundgeld wäre natürlich technischer Unsinn. Aber leider hat die Sache doch eine ~~tragische~~ Seite. Haben wir ~~nun~~ denn heute nicht doch Schwundgeld? Allerdings in Form einer schleichenden Inflation? Ist eine Konjunkturzeit nicht irgendwie durch untergründige Gesetze mit dem "Schwund" des Geldes verkoppelt? Ich glaube, hier liegen noch Gesetze der Volkswirtschaft, welche der Aufklärung harren. Vielleicht wagt es auch kein Professor

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Volkswirtschaft, die These zu verfechten, daß in einer freien Wirtschaft die dauernde Konjunktur an eine schleichende Inflation gebunden ist. Eine solche "Wahrheit" wäre höchst unpopulär, und keineswegs könnte eine Regierung es riskieren, eine solche Lehre auf ihr Programm zu schreiben.

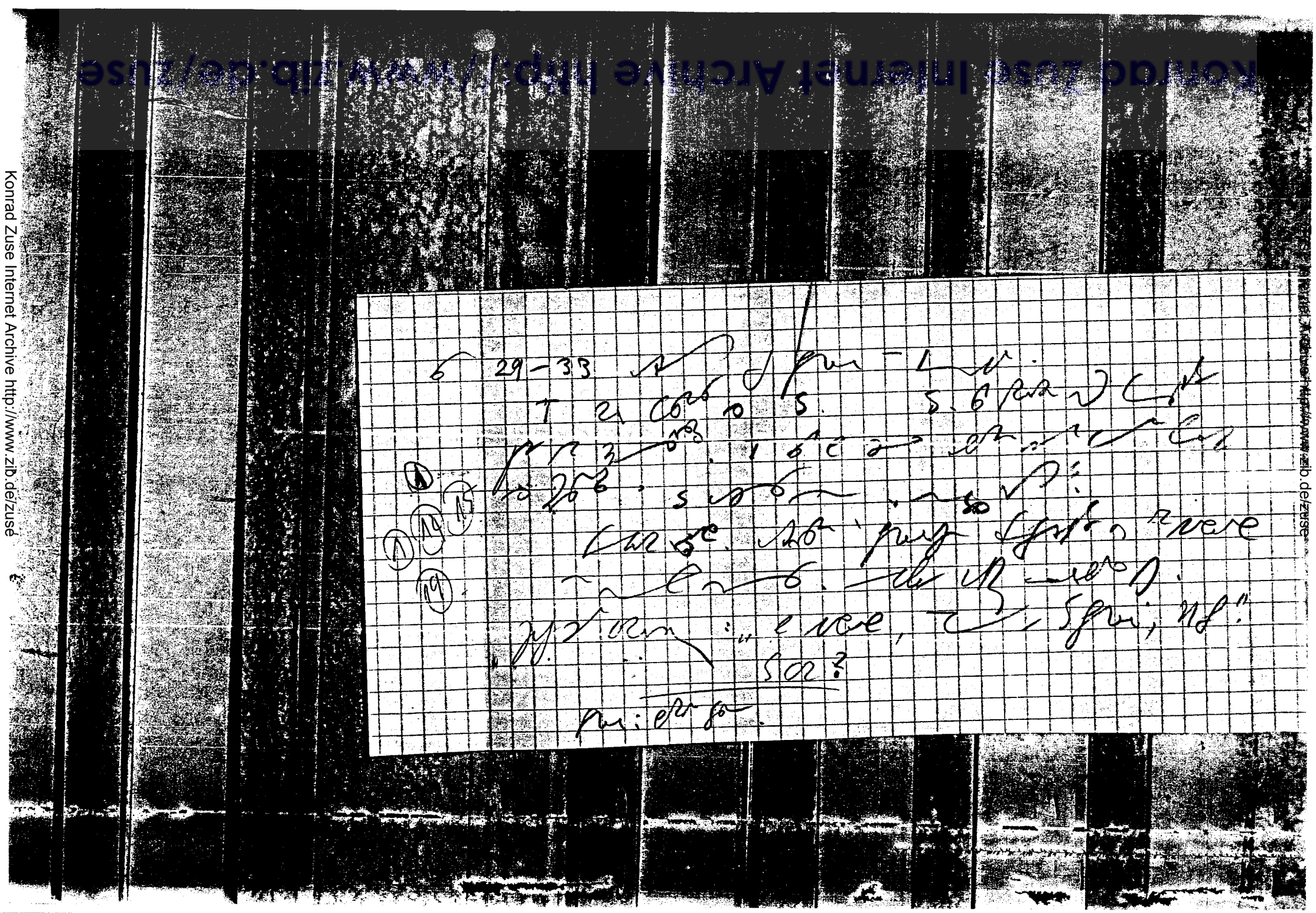
Auch Karl Marx' "Das Kapital" 1. Band las ich und versuchte, es zu verstehen. Das machte zwar auf meine Studienfreunde wenig Eindruck, umso mehr jedoch auf die jungen Bauarbeiter während meiner Baupraxis. Es imponierte ihnen entschieden, endlich einmal jemanden zu treffen, der "Das Kapital" wirklich gelesen hatte, wenn auch nur bis zum ersten Band.

In Mode waren damals noch andere Schriftsteller, wie Möller van den Bruck und Ernst Jünger. Sie konnten mir aber wenig imponieren, wurden aber unter den Studenten eifrig diskutiert.

Zwischen diese Diskussionen erklang dann schließlich, zunächst nur gelegentlich, dann aber immer stärker der Ruf "Deutschland erwache!" Auf uns Studenten der Technischen Hochschule machte das allerdings zunächst wenig Eindruck. Wir dachten viel zu nüchtern. Aber die Bibel dieser neuen Richtung, "Mein Kampf", wurde selbstverständlich ebenfalls diskutiert, ohne uns sehr überzeugen zu können.

Dagegen machte ein anderer Schriftsteller einen sehr nachhaltigen Eindruck auf einige von uns: Oswald Spengler.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Kaum ein Schriftsteller ist wohl in jener Zeit so viel diskutiert und doch so gründlich mißverstanden worden. An sich paßte ja seine Denkweise nicht ohne weiteres in die Welt eines werdenden Ingenieurs. Spengler verbarrikadiert sich gewissermaßen hinter der physiognomischen Betrachtungsweise, die unserem mehr nüchternen und abstrakt denkenden Zeitalter wenig liegt. Daß Spengler damals viel diskutiert wurde, lag wohl weniger daran, daß man ihn verstanden hatte, sondern daß man den Titel seines Hauptwerkes "Untergang des Abendlandes" mit dem für die Deutschen verlorenen Weltkrieg in Verbindung brachte. Tatsächlich hatte aber Spengler die wichtigsten Gedanken dieses Buches schon vor dem ersten Weltkrieg konzipiert und niedergeschrieben. (Er wollte eine "Morphologie der Weltgeschichte" schreiben. Mit dem angeblich vom Verlag gewünschten Titel "Der Untergang des Abendlandes" wurde die Untergangsstimmung nach dem ersten Weltkrieg geschäftlich ausgenutzt. Damit wurde die Diskussion und Kritik von vornherein in eine falsche Richtung gelenkt.

Was hat das mit Computern, Automation und überhaupt mit dem Titel dieses Buches zu tun? Oberflächlich gesehen nichts und vielleicht doch sehr viel. Technokratie, Automation, Computer usw. sind äußere Erscheinungsformen einer Umgestaltung des gesamten Erdballes. Man kann diese Entwicklung nicht nur technisch sehen. Der Blick in die Tiefe erschließt manche Erkenntnis, die sonst verborgen bliebe.

Zwar hatte Spengler es entschieden abgelehnt, mit Futurologen in einen Topf geworfen zu werden, aber seine Betrachtungsweise eröffnet uns einige sehr wesentliche Perspektiven, die eben

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

gerade für die Zukunft große Bedeutung haben können.

Ich möchte daher versuchen, in einigen Stichworten einiges aus den Ideen Spenglers zusammenzufassen, was insbesondere für den dritten Teil dieses Buches von Bedeutung sein kann.

Seine Grundidee ist der Ablauf der Weltgeschichte in einer Folge von großen Kulturkreisen, von denen jeder eine Entwicklung von der Jugendzeit über die Blütezeit zur Spätzeit durchläuft. Dieser Ablauf dauert je etwa 1000 Jahre. Er unterscheidet acht Kulturkreise:

1. ägyptischer
2. babylonischer
3. indischer
4. chinesischer
5. antiker
6. arabischer
7. mittelamerikanischer
8. abendländischer

} Kulturkreis

Besonders interessant sind seine vergleichenden Gegenüberstellungen der verschiedenen Zeitalter (Jugend, Blütezeit ...) in den einzelnen Kulturen. Hiernach liegt unsere abendländische Kultur ~~zur Zeit~~ in einer Spätzeit. Es ist eine Übergangszeit von der Kultur zur Zivilisation. Sie kann verglichen werden mit der Hyksoszeit in Ägypten, mit dem Zeitalter der kämpfenden Staaten in China oder mit der Zeit etwa 200 - 100 v. Chr. in der Antike.

Wesentlich dabei ist, daß er einem jeden ~~solchen~~ Kulturkreis eine Grundidee zuordnet, durch welche der Charakter dieser

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wurde

Kultur geprägt ~~wird~~. Unserer abendländischen Kultur unterlegt er "das Faustische Prinzip". Es äußerte sich in besonders reicher Form bereits während der Jugendzeit unserer Kultur, der Gotik. Das Himmelstrebende der gotischen Dome ist Ausdruck dieser Faustischen Seele. Dieses Streben in die räumliche und zeitliche Ferne hat dann weiterhin unsere gesamten kulturellen Lebensformen geprägt, von der perspektivischen Malerei, der instrumentalen Musik und unserer Mathematik mit ihren dem antiken Denken völlig fremden Betrachtungen der Analysis des Unendlichen usw. Der Faustische Geist kann es z. B. seelisch nicht ertragen, daß sich zwei parallele Geraden nie schneiden sollen. Er erfindet dafür den geistreichen Ausdruck ~~bzw. den faulen Witz~~, daß "sie sich im Unendlichen schneiden".

Spengler

Demgegenüber stellt ~~er~~ die Seele der antiken Kultur als statisch hin. Dies äußert sich insbesondere in der antiken Kunst der Plastik, aber auch auf vielen anderen Gebieten.

In unserer Spätzeit findet die Faustische Seele ihren wichtigsten Ausdruck in der modernen Technik. Auch andere Kulturen kannten etwas, was man als Technik bezeichnen kann. Aber unsere typisch Faustische Technik ist doch etwas ganz anderes, einmaliges, für das es keine Parallele in anderen Kulturkreisen gibt. Die entsprechenden Kapitel bei Spengler sind natürlich für den jungen Ingenieur besonders interessant. Im Gegensatz zu dem Spengler im allgemeinen zugeschriebenen Pessimismus ist hier die Möglichkeit für eine durchaus optimistische, zukunftsweisende Betrachtungsweise gegeben. Spengler selbst enttäuscht allerdings seine Freunde in dieser Hinsicht. Sein Buch "Der Mensch und

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Technik" wurde anscheinend in einer schlechten Stunde geschrieben und entspricht keineswegs dem Schwung seines Hauptwerkes.

Politisch ~~gesehen~~ sieht Spengler in jedem Kulturkreis am Ende ~~der~~ Hochkultur eine Übergangszeit, ein Zeitalter der kämpfenden Staaten, welches ~~zur Spätzeit,~~ zum Cäsarismus, überleitet. Die beiden letzten Kapitel des zweiten Bandes (Untergang des Abendlandes) behandeln dieses Thema in einem brillianten Stil. Diese Dinge gehen uns unmittelbar an. Aber es ist schwer, daraus ~~etwa~~ praktische Schlüsse zu ziehen. Spengler gibt einen großartigen, tiefgründigen Überblick über die Situation unserer Kultur im Rahmen der Abläufe der großen Kulturen; aber er gibt keine Rezepte für das nächste Jahrzehnt oder gar die nächsten Wahlperioden.

~~So konnte Spengler denn auch nur einigen tieferdenkenden Mitmenschen etwas geben.~~ Eine offizielle Anerkennung ist ihm wohl stets versagt geblieben. Sein Buch eignet sich nicht als Parteiprogramm oder als "Bibel" einer politischen Richtung. Auch sein Buch "Jahre der Entscheidung", welches mehr zu den Tagesproblemen Stellung ~~nimmt~~, konnte trotz der Fülle seiner ausgezeichneten Gedanken nicht wirklich richtungweisend werden. Seine Art, die Geschichte zu sehen, ist großartig und lebendig; aber sie findet keinen offiziellen Eingang in unseren Geschichtsunterricht. Eine Fülle von Ideen ist mehr oder weniger offen in seinem Werk enthalten. Aber sie ~~eignen sich nicht~~ für Tagesparolen und für oberflächliche Geister. Darin liegt eine tiefe Tragik, denn es geht uns viel verloren. Nach einer Periode heftiger Diskussion der Spenglerschen Ideen, wobei ~~kaum eine~~ der Kritiken ihn richtig würdigte, sind wir jetzt in eine Periode des Schweigens eingetreten. Man diskutiert ihn nicht mehr.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wie müßte denn nun ein bis zwei Generationen später das Urteil über die von ihm aufgezeigte Entwicklungsrichtung aussehen? Er selbst hat es stets abgelehnt, ~~so etwas~~ wie ein "Programm" für die Zukunft zu entwerfen. Man muß allerdings ~~tragischerweise~~ zugeben, daß seine Voraussagen, ~~sofern man davon sprechen kann~~, ~~leider~~ weitgehend eingetreten sind. Der zweite Weltkrieg hat ~~leider~~ seine These vom Zeitalter der kämpfenden Staaten bekräftigt. Auch ~~kulturell~~ ist der von ihm aufgezeigte Übergang von der ~~eigentlichen~~ Kultur zur Zivilisation in vollem Gang. Für ihn gehört ~~das~~ ein Zeitalter, in dem alles "berechnet" werden kann, ~~eben~~ nicht mehr zur Blütezeit einer Kultur. Tatsächlich fehlt es unserer Generation wohl oft genug an Ehrfurcht, um das Seziermesser der Statistik und Berechenbarkeit ~~nicht~~ überall schamlos ~~anzuwenden~~ angewandt wird. Spengler hat zwar nicht direkt den "Computer" vorausgesagt; aber all' das, was man heute mit dem Computer macht, liegt völlig in der Richtung seiner Voraussagen.

Zu meiner Studentenzeit in den dreißiger Jahren fühlten wir uns ~~schon~~ weit entfernt von der Generation unserer Väter. Heute, eine Generation später, ist der Abstand zwischen den Generationen ~~wohl mindestens ebenso~~ noch größere. groß. Dinge, die uns intensiv beschäftigen, kümmern die Jugend heute kaum noch. Auch dies liegt in Richtung der von Spengler vorausgesagten Entwicklung.

~~An sich~~ ist Spengler heute aktueller denn je. Etwa sein Werk "Preußentum und Sozialismus" ist nicht nur für eine Generation geschrieben und kann auch heute ~~dem tiefer Denkenden~~ noch vielen Anregungen geben. Gerade die modernen Ideen, die mit dem Sozialismus in Beziehung stehen, unterliegen zur Zeit einer Krise. Es kann wohl nichts schaden, wenn sich ~~zumindest~~ einige

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

tiefer denkende Geister auch auf die Wurzeln dieser Ideen besinnen und sich nicht scheuen, das Gute an dem heute so völlig falsch verstandenen Preußentum auch für die Zukunft nutzbar zu machen. Tatsächlich ist Spengler auch heute noch nicht vergessen. Man findet manchen zurückgezogenen Denker, der Spengler verstanden hat und schweigt.

Aber vielleicht sind wir heute schon zu weit in Richtung der von ihm vorausgesagten geistigen Verflachung vorgedrungen, als daß wir uns noch wirklich in eine tiefgehende Betrachtungsweise einfühlen könnten. Vielleicht ist der neuen Generation das alles auch nur Ballast, den sie abwerfen muß, um unbeschwert vorwärtsschreiten zu können.

Dieser Wandel der Denkungsweise innerhalb des Wechsels einer einzigen Generation äußert sich auf vielen Gebieten. Gibt es heute noch junge Menschen, auf die tief empfundene Dichterworte einen nachhaltigen Eindruck machen? Gern entsinne ich mich des kleinen Büchleins von Rainer Maria Rilke "Briefe an einen jungen Dichter". Besonders ein kleiner Absatz hat damals einer kleinen Gruppe von ausgewählten Freunden und mir sehr viel gegeben. Ich möchte ihn hier anführen:

"Niemand kann Ihnen raten und helfen, niemand. Es gibt nur ein einziges Mittel. Gehen Sie in sich. Erforschen Sie den Grund, der Sie schreiben heißt; prüfen Sie, ob er in der tiefsten Stelle Ihres Herzens seine Wurzeln ausstreckt, gestehen Sie sich ein, ob Sie sterben müßten, wenn es Ihnen versagt würde zu schreiben. Dieses vor allem: fragen Sie sich in der stillsten Stunde Ihrer Nacht: m u ß ich schreiben? Graben Sie in sich nach einer tiefen Antwort.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

35 - 38

35 - 38

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Und wenn diese zustimmend lauten sollte, wenn Sie mit einem starken und einfachen "Ich muß" dieser ernsten Frage begegnen dürfen, dann bauen Sie Ihr Leben nach dieser Notwendigkeit; Ihr Leben bis hinein in seine gleichgültigste und geringste Stunde muß ein Zeichen und Zeugnis werden diesem Drange."

Was hier über den Dichter gesagt ist, gilt wohl für alle schöpferisch tätigen Menschen. Betrachten wir dagegen die heute moderne Produktion von "papers", deren Flut nur von Elektronenrechnern noch verdaut werden kann, so sieht man auch hier den Abstand zwischen den Generationen. Ich sehe die modernen Vertreter der Informationsästhetik schon vergeblich sich bemühen, den "Informationsgehalt" solcher Dichterworte zu messen.

Aber wir waren nicht nur mit ernsten Problemen befaßt und versuchten, mit tiefgründigen Gedanken hinter die Dinge zu kommen. Die studentische Freiheit stand damals noch hoch im Kurs. Ich möchte hier keineswegs dem Bummelstudenten das Wort reden, aber ~~irgendwie~~ erlaubte der Rahmen des damaligen Studiums noch mehr "Freizeitgestaltung".

An der Technischen Hochschule Berlin betrachteten einige alte Studentenverbindungen, so z. B. der Akademische Verein Motiv, die Pflege der schönen Künste und des Humors als eine ihrer Aufgaben. Einmal waren da die Architekten, die ja meist irgendwie den unverstandenen Künstler in sich tragen. Aber auch aus anderen Fakultäten, z. B. den Bauingenieuren, kamen einige, die von dem nüchternen und sachlichen Betrieb der Hochschule nicht befriedigt waren und einen Ausgleich für allerlei jugendlichen Übermut suchten. Gerade das ist wohl das Wesentliche für den Werdegang

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

eines schöpferischen Menschen: Der junge Student ist noch viel zu stürmisch und unausgeglichen, um seine vielfältigen Talente und Interessen in die harte Wirklichkeit einspannen zu können. Wie gut, wenn er sich dann in den Jugendjahren etwas freier betätigen kann, vielleicht sich ganz austoben kann, um dann später umso besser seinen Mann zu stehen. In der Jugend zeigt es sich, daß einseitige Begabungen nur selten vorkommen. Wer gewisse schöpferische Fähigkeiten hat, ist im allgemeinen auch auf mehreren Gebieten interessiert. Wer selber musiziert, malt, mimt oder dichtet, hat ein ganz allgemeines Verhältnis zu den Künsten. Wieviele Amateurmaler gibt es neben den zahlreichen Berufsmalern? Wieviel schauspielerisches Talent liegt unentfaltet im Zuschauerraum eines Theaters verborgen? Und wie oft kommt es vor, daß ein künstlerisch talentierter Mensch durch äußere Umstände veranlaßt wurde, einen anderen "nüchternen" Beruf zu wählen, und dann Zeit seines Lebens mit Komplexen belastet ist, weil er nie Gelegenheit hatte, seine Fähigkeiten zu entfalten? Und wie gut ist es, wenn solche Menschen in der Jugend Gelegenheit haben, in harmlosem Spiel solchen künstlerischen und anderen Ambitionen ihren Lauf zu lassen, um dann später im harten Berufsleben umso besser ihren Mann zu stehen?

Im Motiv war die Pflege der Mimiken seit langem Tradition. Zu jeder wöchentlichen Kneipe wurde zum sogenannten offiziellen Teil eine Mimik vorbereitet, an die sich meist noch inoffizielle Stegreifmimiken anschlossen. Der "Thespiskärner" hatte die Aufgabe, alles zu organisieren. Die Themen der Mimiken mußten immer neu sein. Wiederholte Aufführungen kamen nur ausnahmsweise vor. Weibliche Rollen wurden selbstverständlich von Männern übernommen. Bei der Themenwahl war uns kaum etwas heilig.

- 37 -

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

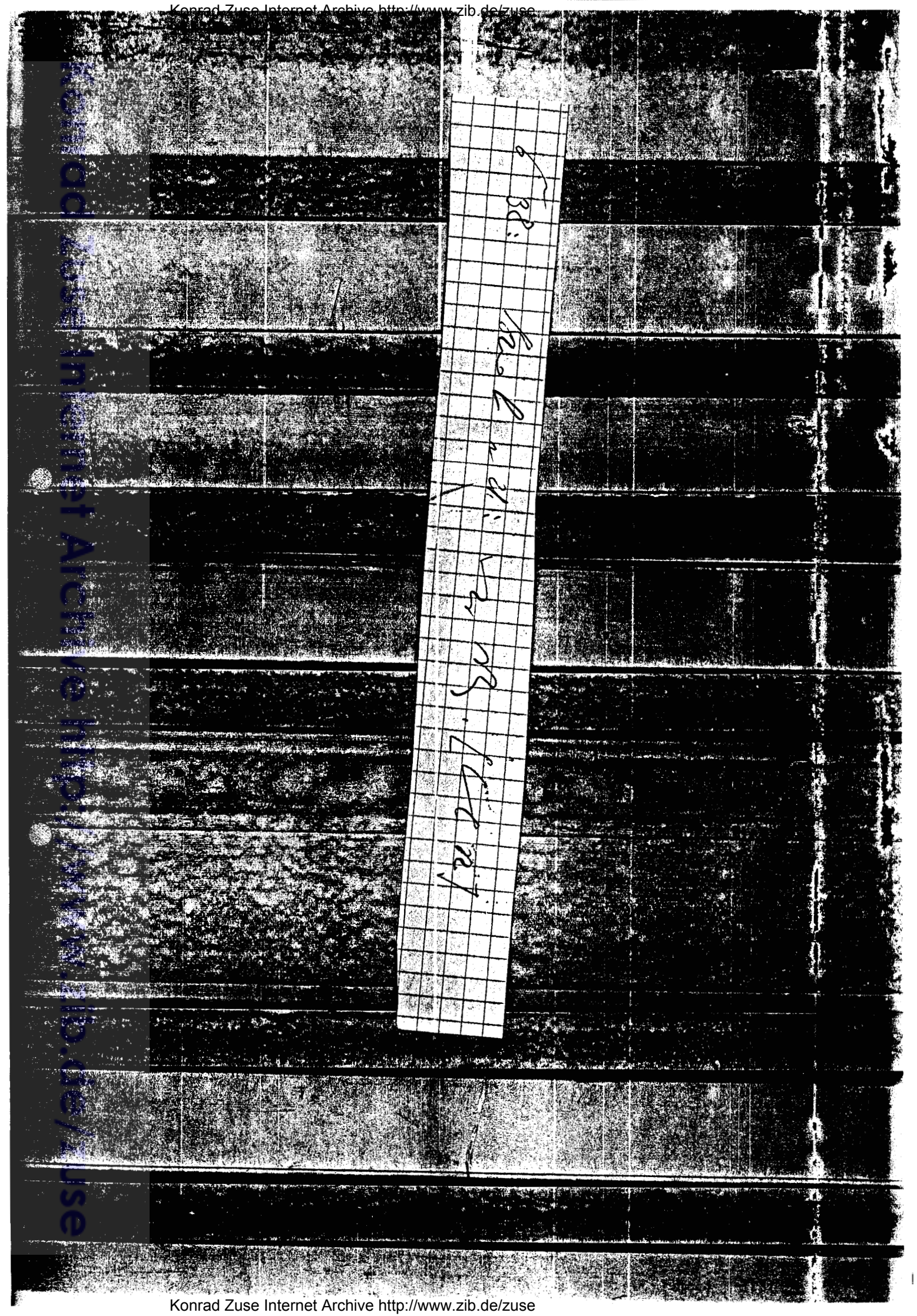
Der jugendlichen kritischen Einstellung wurde freier Lauf gelassen. Politische und Tagesereignisse waren besonders beliebt als Objekte für eine humorvolle und kritische Darstellung. Da war zum Beispiel das "Kanalschwimmen" plötzlich modern geworden. Das erstmalige Durchschwimmen des Kanals von Dover nach Calais war das große Tagesereignis. Das Meer selbst konnten wir natürlich nicht auf die Bühne bringen. Also mußte ein anderer "Kanalschwimmer" auftreten. Als Bauingenieure wußten wir natürlich, daß unterhalb Berlins die Abwässer-"Kanäle" liegen. Also mußte sich jemand zuvor im Garten gründlich mit Dreck einschmieren und kam dann als gefeierter Kanalschwimmer aus einem Gulli herausgeklettert.

Wenn in der Gegenwart gerade nichts los war, mußte die Geschichte herhalten. Der Brand Roms unter Nero oder die klassische Gestalt der Lucrezia Borgia mußten für "kulturhistorisch wertvolle" Darbietungen herhalten. Eine Zeitlang gehörte es zum guten Ton, die Mimiken in Versen abzufassen. Einige konnten sogar aus dem Stegreif in Versen mimen. Natürlich mußten vorher ein paar Schnäpse getrunken werden.

Besonders liebevoller Vorbereitung bedurften die Mimiken zum "Zweckessen". Dieses war ein alljährlich einmal stattfindendes Eisbeinessen. Da aus der würdigen älteren Generation uns niemand den Sinn des Namens "Zweckessen" erklären konnte, faßten wir die Sache so auf, daß der Zweck der Veranstaltung der sei, den alten Herren den Appetit beim Essen zu verderben. Da wurden auf Nordpolexpeditionen die Leichen von 10 000 Jahre alten Mammuts ausgegraben und mit Behagen verspeist. Welche Möglichkeiten ein Operationssaal in dieser Hinsicht bietet, überlasse ich der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Phantasie des Lesers. Auch eine Mimik über die Alm kann natürlich Veranlassung zu appetitlichem Essen mit Spinat geben.

Auch den Trick, wie man auf der Bühne einen Mann zersägt, bekamen wir natürlich heraus und führten dieses und ähnliche Scherze auf dem Hochschulball vor. Zu diesem Zweck wurde ein sorgfältiger Gipsabguß von meinem Gesicht genommen und eine Puppe nach meinem Ebenbild nachgebildet. Später diente diese noch anderen, leicht polizeiwidrigen Zwecken. Diese Puppe wurde eines Morgens nach einer durchzechten Nacht im Tiergarten an einem Baum aufgehängt. Mit der Polizei standen wir Studenten damals aber noch verhältnismäßig gut. Sie hatte Verständnis für "Studentenhumor".

~~A II~~

Was hat das aber mit Computern zu tun? Sehr viel. Einmal entstand in diesem "Milieu" die Idee des Computers. Zum anderen wurden die ersten Arbeiten ~~an~~ für diese Entwicklung nicht von Fachleuten einer ordnungsgemäßen Fabrik durchgeführt, sondern von einer kleinen Gruppe ~~von~~ Angehörigen dieses eben skizzierten "A. V. Motiv". ~~Auch das hört man heute nicht gern;~~ denn heute kostet die Entwicklung von neuen Computermodellen mitunter viele Milliarden.

Ein guter fleißiger Student bin ich nie gewesen. Es gelang mir nur selten, mich auf den vorgebrachten Lehrstoff zu konzentrieren, und die Vorlesungen waren das beste Schlafmittel für mich.

Aber schließlich mußte ich mich doch auf das Studium konzentrieren und meine jugendlichen Träume vom Erfinder, der die Welt verbessert, aufstecken. Nüchterne Tagesarbeit war erforderlich.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

A 12 Mit einiger Energie gelang es mir dann schließlich, doch einiges von den mysteriösen statischen Rechnungen zu verstehen. Ja, ich bekam sogar Spaß an der Sache, aber es wollte mir nicht in den Kopf, daß lebendige, schöpferische Menschen ihr kostbares Leben mit derart nüchternen Rechnungen verschwenden sollten. Da mußte doch etwas zu machen sein. Der gerade mit Mühe und Not in seine Schranken gewiesene "Faustische Geist" in mir ließ nicht locker und begann schon wieder zu bohren. Kann man diese Dinge nicht rationalisieren? Nun waren die statisch unbestimmten Rechnungen schon zu jener Zeit sehr gut "programmiert", wie wir heute sagen würden. Damals sprach man allerdings nur von Rechenschemen und Formblättern. Zunächst befaßte ich mich also auch mit den Verbesserungen oder dem Entwurf von solchen vorgedruckten oder vorgefertigten Formblättern. Dabei sollten möglichst nur die Zahlen (Eingangswerte) eingesetzt werden, und der Ablauf der Rechnung, der sich meist aus Addition, Subtraktion und Multiplikation zusammensetzte, sollte sich aus dem Aufbau der Formulare gewissermaßen von selbst ergeben, möglichst so, daß nebeneinanderstehende Zahlen zu multiplizieren, untereinanderstehende zu addieren und Festwerte (Formelkonstante) gleich an den richtigen Stellen vorgedruckt sind.

Nach diesem Schema zog ich eine Rechnung für verschiedene statisch unbestimmte Systeme auf, unter anderem für einen 9-fach statisch unbestimmten dreifachen Brückenbogen. Damit war die Richtung der weiteren Arbeit gewiesen. Der nächste Schritt mußte sein, die Ausrechnung solcher Formulare durch Rechenmaschinen zu erleichtern. Nun verstand ich nichts von Rechenmaschinen. Der Rechenschieber war das einzige rechnerische Hilfsmittel für den Studenten und wohl auch weitgehend für den praktischen Ingenieur. Ein kurzer Seitenblick auf die damals gerade Bedeutung gewinnenden Lochkartengeräte zeigte mir, daß diese Maschinen nicht so eingesetzt werden konnten, wie ich es mir vorstellte.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Zunächst ging ich wieder etwas kindlich-primitiv vor: Ich stellte mir vor, daß auf den Formularen anstelle der von Hand geschriebenen Zahlen an den gleichen Plätzen die Werte eingelocht wurden. Die Abtastung und Lochung der Zahlen sollte durch ein bewegliches Gerät erfolgen, welches von Hand an die betreffenden Stellen gebracht wird und über ein Kabel mit einem 4-Spezies-Rechengerät verbunden ist. Ein erfahrener Fachmann hätte natürlich sofort gewußt, daß das nicht funktionieren kann und hätte vielleicht ganz aufgegeben. Als jugendlich Unbekümmerter aber arbeitete ich weiter. Die Zuführung der Abtast- und Lochgeräte an die richtigen Stellen mußte auch irgendwie mechanisiert werden! Vom Standpunkt der "heuristischen Logik" oder des "general problem solving" wäre es sicher interessant, jetzt die einzelnen Stadien bis zu den entscheidenden Ideen zu verfolgen. Jedoch kann ich mich an die Einzelheiten nicht mehr entsinnen. Irgendwie kam ich dann natürlich auf das Speicherproblem, bis schließlich die Idee des "Rechenplanes" geboren war. Danach ordneten sich alle Speziallösungen für irgendwelche Matrizen- und Tabellenoperationen einem übergeordneten Prinzip unter. Das Thema war gestellt. Nun mußte die Ausarbeitung im einzelnen folgen.

Ein Rechenplan bedeutet die Auflösung einer Formel in ihre einzelnen elementaren Operationen und die Aufzählung dieser Operationen, wobei die betreffenden Werte am einfachsten der Reihe nach numeriert werden.

Beispiel: $\sqrt{a^2+b^2} = c$

$a = V_1$
$b = V_2$
$c = V_3$

$V_1 \cdot V_1 = V_4$
$V_2 \cdot V_2 = V_5$
$V_4 + V_5 = V_6$
$\sqrt{V_6} = V_3$

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

A 13 So sah das Problem schon Babbage, der - wie schon erwähnt - fast völlig vergessen wurde.

Die Grundidee der technischen Lösung ist verhältnismäßig einfach: Man braucht zunächst ein zentrales Rechenwerk, welches die arithmetischen Grundoperationen durchführt; ferner muß man die auftretenden Zahlen ~~irgendwie~~ speichern können, und zwar so, daß die gespeicherten Werte jederzeit wieder auf das Rechenwerk zurückübertragen werden können, ~~und~~ schließlich braucht man eine Steuereinheit, um nacheinander die nötigen Befehle an das Rechenwerk und das Speicherwerk geben zu können.

Aber von dieser Idee bis zur Ausführung war natürlich noch ein weiter Weg. Das war wohl auch der Grund, weswegen außer Babbage es noch keiner ernsthaft versucht hatte, diesen Weg zu gehen.

Diesmal kann man wirklich sagen "Durch keinerlei Sachkenntnis getrübt" ging ich ans Werk. Vorhandene Rechenmaschinen studieren? - Brrr - das war ja viel zu kompliziert! Wer soll sich denn in diesem Gewirr von Rädchen und Zahnstangen zurechtfinden? Nein, das mußte doch auch einfacher gehen. Überhaupt dieses komische Dezimalsystem. Nur weil der Mensch 10 Finger hat, müssen wir uns damit herumquälen. Aber es gehörte eine gewisse Portion Unverfrorenheit, wie sie Studenten zum Glück haben, dazu, die Tradition über Bord zu werfen und neue Wege zu gehen. Eben die sogenannte "Schnapsidee", obgleich nur in den seltensten Fällen wirklich Schnaps dazu gehört.

Damit war der Weg gewiesen, neue Bauelemente in die Rechentechnik einzuführen: Die Mittel der Fernmeldetechnik, insbesondere

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

das Relais. An sich war das eine Fehlschaltung: denn heute wissen wir, daß man mit Relais auch sehr gut dezimale Maschinen bauen kann. Auch damals gab es schon Versuche in dieser Richtung. Aber zunächst bildete ich mir ein, daß das binäre Zahlensystem der Schlüssel zu einer neuen Welt des Rechnens unter Anwendung der Relaistechnik sei. Mutig ging ich daran, die Schaltungen für die geplante Maschine zu entwerfen; aber da kam die Enttäuschung: es gehörten Tausende von Relais dazu, ein ganzer Raum voll Relaisschränken. Und mir schwebte doch nur eine Art bessere Tischrechenmaschine vor. "Wer soll das bezahlen?" (Den Schlager gab es damals allerdings noch nicht, aber die Frage ist so alt wie das Geld.) 100 000 Mark für eine Rechenmaschine? Unmöglich. Dabei war das noch die Fehlkalkulation eines unerfahrenen Erfinders.

Inzwischen waren die politischen Ereignisse fortgeschritten und nahmen 1933 den bekannten Verlauf. Die Geschichte der "Machtergreifung" ist schon oft erzählt worden, aber meistens entweder aus der einen oder anderen extremen Sicht. Nach dem tragischen Ausgang sind sachliche Beurteilungen kaum noch möglich. Aus meiner eigenen Sicht als Student an der Technischen Hochschule sah die Sache etwa so aus: Die eigentliche wesentliche Voraussetzung für diese Entwicklung war die steigende Arbeitslosigkeit.

A 14

Natürlich hatten andere europäische Länder und die USA ebenfalls erschreckend hohe Arbeitslosenziffern, aber dem Deutschen bedeutet Arbeit vielleicht mehr als anderen. Arbeit ist nicht nur Broterwerb, sondern auch Lebensinhalt und Aufgabe. Nach allen den verschiedenen vergeblichen Versuchen sogenannter bürgerlicher Parteien, das Problem mehr oder weniger rein wirtschaftlich

Einfacher: Die anderen arbeiten, um zu leben, der Deutsche lebt, um zu arbeiten und die Nazis haben die Arbeit zum Ethos erhoben.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zu lösen, setzte sich allmählich auch in den bürgerlichen Kreisen die Erkenntnis durch: "So kann es nicht weitergehen." Die extremen rechten und linken Parteien konnten auf diesem Gelände immer mehr an Boden gewinnen, so daß schließlich nur noch die beiden links- bzw. rechtsradikalen Lösungen Aussicht auf Erfolg hatten. Immer mehr Bekannte und Freunde tendierten dann zur extremen Rechten, jedoch waren sie eigentlich mehr Antikommunisten als positive Nationalsozialisten. Die von beiden Seiten unter das Volk geworfenen Schlagworte von der Vernichtung der Juden bzw. der Kapitalisten spielten dabei nur die Rolle einer Begleitmusik, die angesichts der steigenden Arbeitslosenziffern die Gemüter nur am Rande beschäftigten oder nicht ernst genommen wurden. Ich selbst wohnte damals in Ost-Berlin und konnte den immer offener ausgetragenen Kampf gut verfolgen. Da mein Vater Beamter war, war ich persönlich nicht vor eine direkte Notlage gestellt.

Unter meinen Mitstudenten der TH konnte ich jetzt mit den Ideen von Henry Ford nicht mehr viel Erfolg erzielen. Das so viel gepriesene amerikanische Wirtschaftssystem hatte in den Augen Europas, insbesondere Deutschlands versagt. Wären die USA damals in der Lage gewesen, mit einem wirksamen Wirtschaftsprogramm die Arbeitslosigkeit zu bekämpfen, und hätten sie diese Idee nach Europa oder Deutschland gebracht, so wäre wahrscheinlich der ganze politische Spuk der extremen Parteien in kurzer Zeit davongeblasen worden.

Aber es geschah nichts dergleichen. Es gab auch kein Patentrezept, um den Knoten zu lösen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

A 15

Nach dem 30. Januar 1933 wurde es langsam ungemütlich an der Technischen Hochschule. Langsam, aber sicher begannen die neuen Machthaber, auch bei den nüchternen TH-Studenten Schlüsselpositionen zu besetzen. Es war Zeit, das Diplom-Examen zu absolvieren und von der TH zu verschwinden.

Zunächst versuchten wir noch, mit der Methode des studentischen Humors die Dinge aus unserer eigenen Sicht zu sehen. Der alte Geist war nicht totzukriegen. Zu einer Semesterantrittskneipe hatte ich eine meiner Meinung nach sehr schöne Mimik vorbereitet, bei der die Geister von Schiller, Goethe und auch von Friedrich List beschworen wurden, um in wohlgesetzten Versen ihre Meinung zu den politischen Ereignissen zu sagen. Einige meiner Freunde bekamen das Manuskript aber vorher in die Hände und kamen mit eben diesen Händen ringend dann zu mir, ich sollte doch ja nicht so etwas aufführen. Es wären auch offizielle Gäste in brauner Uniform eingeladen und ob ich denn mit Gewalt ins Konzentrationslager kommen wollte. So blieb dieses klassische Werk der Weltliteratur unaufgeführt.

Später (1934) ergab sich eine ähnliche Situation bei einem Hochschulball. Traditionsgemäß hatten wir die Aufgabe, dort eine zünftige Mimik hinzulegen. Ich hatte mir die Rolle eines Schnellzeichners ausgesucht. Als besonderen Effekt wollte ich den damals nicht nur in Studentenkreisen recht unbeliebten SA-Führer Röhm in einer "soldatischen Technik" darstellen, nämlich mit der Attrappe eines Maschinengewehrs auf 10 Meter Entfernung als Bild auf eine weiße Fläche schießen. Auch hier haben mich dann gute Freunde gewarnt, und wir fertigten in der gleichen Technik ein ganz harmloses Bild.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die "Gleichschaltungs-"Bestrebungen machten inzwischen muntere Fortschritte. Uns schmeckte das ~~an sich~~ gar nicht. Schließlich sagten wir: "Ja, wir werden auch etwas tun, aber wenn, dann nur in einem Wehrsportlager." Wir meldeten uns als ~~elf~~ Freiwillige und glaubten, wir würden ~~jetzt~~ drei Wochen lang mit dem Besenstiel marschieren müssen. Stattdessen zogen wir aber einige Stunden später in eine Reichswehrkaserne in Marienwerder/Westpreußen ein. Wir bekamen einen Stahlhelm auf den Kopf gesetzt, eine Knarre in die Hand und was sonst noch der Soldat braucht. Die weitere Ausbildung erfolgte in Arys/Ostpreußen.

Für uns in der "Systemzeit" aufgewachsene verweichlichte Jünglinge war dies eine erhebliche Umstellung. Wir kamen erstmalig in unserem Leben mit dem ~~echten~~ alten preußischen Geist in Berührung. Die Ausbilder wußten, daß wir freiwillige Studenten waren und erkannten das an. Sie waren froh, nach zwölfjähriger Dienstzeit endlich einmal wieder junge Leute vor sich zu haben, die ihre Witze noch nicht kannten. Besonders angenehm war, daß wir während dieser ganzen Zeit mit jeglicher politischen Propaganda völlig in Ruhe gelassen wurden. Wir hörten nicht einmal den "deutschen Gruß" "~~Heil Hitler~~". Das war noch die alte "reaktionäre" Reichswehr.

Nach dem "Röhm-Putsch" beruhigten sich die Geister an der TH wieder etwas. Man hatte eingesehen, daß man zum Aufbau einer leistungsfähigen Wirtschaft Ingenieure brauchte und daß man den Studenten auch Gelegenheit zum Arbeiten geben müßte.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

~~A 16~~

Inzwischen hatte ich ~~es~~ trotz meiner vielen anderen Interessen doch noch geschafft, mein Diplom an der Technischen Hochschule Berlin als Bauingenieur zu bestehen. Ein Jahr Tätigkeit als Statiker bei den Henschel-Flugzeugwerken gab mir weiteren Einblick in die Praxis technischer Rechnungen. Mein Entschluß, mich nunmehr ~~dieser Sache~~ ganz zu widmen, wurde dadurch bekräftigt. Radikal stellte ich alle anderen Interessen ab. Das ging so weit, daß ich meine fotografische Dunkelkammer ~~völlig zumachte~~ und nicht einmal mehr Zeit fand, die verschiedenen interessanten Stadien der weiteren Arbeiten fotografisch festzuhalten, so daß kaum Bilder von den historischen Geräten existieren.

Zum Entsetzen meiner Eltern gab ich 1936 meine aussichtsreiche Stellung als Statiker auf und richtete mir zu Hause eine kleine Werkstatt ein. Die Arbeit konnte beginnen.

Zunächst versuchte ich, in der ~~Vorstellung~~, daß eine Rechenmaschine ein auf den Tisch zu stellendes Gerät sein müßte, das Problem mit mechanischen Mitteln zu lösen. Für das Speicherwerk gelang es mir auch bald, eine solche mechanische Konstruktion zu finden, die fast ausschließlich aus gestanzten Blechen aufgebaut werden konnte. In ca 6 Wochen konnte ich ein brauchbares Modell anfertigen. Das gab mir Mut, das gleiche Konstruktionsprinzip auch auf das Rechenwerk anzuwenden. Ich hoffte, auch dies in ein paar Wochen oder Monaten fertigstellen zu können. Das war leider ein Irrtum. Der Bau dieses Modells (Z1) dauerte zwei Jahre und stellte sich als ein Irrweg heraus. Das Relais war nach dem damaligen Stand der Technik das einzig brauchbare Bauelement.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Arbeit an dem mechanischen Gerät Z 1 hatte aber doch die grundsätzliche Entwicklung entscheidend gefördert. Die "mechanische Schaltgliedertechnik" war der Relaistechnik weitgehend angepaßt, so daß die Schaltungen jetzt nur noch auf eine andere Technik übertragen werden mußten.

Im wesentlichen war das Modell Z 1 das mechanische Analogon für das später in elektromechanischer Technik (Relaistechnik) gebaute historische Gerät Z 3. Es arbeitete nach dem gleichen Befehlscode, hatte ein Rechenwerk im binären Zahlensystem und arbeitete in halblogarithmischer Form. Heute nennt man das "gleitendes Komma". Zunächst hatte ich die Vorstellung, daß eine gute Rechenmaschine für den Ingenieur voll logarithmisch arbeiten müßte. Allerdings sind die Schwierigkeiten bei der Addition dann so groß, daß der Vorteil der logarithmischen Darstellung wieder aufgehoben wird. Als brauchbare Lösung, um die sehr verschiedenen Größenordnungen der bei technischen und wissenschaftlichen Rechnungen auftretenden Zahlen zu beherrschen, ergab sich dann die heute übliche Form des gleitenden Kommas. Dies war bereits ein Schritt über Babbage hinaus. Dieser plante seine Rechen- und Speicherwerke noch mit 50 Dezimalstellen.

Wer sich etwas mit der modernen Technik arithmetischer Operationen befaßt hat, der weiß, welche komplizierten Operationen erforderlich sind, um die arithmetischen Operationen im gleitenden Komma durchzuführen. Hinzu kommen die Übersetzungsvorgänge von der dezimalen Gleitkommaform in die binäre und umgekehrt. Heutige Geräte leisten dies im allgemeinen mit Unterprogrammen. Die damalige mechanische und elektromechanische Technik erforderte aus zwei Gründen den Aufbau kompletter Steuerungseinrichtungen für diese komplizierten Operationen an "Hardware", wie

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wir heute sagen. Man kann sich vorstellen, daß dies bei mechanischen Lösungen zu unerträglichen Verhältnissen führen muß. Die Relaistechnik mit ihren flexiblen Schaltungsmöglichkeiten ist auch hier ideal.

Das Kapitel "Schaltalgebra" ist interessant genug, um seine Anfänge zu studieren. Schaltungstechnik gab es natürlich schon so lange, wie es eine Elektrotechnik gab. Auch das Problem, die Schaltungen in gesetzmäßige Formeln zu fassen, war schon von Shannon und Hansi Piesch in Veröffentlichungen behandelt worden. Mir waren diese Arbeiten allerdings nicht bekannt. Diese Überlegungen sind, glaube ich, charakteristisch einmal für das Erfinden überhaupt und zum anderen nehmen sie eine gewisse Schlüsselstellung in der Gesamtentwicklung des Computers ein.

Die Sache begann mit der Konstruktion von Additionswerken im binären Zahlensystem. Solche Additionswerke sind heute natürlich nach allen Richtungen hin durchmustert. Durch die Wahl des binären Zahlensystems bot es sich als natürlich an, die "Summandenträger", d. h. die Glieder, welche die binären Ziffern repräsentieren, als solche mit zwei möglichen Grenzstellungen zu konstruieren. Zunächst war es aber nicht selbstverständlich, daß dieses Prinzip für das ganze Additionswerk gelten konnte. In der einzelnen Binärstelle kann die Ziffernsumme 0, 1 oder 2 sein, also 3 verschiedene Möglichkeiten bieten. Dies beeinflußt wiederum den Stellenübertragungsmechanismus. In den ersten Konstruktionen verwandte ich Sonderkonstruktionen mit Gliedern, die 3 diskrete Positionen einnehmen können. Bald entdeckte ich aber, daß diese Lösungen irgendwie "verkrampft" waren. Ließ sich nicht auch dieser Teil des Addierwerkes mit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de

Zweipositionsgliedern bauen? Ja, es ist möglich, wenn man die Ziffernsumme durch zwei Elemente repräsentiert, nämlich wiederum als Binärzahl darstellt mit den Werten 00, 01, 10. Das war ein entscheidendes Stichwort für die weitere Entwicklung. Was hier bei der Ziffernsumme und Stellenübertragung gelungen war, mußte auch in anderen Situationen möglich sein. Zunächst ~~einmal~~ konnte ~~nun~~ das ganze Addierwerk in Zweipositionstechnik aufgebaut werden. Bild ... zeigt eine Lösung in Relaistechnik. Die Lösung in mechanischer Schaltgliedertechnik sieht ~~entsprechend~~ aus, ist nur konstruktiv wesentlich schwieriger darzustellen.

Aber eine Rechenmaschine besteht nicht nur aus Speicher und Addierwerk. Eine Reihe von Übertragungs- und Steuerungsmechanismen ist erforderlich, ferner Ein- ~~und~~ sowie Ausgabeeinrichtungen. Die Verknüpfung, Zu- und Abschaltung und Betätigung einzelner Organe der programmgesteuerten Rechenmaschine erfolgt in bestimmten Situationen und unter bestimmten Bedingungen. Eine Situation ist zerlegbar in Komponenten; aber soviel ließ sich schon erkennen: Situationskomponenten, die mehr als ~~eine~~ zwei Möglichkeiten zulassen, können wiederum in einzelne Ja-Nein-Komponenten aufgelöst werden; auch sind Bedingungen im allgemeinen durch Ja-Nein-Werte darstellbar. Darin liegt der Schlüssel. Es muß sich eine allgemeine "Bedingungskombinatorik" aufstellen lassen, mit deren Hilfe diese Zusammenhänge rein formal dargestellt werden können. Denkt man dabei sofort ~~schaltungsmäßig~~, so kann einer einzelnen Bedingung ein Relais oder ein Kontakt zugeordnet werden. Es gibt einzelne Arbeits- und Ruhekontakte, und zum anderen erkennt man bald, daß prinzipiell nur zwei Kombinationsmöglichkeiten solcher Kontakte bestehen: Hintereinanderschaltung und Parallelschaltung. Dazu

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

kommt die Möglichkeit, Arbeits- und Ruhekontakte zu verwenden. In einem Formalismus müßte es dementsprechend drei Grundoperationen geben. Dem Ruhekontakt entspricht die Negation (Nichterfüllung einer Bedingung), der Hintereinanderschaltung die Verknüpfung zweier notwendiger Bedingungen und der Parallelschaltung die Verknüpfung zweier hinreichender Bedingungen. Voller Eifer entwickelte ich einen entsprechenden Formalismus, der diesen Gesetzen genügte. Eine Reihe von Vereinfachungsgesetzen (assoziatives Gesetz, kommutatives Gesetz, distributives Gesetz) ließ sich finden.

x) In einem Brief an meinen früheren Mathematiklehrer erwähnte ich stolz meine ~~Entdeckung~~. Die Antwort lautete, wie sie lauten mußte: "Dieser Formalismus ist längst unter dem Namen "Aussagenkalkül" bekannt." Das war für mich natürlich eine Überraschung. Während des Mathematikunterrichts an der Hochschule war dieser Kalkül der mathematischen Logik nie erwähnt worden. Also studierte ich zunächst Hilbert-Ackermann, Frege, Schröder und andere bekannte Logiker. Die Boole'sche Algebra wurde damals in Deutschland wenig genannt.

Dieses Studium war durchaus fruchtbar. Zunächst stellte ich allerdings nur fest, daß der Aussagenkalkül praktisch "isomorph" mit meiner Bedingungskombinatorik war, jedoch war der Aussagenkalkül viel konsequenter und mathematisch exakter durchgearbeitet. Außerdem bot er Gesetze, die ich noch nicht kannte, z. B. das Dualitätsprinzip. Es lautet: Ist ein beliebig zusammengesetzter aussagenlogischer Ausdruck gegeben, so bildet man das Gegenteil dieses Ausdruckes, indem man die einfachen

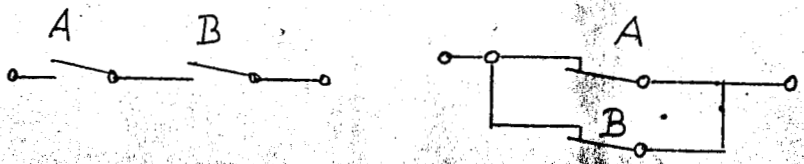
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

 Diese Zeichen kann der Leser nicht.

nicht negierten Variablen negiert, bei allen einfach negierten Variablen die Negation aufhebt und sämtliche $\wedge$-Zeichen in $\vee$-Zeichen verwandelt und umgekehrt. Ein einfaches Beispiel: A sei die Aussage "es ist schönes Wetter", B die Aussage "ich habe frei". Dann sei $A \wedge B$ die Bedingung dafür, daß ich einen Spaziergang mache. ("Es ist schönes Wetter und ich habe frei." Der nach dem Dualitätsprinzip umgewandelte Ausdruck lautet als Formel $\bar{A} \vee \bar{B}$. In Worten: "Es ist nicht schönes Wetter oder ich habe nicht frei." Unter diesen Umständen mache ich keinen Spaziergang.

Es war nun wie eine Erleuchtung, dieses Prinzip auf Schaltungen zu übertragen. Bei obigem Beispiel ergibt dies folgende einfache Grundschaltungen, die zueinander invers sind:



Die systematische Anwendung dieses Gesetzes ergab zum Teil überraschende Effekte, die insbesondere bei der Additionsschaltung konstruktive Vorteile ergaben.

Damit war ein Werkzeug gegeben, um die recht komplizierten arithmetischen Operationen im gleitenden Komma schaltungsmäßig lösen zu können.

~~A 18~~ Diese Erkenntnisse wandte ich zuerst auf das mechanische Gerät Z 1 an. Wie schon erwähnt, war die Mechanik wenig geeignet. Es arbeiteten nur die einzelnen Teile des Gerätes einwandfrei. Das Zusammenspiel aller Teile war nicht einwandfrei.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

~~A 19~~

Alle diese Arbeiten führte ich rein privat in der Wohnung meiner Eltern in Berlin durch. Finanzielle Mittel von Bedeutung standen mir nicht zur Verfügung. Jedoch hatte ich einen kleinen Kreis von Bundesbrüdern gefunden, die mich teils ~~finanziell~~, teils durch ihre Arbeitskraft unterstützten. Das war ein Beweis echter Freundschaft. Das Leben in der Hochschule hatte sich inzwischen wieder einigermaßen normalisiert und der alte "Motivgeist" konnte wieder sein Wesen bzw. Unwesen treiben. Junge Leute, denen die Gleichschalterei des Dritten Reiches nicht schmeckte, fanden bei uns die Möglichkeit, noch frei ihre Meinung zu sagen und sich verhältnismäßig frei ihren Neigungen entsprechend zu betätigen.

Damals war der Urwaldfilm "King Kong" gerade große Mode. Das war Anlaß für eine zünftige Mimik. Es wurden auf der Bühne aus Papier die Wolkenkratzer von New York aufgebaut, und dann erschien King Kong, der große Urwaldaffe ~~aus der Urzeit~~ und zertrümmerte sie. Diese Rolle war von Helmut Schreyer so glänzend gespielt, daß er ab dann nur noch "King Kong" hieß.

Ich war der Ansicht, daß jemand, der zu solchen Schandtaten fähig ist, auch beim Bau meiner Rechenmaschine müßte helfen können. Tatsächlich kam er dann, guckte sich meine komischen Bleche an und meinte, das müßte man doch besser mit Röhren machen können. Ausgefallene Schnapsidee! Mit Röhren baut man Radioapparate; aber eine Rechenmaschine? Aber warum nicht?

Da kam die Schaltalgebra zu Hilfe. Waren nicht schon die Gesetze gefunden, um rechnerische Schaltungen einmal in der elektromagnetischen Relaistechnik und zum anderen in der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

mechanischen Schaltgliedertechnik mit einem gemeinsamen Kalkül, dem Aussagenkalkül, darzustellen? Es braucht doch nur die Grundschaltung in Röhrentechnik für die drei Grundoperationen Konjunktion, Disjunktion und Negation gefunden werden, ferner ein passendes Speicherelement und die schaltungsmäßigen Lösungen, um diese Elemente in passender Weise zusammenzuschalten!

Damit war die Aufgabe gestellt. Kein völlig neues Gerät in elektronischer Bauweise war zu entwerfen. Der Entwurf brauchte nur einmal in "abstrakter Relaistechnik", d. h. rein auf dem Papier mit symbolischen Elementen durchgeführt zu werden. Unabhängig davon konnten die genannten logischen Grundschaltungen entwickelt werden. Das gab eine gute Arbeitsteilung. Schreyer ging mit Begeisterung an die Arbeit und fand nach kurzer Zeit Lösungen für das Problem. Er machte bei Professor Stäblein am Institut für Schwingungsforschung an der TH Berlin 1937 seine Doktorarbeit zu diesem Thema.

Interessant war die Reaktion, als wir im kleinen Kreise der TH seine Versuchsschaltungen vorführten und auch über das Problem der elektronischen Rechenmaschine vortrugen. Als wir erklärten, wir würden etwa 2000 Röhren und einige tausend Glimmlampen brauchen, um ein leistungsfähiges programmgesteuertes Rechengerät zu bauen, erhob sich ein allgemeines Schütteln der Köpfe. Das war Spinnerei. Die größten elektronischen Geräte waren damals große Sendeanlagen mit einigen hundert Röhren. Man fragte nach dem Strombedarf eines solchen Rechengerätes. Ich sagte, daß der Flugzeugbau dieses Problem kaum aufregen würde. Es gäbe z. B. Hochgeschwindigkeitswindkanäle, bei denen man vor dem Einschalten im Kraftwerk anrufen müßte, damit eine zusätzliche Turbine eingeschaltet würde,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

um den Strombedarf für diesen Kanal zu decken. Aber auch das machte keinen Eindruck. Professor Stäblein selbst allerdings erkannte durchaus die neuen Möglichkeiten.

Trotzdem arbeitete Schreyer an dem Problem weiter, soweit es die bescheidenen uns zur Verfügung stehenden Mittel erlaubten. Allerdings ist kein vollständiges Rechengerät dabei ~~herausgekommen~~ entstanden.

A 20

Die Arbeiten nahmen jetzt ~~doch~~ Formen an, die eine gewisse Finanzierung erforderten. Ich bekam Kontakt mit dem damaligen Fabrikanten von Spezialrechenmaschinen, Dr.-Ing. Kurt Pannke. ~~Die Geschichte des~~ Über den ersten Telefongespräches mit ihm habe ich schon am ~~Anfang~~ bereits erzählt. Die Mittel, die Herr Pannke zur Verfügung stellte, waren nach heutigen Begriffen sehr bescheiden, so bescheiden daß man sie nicht zu nennen wagt. Die Geldmittel die ich durch seine Vermittlung erhielt reichten ~~Aber es reichte~~, um ein weiteres Gerät, das Versuchsmodell 2 (Z 2) in Angriff zu nehmen, dessen Rechenwerk mit Relais aufgebaut war.

auf S. 4.

A 21

Inzwischen gingen die politischen Ereignisse ihren bekannten tragischen Weg. Zurückgezogen in meine Werkstatt habe ich ~~verhältnismäßig~~ wenig Anteil an der dieser Entwicklung ~~genommen~~ gehabt. Wenn mich jemand fragte, wann ich endlich mit meiner Maschine fertig wäre, gab ich die Antwort: "Wenn Franco Madrid erobert ~~hat~~ haben wird." Diese Auskunft war nicht ganz falsch.

Völlig vertieft in meine Arbeit habe ich es natürlich versäumt, mich rechtzeitig auf die kommenden Dinge vorzubereiten. So wurde ich bei Kriegsbeginn mitten aus meiner Arbeit herausgerissen und aufgrund meiner ~~damaligen~~ kurzen Ausbildung

(S. 45)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

bei der Reichswehr zur Infanterie eingezogen.

Die Arbeit an dem Gerät Z 2 stand bei meiner Einberufung kurz vor der Vollendung. Herr Dr. Pannke schrieb an meine Dienststelle ein Urlaubsgesuch mit der Begründung, daß ich meine Arbeiten ordentlich übergeben sollte. Er schrieb darin, daß ich an einer großen wissenschaftlichen Rechenmaschine arbeitete, die auch zur Berechnung von Flugzeugen verwendet werden könnte. Dieses Schreiben übergab ich meinem Hauptmann, der es sofort weiterleitete. Der Bataillonschef bestellte mich nach einiger Zeit zu sich, erzählte mir zunächst einen langen Vers, daß ich als ganz junger Soldat überhaupt kein Recht auf Urlaub hätte usw.; dann tat er noch folgenden Ausspruch: "Überhaupt verstehe ich das Ganze nicht, was heißt Berechnung von Flugzeugen? Die deutsche Luftwaffe ist tadellos, was braucht da noch berechnet zu werden?" Was sollte ich auf dieses klassische Zitat noch erwidern?

Während meiner Soldatenzeit im ersten halben Jahr des Krieges hatte ich viel Gelegenheit, mich theoretisch mit den Problemen zu befassen. Insbesondere die Theorie des allgemeinen Rechnens ließ mich nicht los.

Wir haben bereits gesehen, daß das Studium der Addierwerke zu der Idee führte, grundsätzlich alle Angaben (heute sagen wir Informationen) in Ja-Nein-Werte aufzulösen. Das Prinzip läßt sich auf alle Komponenten der Rechenmaschine, insbesondere die Steuerungseinrichtungen, übertragen und führt zur Einführung der Schaltalgebra unter Anlehnung an den Aussagenkalkül.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Was ~~nun~~ auf diese Weise an Steuerungsvorgängen formal erfaßt wird, ist ~~aber~~ keine eigentliche Zahlenrechnung mehr.

Hier an diesem Punkt ist das Tor geöffnet für eine neue Welt. Die entscheidende Frage, die nun gestellt werden kann, lautet:

"Lassen sich in einer solchen Theorie des allgemeinen Rechnens vielleicht Denkvorgänge oder zumindest formale Zusammenhänge, die diesen zugrunde liegen, erfassen?"

Das ist ein heißes Eisen. Jetzt geht es nicht mehr darum, einfache Zahlenrechnungen leichter durchzuführen. Nein, das ganze Problem "Rechnen" wird auf ein neues Niveau gestellt. Nach dem Kriege haben die Journalisten dies instinktiv erfaßt und haben das Schlagwort vom "Elektronengehirn" geprägt.

Zunächst stand ich mit diesen Gedanken allerdings noch völlig allein. Für die ursprüngliche Idee der wissenschaftlichen, programmgesteuerten Rechenmaschine konnte ich unter Fachkollegen verhältnismäßig leicht Verständnis finden. Man bezweifelte nur, ob die Maschine wirklich funktionieren würde. Wenn ja, wäre sie selbstverständlich sehr brauchbar. Aber die Theorie des allgemeinen Rechnens?

Ich versuchte es ~~im allgemeinen~~ meistens erst ~~umgekehrt~~ garnicht, hierfür Verständnis bei anderen zu finden. ~~Die Militärzeit~~ Der Militärdienst gab mir genügend Zeit, hierüber weiter nachzudenken.

A 23 Ich hatte kurz vor Ausbruch des Krieges ~~extra das~~ Schachspiel nur aus dem Grunde erlernt, weil ich das Gefühl hatte, daß dieses Spiel ein gutes Modell sein müßte, um einen Rechenmaschinenkalkül zu

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

entwickeln und zu erproben. Ich trug immer ein Reisesteckschach bei mir, und wir konnten während des Marsches und bei anderen Gelegenheiten manches Spiel~~ehen~~ durchführen. Mein Hauptmann wußte ja von der Korrespondenz her, woran ich arbeitete, und stellte mir zeitweise sogar sein Zimmer zur Verfügung, ~~um~~ damit ich in Ruhe meinen Studien nachgehen ~~zu~~ konnte ~~können~~.

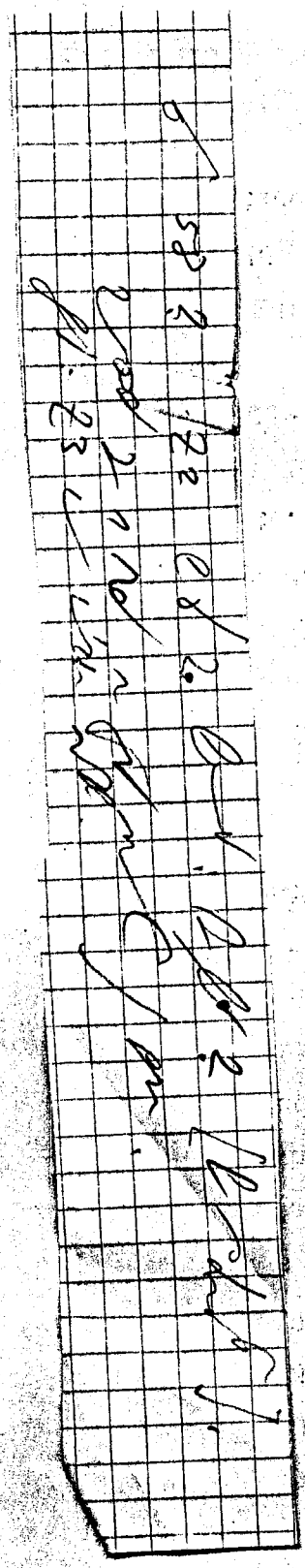
Wann und wo

Schließlich war ich jedoch wieder daheim und Statiker in der Abteilung F der Henschel-Flugzeugwerke unter Leitung von Professor Wagner. In dieser Sonderabteilung wurden ferngesteuerte fliegende Bomben entwickelt. Das war nun etwas ganz Neues für mich. Besonders interessant war die Arbeitsweise von Professor Wagner selbst, die auf seine Mitarbeiter großen Eindruck machte. Er war ein außerordentlich sicherer und vielseitiger Rechner. Blitzschnelle Überschlagsrechnungen und geschickt gewählte Vereinfachungen waren seine Spezialität. Er konnte stundenlang Seite für Seite Theorien und Rechnungen entwickeln. Wir anderen saßen dann um seinen Schreibtisch und hatten Mühe, seinen Gedanken wenigstens in den wichtigsten Punkten zu folgen. Nachher brauchten wir oft Tage, um seine Berechnungen nachzurechnen. Aber es ist nie jemandem gelungen, ihm auch nur einen einzigen Fehler nachzuweisen. Sowohl die Ansätze als auch die Zahlenrechnungen waren stets richtig. Auch als Statiker konnte ich bei ihm und seiner Arbeitsgruppe viel lernen.

Für die Arbeiten an meiner Rechenmaschine blieben zunächst nur die Abendstunden, Sonnabende und Sonntage. Schließlich war das Gerät Z 2 einigermaßen vorführbereit. Ich hatte

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

inzwischen auch mit der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin-Adlershof Fühlung aufgenommen. Professor Teichmann war sofort interessiert und kam in meine Werkstatt. Vor seinem Besuch versuchte ich natürlich das Modell zum ordentlichen Arbeiten zu bringen. Aber das gelang nicht. Die Gäste kamen, ich schwitzte Blut und Wasser, und siehe da, das Gerät arbeitete einwandfrei. Später bekam ich aber das Ding nie wieder zum einwandfreien Laufen. Dieser negative Vorführeffekt hat mir öfter geholfen. Bei der Z 2 war der Grund des Versagens, daß ich in Ermangelung von genügend Mitteln alte Telefonrelais benutzt hatte und gezwungen war, Ruhekontakte in Arbeitskontakte umzubauen. Dabei hatte ich nicht daran gedacht, daß die oberen Kontaktfelder eine Auflage brauchen, um die nötige Vorspannung für den Kontaktdruck zu erwirken. Anstelle der theoretisch erforderlichen 20 g ~~Kontaktdruck~~ waren ~~so~~ nur 1 - 2 g Kontaktdruck vorhanden. Das konnte ~~natürlich~~ nicht gut gehen.

Die Vorführung der Z 2 hatte genügt, um die DVL an der Sache ernsthaft zu interessieren. Herr Professor Bock hielt mir erst einen langen Vortrag. Ich solle mir ja nicht einbilden, daß ich als Erfinder ein reicher Mann werden könnte, eines Tages ein Schloß am Meer besitzen würde und im Horch herumfahren könnte. Aber dann einigten wir uns auf einen Vertrag, und das damals schon von mir in Angriff genommene Gerät Z 3 wurde von der DVL teilfinanziert.

Was ist das Z?

Dieses Modell sollte nun das erste werden, welches wirklich funktionsfähig war und alle wichtigen Eigenschaften einer programmgesteuerten Rechenmaschine für wissenschaftliche

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Zwecke nach dem damaligen Stand der Technik enthielt. Die wichtigsten Charakteristika sind: Ausführung in elektromagnetischer Relaistechnik (600 Relais im Rechenwerk, 2000 Relais im Speicherwerk). Binäres Zahlensystem, gleitendes Komma, Wortlänge 22 Bit, Speicherkapazität 64 Worte. Steuerung über 8-Kanal-Lochstreifen, Ein- und Ausgabe über Tastatur, Anzeigung des Resultats über Lampenstreifen. Geschwindigkeit etwa 3 Sek. für Multiplikation, Division und zum Quadratwurzelziehen.

Das Gerät ~~war~~ wurde zum größten Teil mit Altmaterial gebaut. ~~Dies~~ Und hatte leider zur Folge, daß die Daten der Wicklungen dieser Relais uneinheitlich waren. Ich mußte verschiedene Spannungsniveaus benutzen, um diese einzelnen Relais einigermaßen vernünftig zusammenschalten zu können. Dies verursachte viel ~~an sich~~ überflüssige Arbeit. Trotzdem war die Betriebssicherheit des Gerätes verhältnismäßig gut. ~~Leider~~ konnte es aber nur von mir allein gewartet werden.

Wichtig war die Einführung des strengen Impulsprinzips. Die ganze Maschine wurde (wie ~~an sich~~ schon die Geräte Z 1 und Z 2) zentral über eine Schaltwalze getaktet. Zum Glück habe ich auch nicht auf die guten Ratschläge derjenigen gehört, die etwas von Relaistechnik verstanden. Sie wollten mir abfallverzögerte Relais empfehlen, um Selbsthaltekreise zu vermeiden. Dieses im Fernsprechbetrieb wohl begründete Prinzip bewährte sich aber nicht für Rechenmaschinenschaltungen. Die Abfallzeit muß auf die Millisekunde genau dosiert werden können. Ferner erlaubt das Schaltwalzenprinzip, die Maschine beliebig und langsam laufen zu lassen, was für die Fehlersuche von entscheidender Bedeutung ist. Das Schaltwalzenprinzip erlaubte

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

es außerdem, die Kontakte stromlos zu schalten. Die Abschaltung der Relaiswicklungen erfolgte an Kohlebürsten. Gerade dieses Prinzip gab der Relaistechnik eine außerordentliche Sicherheit. Noch heute sind viele nach diesem Prinzip gebaute Relaisrechner (Z 11) in Betrieb.

Die Arithmetik des Gerätes im binären Zahlensystem und im Gleitkomma mit vollen Übersetzungsvorgängen war voll verdrahtet. Die Relaistechnik erlaubte mit verhältnismäßig geringem Aufwand eine derartige Konstruktion.

Die Speicherkapazität von 64 Worten ist nach heutigen Begriffen natürlich nicht sehr hoch. Sie genügte jedoch vollkommen, um das Prinzip zu demonstrieren und die wichtigsten Programme auszuprobieren.

Die Herstellung der Programme war allerdings recht primitiv. Handelsübliche Lochstreifengeräte, wie sie damals schon für 5-Kanal-Lochstreifen benutzt wurden, waren im Krieg nicht zu bekommen. Ich behalf mich mit selbstgebauten Loch- und Lesegeräten, welche normale Filmstreifen benutzten. Die Lochung erfolgte durch einen einfachen Handlocher.

Außer einigen Prüfprogrammen, wie Determinanten, quadratische Gleichungen usw., war hauptsächlich das Programm für die Berechnung einer komplexen Matrix interessant. Dieses stellte einen wichtigen Arbeitsgang bei der Berechnung der kritischen Flatterfrequenzen von Flugzeugen dar. Die Flatterfachleute waren diejenigen, welche sich in erster Linie für die Maschine interessierten. Dieses Gebiet war damals noch verhältnismäßig jung, und man begann gerade, die theoretischen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Erkenntnisse in die Praxis umzusetzen. Der erhebliche Rechenaufwand ließ programmgesteuerte Rechenmaschinen als sehr wichtig erscheinen. Daher auch das Interesse der DVL.

Das Gerät Z 3 war - ~~wie gesagt~~ - voll funktionsfähig und während des Krieges ~~einer ganzen Reihe von~~ mehreren Dienststellen vorgeführt worden. Es wurde allerdings nicht im eigentlichen Routinebetrieb eingesetzt. Dazu wäre u. a. eine UK-Stellung meiner Person für diese Zwecke erforderlich gewesen. Bis jetzt war aber für diese Entwicklung noch keine offizielle Dringlichkeit bewirkt. Das Ganze wurde mehr oder weniger als Spielerei angesehen und konnte überhaupt nur verwirklicht werden, weil einige Freunde und ich persönlich sich in der Freizeit dafür einsetzten. Meine UK-Stellung lief tatsächlich für meine Tätigkeit als Statiker, ~~wofür~~ ich nach wie vor hauptamtlich tätig war.

Das Gerät Z 3 ist später im Bombenkrieg (1944) zerstört worden. 1960 wurde es aus historischen Gründen nachgebaut. ~~Heute ist es~~ Und im Deutschen Museum in München aufgestellt.

~~A 24~~

~~In diesem Augenblick~~ Nach Fertigstellung der Z3 erfolgte meine abermalige Einberufung an die Ostfront, ~~die ich bereits am Anfang des Buches erwähnte.~~

Alle weiteren Arbeiten an der Rechenmaschinen waren also in Frage gestellt. Wie würde das Schicksal entscheiden? Mitten in diese rückblickenden Betrachtungen kam ~~mein~~ für mich der UK-Stellungsbefehl. Unter Hunderten war ich auserwählt, die schon in Marsch gesetzte Truppe wieder verlassen zu können und den Heimweg anzutreten.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Eine solche außergewöhnliche Situation läßt eine besondere Stimmung aufkommen. Man fragt sich "Warum gerade ich?" Gewiß, ich war nicht UK gestellt worden, weil ich an der Entwicklung des Computers arbeitete; dafür gab es damals noch keine Dringlichkeitsstufe, sondern als Statiker des Flugzeugbaus. Aber ich selbst lebte natürlich vollkommen in der gerade erschlossenen Welt der neuen Ideen. Insbesondere die Frage des allgemeinen Rechnens beschäftigte mich immer mehr. Immer klarer stand die Idee des künstlichen Gehirns vor mir. War es überhaupt zu verantworten, an diesem Problem zu arbeiten, dessen Konsequenzen noch gar nicht überblickt werden konnten? Das Schicksal hatte also entschieden, daß ich an diesem Problem weiterarbeiten durfte.

Das waren die Gedanken während meiner Heimfahrt von der Front. Immer noch war ich allerdings hauptamtlich als Statiker bei den Henschel-Flugzeugwerken tätig. Aber mit der Zeit konnte ich erreichen, daß ich nicht mehr voll dort tätig zu sein brauchte. Einen kleinen Betrieb "Zuse Ingenieurbüro und Apparatebau, Berlin" konnte ich aufbauen, zunächst mit zwei bis drei Leuten, Ende des Krieges mit etwa zwanzig Mitarbeitern.

Es war natürlich im Kriege schwer möglich, Mitarbeiter zu bekommen. Dies waren entweder ungelernte weibliche Kräfte oder verschiedene "Typen", die an anderer Stelle sich aus verschiedenen Gründen unbeliebt gemacht hatten.

Eine neue Aufgabe war aufgetaucht: Bei den Henschel-Flugzeugwerken wurden unter anderem auch die damals so beliebten ferngesteuerten fliegenden Bomben entwickelt und gebaut. Diese ließen sich aber nur einwandfrei steuern, wenn die Flugeigenschaften einigermaßen gut waren. Ein präzises Modell hätte

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

jedoch gefräste Flügel und Leitwerke erfordert, also eine sehr teure Fertigungstechnik. Professor Wagner kam auf die Idee, eine normale, in Blechbauweise ausgeführte Zelle zu verwenden und die Bauungenauigkeiten durch passende Einstellungen der Flügel und Leitwerke auszugleichen. Zu diesem Zweck wurde jede Zelle in eine Meßbrücke eingefahren und über einige hundert Meßuhren die Zelle an den Flügeln und den Leitwerken vermessen. Die Positionen der Meßuhren wurden abgelesen, auf ein Protokoll übertragen und dann in einer verhältnismäßig langwierigen Rechnung mit Einflußzahlen multipliziert. Hieraus wurden dann die nötigen Verstellungen errechnet. Für diese Rechnung hatte man etwa ein Dutzend Tischrechenmaschinen eingesetzt, diese arbeiteten im Zweischichtbetrieb.

Natürlich waren die Tischrechenmaschinen solchen Ansprüchen nicht gewachsen. Außerdem dauerte die Rechnung reichlich lang.

So konstruierte ich dann ein Spezialmodell für Flügelvermessung, welches diese Rechnungen voll automatisch durchführte. Es war in Relaistechnik (800 Relais) ausgeführt, arbeitete im Binärsystem und mit festem Komma und hatte fest eingebaute, auf Schrittschaltern verdrahtete Programme. In seinem schaltungsmäßigen Aufbau war es ein Vorläufer des später gebauten Gerätes Z 11, von dem noch heute einige in Betrieb sind.

Dieses Spezialgerät war etwa zwei Jahre Tag und Nacht im Einsatz, bis es 1944 durch Bomben zerstört wurde.

Dieses Problem regte mich zu einer weiteren Idee an: Die Arbeit des Ablesens der Meßuhren mußte sich ebenfalls noch mechanisieren lassen. Damit war die Idee der Prozeßsteuerung geboren. Es wurden besondere Meßgeräte gebaut (Analog-Digital-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wandler, wie wir heute sagen), bei denen die Positionen der Meßuhren schrittweise vom Rechengerät her abgetastet wurden. Gleichzeitig lief ein Schrittschalter im Rechengerät mit, der die so abgelesenen Positionen als Binärzahlen auf das Rechenwerk weitergab. trug.

Diese Entwicklung fand einen tragikomischen Abschluß: Das Gerät wurde Anfang 1944 in einem ausgelagerten Werk der Henschel-Flugzeugwerke im Sudetenland aufgestellt. Während ich das Gerät montierte, kam entwickelten sich die Kriegsereignisse jedoch bereits für Deutschland so tragisch, daß der Befehl der Demontage des gerade errichteten Werkes kam. wegen der für Deutschland katastrophalen Kriegsentwicklung Rings um mich herum wurde also schon wieder demontiert. Nur ich baute als Verrückter noch auf. Ich hatte doch den Ehrgeiz, dieses interessante Gerät einmal wirklich arbeiten zu sehen. Schließlich gelang mir dies; die erste Prozeß-steuerung mit einem Computer auf der Welt arbeitete. Aber kein Mensch interessierte sich dafür. Immerhin, ich selbst hatte das schöne Gefühl, wieder einmal ein schwieriges Problem gelöst zu haben. So fuhr ich nach Berlin zurück und überließ das Gerät seinem Schicksal. Es wurde natürlich dann auch demontiert und ist irgendwo verschütt gegangen. blieb spurlos verloren

wurde

Inzwischen war auch das Gerät Z 4 in Angriff genommen, welches eine Erweiterung gegenüber der Z 3 darstellte. Die Arbeiten an diesem Gerät wurden schon stark durch den Bombenkrieg behindert. Mehrmals ist mein Betrieb beschädigt worden und die Z 4 mußte während des Krieges allein in Berlin dreimal ihren Platz wechseln. innerhalb

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Den Berliner Bombenkrieg machte ich in allen seinen Phasen mit. Mehrmals war es mir schon gelungen, mit einer kleinen unscheinbaren Handspritze Zimmerbrände zu löschen. Dabei stellte ich fest, daß die Gasmaske das wichtigste Instrument für einen Feuerwehrmann darstellt. Ohne diese hätte man in die verqualmte Wohnung nie eindringen können.

Eines nachts war ich auch wieder unterwegs, um nach eingeschlagenen Brandbomben im Hause zu sehen. Ich befand mich gerade auf dem zweiten Treppenabsatz, da hörte ich es über mir krachen. Im letzten Moment konnte ich unter einen Türpfosten springen, und schon kam der ganze Schlamassel neben mir herunter. Wieder einmal hatte das Schicksal Ja zur weiteren Entwicklung des Computers gesagt. Über die Trümmer der Treppe konnte ich mich in den Keller durcharbeiten. Diesmal allerdings gelang es mir nicht mehr, Herr der Stubenbrände zu werden. Das Haus brannte ab.

Während dieses letzten Kriegsjahres erfuhr ich ganz durch Zufall etwas von den gleichzeitig in USA laufenden Arbeiten auf diesem Gebiet; aber auch das nur auf "krummen" Wegen:

Mein Buchhalter hatte eine Tochter, die im deutschen Geheimdienst tätig war. Er erzählte ihr von den großen Rechengeräten, die bei uns gebaut wurden. Das durfte er natürlich nicht, denn im Kriege lief alles unter Militärgeheimnis. Auch seine Tochter tat etwas, was sie nicht durfte: Sie erzählte ihrem Vater, daß sie beim deutschen Geheimdienst das Bild eines ähnlichen Gerätes gesehen habe. Was tun? Auf offiziellem Wege war an das Bild nicht heranzukommen, dann hätten beide ja zugeben müssen, geplaudert zu haben. Also gingen eines Tages zwei meiner Mitarbeiter mit einer offiziellen Bescheinigung zum

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

deutschen Geheimdienst, um sich zu erkundigen, ob Informationen über ähnliche Entwicklungen im Ausland vorlägen. "Nein", davon wußte man natürlich dort nichts. Nun kannten meine Leute aber die Schublade, in der das betreffende Bild liegen mußte, und ließen nicht locker, solange dumme Fragen zu stellen, bis sie das Bild tatsächlich in der Hand hatten. Dann konnten sie damit befriedigt abziehen.

Es handelte sich um eine Aufnahme des Mark I, welches von Aiken an der Harvard University gebaut worden war. Allerdings konnten wir diesem Bild kaum irgendwelche Einzelheiten entnehmen.

Wie ich hinterher feststellen konnte, war meine Firma die einzige, die während des Krieges Rechengeräteentwicklung betreiben durfte. Welche Chance hätte sich da ergeben, um während des Krieges eine zivile Fertigung vorzubereiten? Aber kaum jemand sah irgendwelche geschäftlichen Aussichten für diese Entwicklung. Ich hatte zwar einige Förderer und Freunde, wie Professor Teichmann und Professor Wagner, jedoch waren diese natürlich voll mit ihren eigenen Ideen beschäftigt. Doch konnte ich einzelne recht interessante und aufgeschlossene Gespräche ~~auch~~ schon führen, z. B. mit Herrn Overhoff, der bei den Henschel-Flugzeugwerken meine Angelegenheiten betreute und die großen Zukunftsmöglichkeiten dieser Entwicklung klar erkannte.

Schreyer arbeitete während des Krieges weiter an seinem Versuchsmodell. Aus einem Vorschlag, für die deutsche Marine einen Elektronenrechner mit 2000 Röhren zu bauen, wurde nichts. Allerdings wären während des Krieges wohl auch kaum die

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Voraussetzungen zu erfüllen gewesen, um dieses Projekt durchzuführen. Hier war noch erhebliche Arbeit in die Technologie zu stecken, während die Relaisgeräte nur aus vorhandenem Material zusammengelötet zu werden brauchten.

Überhaupt war es mit der Förderung der Entwicklung während des Naziregimes nicht weit her. Die ersten Arbeiten sind überhaupt rein privater Initiative zu verdanken. Während des Krieges mußten natürlich kriegswichtige Aufträge gesucht werden. Später wurde mir erzählt, daß Reichsminister Sparrer die Angelegenheit dieser Rechenmaschine einmal zu Ohren gekommen sei und er dem "Führer" vorgetragen habe, daß eine derartige Erfindung mit zum Endsieg beitragen könne. Angeblich habe dieser aber gemeint: "Dazu brauche ich keine Rechenmaschine, das mache ich mit dem Mut meiner Soldaten."

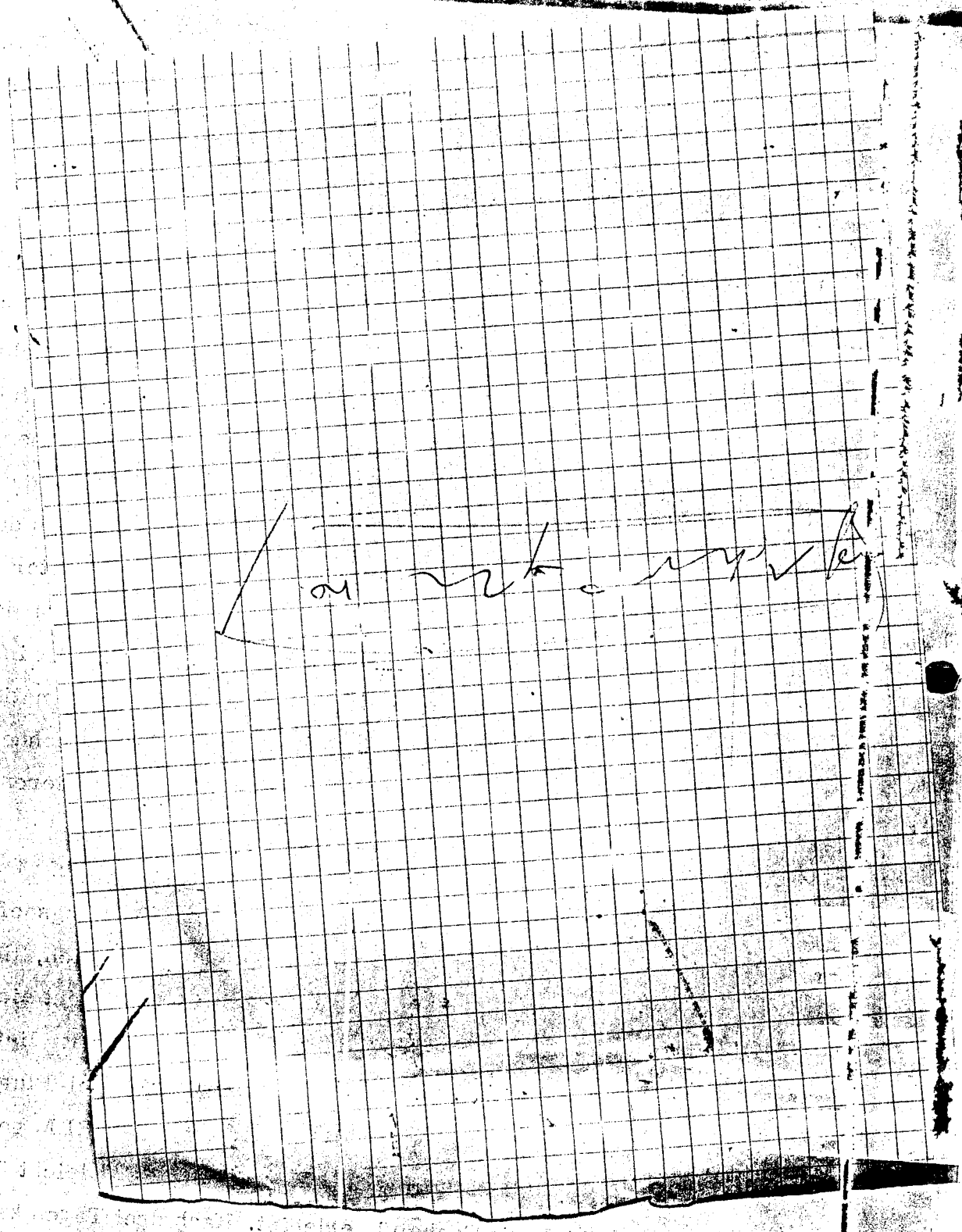
Auch sind mir später noch falsche Gerüchte zu Ohren gekommen, wonach die Z 3 angeblich am Atlantikwall eingesetzt gewesen wäre, um ballistische Rechnungen für die deutsche Artillerie durchzuführen. Das stimmt aber nicht. Die Z 3 ist nur für Proberechnungen eingesetzt gewesen.

Der Würgegriff um Deutschland zog sich 1944 immer mehr zusammen. Die Schlacht bei Stalingrad war verloren. Es war den Einsichtigen klar, daß es jetzt nur noch darum ging, zu überleben. Die Verlagerung des Betriebes wurde aktuell. Die DVL bot mir damals an, das Gerät in einen kleinen polnischen Ort, genannt "Paradies", auszulagern. Ich bin froh, diesem Paradies entgangen zu sein.

Die Arbeitsverhältnisse wurden immer unerträglicher. Trotzdem wurde immer noch mit einer gewissen Begeisterung an

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Sache gearbeitet. Mein erster "Programmierer" (vielleicht der Welt erster Computer-Programmierer überhaupt) war ein Blinder. Weil ich normale Mathematiker während des Krieges kaum bekommen konnte, hatte ich mich an die Blindenlehranstalt in Marburg gewandt und mir die Adressen mathematisch begabter Blinder geben lassen. Es waren immerhin acht Personen, die in Frage kamen; einen davon, Herrn Fast, stellte ich dann ein. Im übrigen wurden mir die Arbeitskräfte meistens von den Henschel-Flugzeugwerken zur Verfügung gestellt. Darunter war auch Herr Lohmeyer. Er kam aus Münster und war Schüler des berühmten Logikers Scholz. Das war natürlich ein Lichtblick in dem sonst so trüben und gefährlichen Dasein. Schaltungsmathematik, theoretische Logik, allgemeines Rechnen, logistisches Rechnen, das waren die Themen, über die wir stundenlang diskutieren konnten.

Ende 1944 kam eines Tages ein Herr zu mir: "Ich bin Dr. Funk, theoretischer Physiker, und habe einen Einberufungsbefehl. Können Sie mich gebrauchen?" - "Selbstverständlich, ~~lieber Herr~~, könnte ich Sie gebrauchen; aber ~~bilden Sie sich~~ nicht ~~ein,~~ daß ich in der Lage bin, Ihre UK-Stellung zu erwirken." Er ließ jedoch nicht locker, ~~und~~ ich schickte ihn zu den Henschel-Flugzeugwerken zu Professor Wagner, der meine Aufträge dem RLM gegenüber betreute. ~~Ich hatte den Eindruck, daß der Mann leicht übergeschnappt sei und~~ hielt die Sache für erledigt. Nach drei Tagen kam er jedoch an und sagte:"So, da bin ich!"

Inzwischen hatte sich ohne mein Wissen allerlei zugetragen. Es waren gerade verschärfte Bestimmungen herausgekommen, nach denen es praktisch überhaupt nicht mehr möglich war, jemanden UK zu stellen. Bei Henschel kam man dadurch in große Verlegenheit, weil unentbehrliche Mitarbeiter ihren Einberufungsbefehl

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

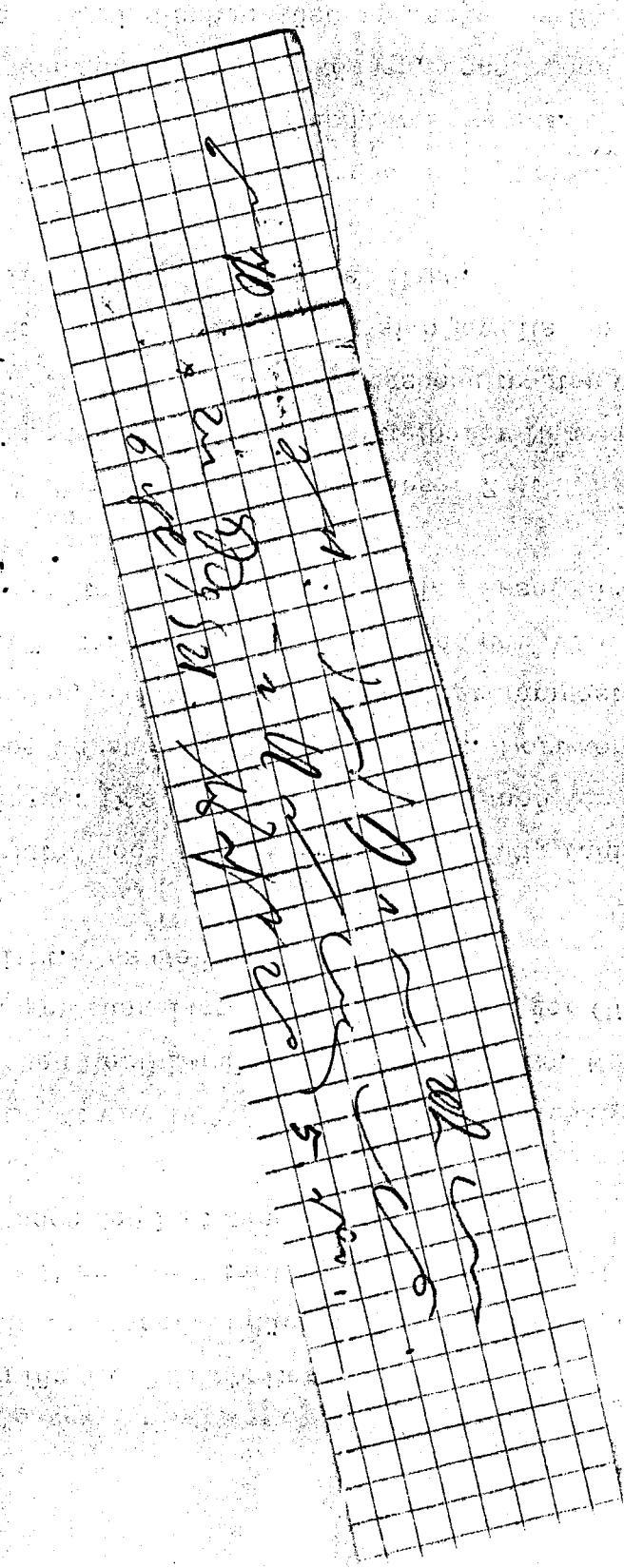
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

bekommen hatten. Da erschien Dr. Funk und behauptete, er wisse, wie man heute noch Leute UK stellen könne. Da war das Staunen groß. Aber er verriet seine angeblichen Kenntnisse noch nicht, sondern ließ sich erst einmal ein paar kräftige Bescheinigungen ausstellen. Dann setzte er sich zu Hause hin und rief sämtliche Dienststellen des Dritten Reiches, die ihm einfielen, an. Jedesmal der gleiche Satz: "Sie sind doch ab jetzt zuständig für UK-Stellungen?" Jedesmal ein bestimmtes "Nein". Schließlich gelangte er an den Gauleiter. ~~Der gleiche Satz.~~ die gleiche Frage "Woher wissen Sie das?", war die Antwort. Damit hatte er den Schlüssel gefunden. Professor Wagner war glücklich, die zuständige Stelle gefunden zu haben und spielte als erstes den Fall Dr. Funk durch.

Die Mitarbeit eines solchen Mannes war auch dringend nötig. Mit Wissenschaft war um diese Zeit nicht mehr viel zu machen. Als Physiker hat Herr Funk allerdings nie bei mir gearbeitet; aber er organisierte die Verlegung der Firma in den letzten Kriegswochen aus Berlin. Die meisten der fertigen Versuchsgeräte waren zwar schon durch den Bombenkrieg zerstört oder beschädigt. Aber das Gerät Z 4 stand nach dreimaligem Umzug im Keller, Berlin, Oranienstraße 6 und war noch intakt. Es stand kurz vor seiner Vollendung. Es hieß aber damals noch nicht "Z 4", sondern "V 4" (Versuchsmodell 4). Die "Vergeltungswaffen" V 1 und V 2 waren damals letzter Schrei. Unter dem Motto, die V 4 muß aus Berlin gerettet werden, gelang es dann Herrn Funk tatsächlich, die nötigen Bescheinigungen zu erlangen, zu einer Zeit, als selbst für kriegswichtige Teile für Düsenjäger aus Berlin heraus kein Waggon mehr gestellt werden konnte. Die Z 4 wurde also verladen und nach Göttingen in Marsch gesetzt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Auch für alle Mitarbeiter wurden Bescheinigungen beschafft, Berlin verlassen zu dürfen; aber nicht alle wollten das. Auch meine Frau war unter den Auserwählten. Wir hatten im Januar 1945 noch den Mut gehabt zu heiraten.

Das Gerät war 14 Tage auf der stark bombardierten Strecke zwischen Berlin und Göttingen unterwegs. Kaum war es in Göttingen ausgeladen, wurde der Göttinger Güterbahnhof bombardiert. Das Gerät blieb unversehrt.

Es folgten noch ein paar verhältnismäßig ruhige Wochen in Göttingen. Das Gerät war in den Räumen der AVA (Aerodynamische Versuchsanstalt) aufgestellt. Dort konnten wir es soweit vollenden, daß es seine ersten programmgesteuerten Rechnungen durchführte. Als wir es den Herren der AVA vorführten, konnte man bereits den Kanonendonner in Kassel hören.

Dr. Funk hatte sich während dieser Zeit in Katlenburg bei Northeim niedergelassen, in unmittelbarer Nähe der Dienststelle des damaligen Reichsforschungsbeauftragten Osenberg. Er war dort Stammgast und besorgte sich jeweils die Bescheinigungen, die wir brauchten, aus erster Hand.

Nun hätten wir uns in Göttingen ruhig überrollen lassen können. Kein Mensch wußte natürlich, was kommt. Göttingen hätte auch Kriegsschauplatz werden können, denn in der Nähe waren die großen unterirdischen Rüstungswerke des Harzes.

Zumindest mußte das Gerät vor eventuellen Bomben gerettet werden. Wir bekamen den "Befehl", das Gerät in eins der vielen unterirdischen Werke zu verlagern. Der erste Besuch

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

in diesem Werk war allerdings erschütternd. Zum erstenmal wurden wir mit der anderen Seite der harten Wirklichkeit des Dritten Reiches konfrontiert. In diesen kilometerlangen Stollen arbeiteten 20 000 KZler unter ungünstigsten Bedingungen. Nachdem wir das gesehen hatten, sagten wir uns: Überall hin, nur nicht hierher!

Aber wir ließen uns zunächst einmal einen Wehrmachtslastwagen mit Anhänger geben, womit wir das Gerät transportieren konnten.

Die Gruppe Wernher von Braun war damals gerade dabei, sich vom Harz nach Bayern zu verlagern. Über General Dornberger gelang es uns, ebenfalls einen Marschbefehl nach Bayern zu bekommen und dazu noch 1000 Liter Dieselöl.

Es begann nun eine vierzehntägige Flucht entlang der damaligen Front durch brennende Dörfer und über zerbombte Straßen. Meistens wurde nachts gefahren. Tagsüber kamen wir notdürftig irgendwo bei Bauern unter. Herr Overhoff hatte sich uns angeschlossen, denn er sah jetzt ziemlich genau das kommende Computergeschäft voraus. Er wurde unterwegs tragischerweise schwer verletzt, und wir mußten ihn bei Hof in einem Krankenhaus zurücklassen.

Schauerlich war die nächtliche Fahrt durch München. Kaum ein Mensch auf der Straße. Die Stadt in Dunkel gehüllt. Es war die Zeit der Fliegerangriffe; aber diese Nacht passierte nichts, wir kamen glatt durch bis an die Alpen. Zum erstenmal in meinem Leben sah ich das Hochgebirge vor mir. Wie friedlich lag das Kloster Ettal da. Aber wir mußten weiter, bis wir

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

schließlich bei Hindelang ein vorläufiges Quartier fanden. Die Gruppe Wernher von Braun hatte sich für die letzten Kriegstage in Oberjoch bei Hindelang einquartiert. Wir konnten uns anschließen. Es wurde sogar noch darüber diskutiert, unser Rechengerät für ballistische Aufgaben einzusetzen. Aber bald löste sich alles auf. Wernher von Braun ging in die Gegend von Marktoberdorf. Wir verschafften uns Quartier im letzten Alpendorf Hinterstein bei Hindelang.

Hier hatte man den Krieg direkt noch nicht zu spüren bekommen. Erst in den letzten Kriegstagen brandeten Scharen von Flüchtlingen gegen die Alpen.

Einen Tag vor unserer Ankunft war z. B. eine SS-Gruppe eingetroffen, die sich mit Gewalt noch Quartier verschafft hatte. Als wir mit unserem Wehrmachtslastwagen vorfuhren, wurden wir mit dieser Gruppe automatisch identifiziert. Die Reaktion der Bauern war entsprechend. Aber wir konnten sie schließlich überzeugen, daß wir keine SS-Leute, sondern harmlose "Wissenschaftler" waren.

Das Gerät konnten wir in einem Keller verstecken, und wir selbst fanden im Dorf verstreut leidlich gutes Quartier. Es war eine ziemlich gemischte Gesellschaft, die hier in Hinterstein durch Zufall zusammengewürfelt war. Da war zum Beispiel ein SS-Mann, der kurz vor Schluß noch den Mund vollnahm: "Kapitulieren? Kommt gar nicht in Frage, solange der Führer noch lebt." Ein paar Tage später war es soweit. Bei der Registrierung stand ein bescheidenes Männchen in Zivil vor mir, der sich als "Fremdarbeiter" registrieren ließ. Es war der SS-Mann.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Überrollung ging in Hinterstein verhältnismäßig harmlos vonstatten, während in Berlin der Teufel los war, spielend.

Das Gebiet gehörte eigentlich zur amerikanischen Besatzungszone; aber die Franzosen waren schneller und zwei Kompagnien Marokkaner wurden in dem Dorf einquartiert. Wir hatten Glück, es waren anständige und deutschfreundliche Truppen; sogar etwas zu deutschfreundlich: "Hitler mit 2 Millionen deutscher Soldaten nach Japan", wollte mir einer erzählen. "Warum Ihr nicht habt gemacht mit uns Marokkanern zusammen Front gegen Frankreich?"

Dr. Funk war natürlich bemüht, den in unseren Händen befindlichen Wehrmachtslastwagen sich "unter den Nagel zu reißen". Das klappte aber doch nicht. Immerhin hatte er noch Lebensmittel transportieren dürfen und sich dabei einen Schweizer Käse beiseite rollen können. Dann hatte er den Auftrag, die im Dorf abgelieferten Waffen nach Hindelang zu transportieren. Unterwegs wurden er und seine Begleiter von einer Gruppe Marokkanern aufgehalten. Als sie den Wagen voller Waffen fanden, führten sie zunächst einen Indianertanz auf und hängten sich die Gewehre um. Dann wurden die Fahrer natürlich verhaftet, aber es geschah nicht viel. Funk gelang es, während der über Nacht zu türmen und eine amerikanische Truppe zu erreichen. Bei Nacht und Nebel kam er dann mit einem amerikanischen Offizier heimlich bei mir an. Es wurde alles verabredet, um am nächsten Tag das Gerät in die amerikanische Zone zu bringen, aber es wurde nichts daraus. Wozu auch?

Mit der Zeit zerstreuten sich die mehr oder weniger dunklen Gestalten. Einige, darunter auch wir, blieben.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Eine eigenartige Gestalt machte bald im ganzen Dorf von sich reden. Nennen wir ihn "Dr. Karl". Er war zusammen mit der SS-Gruppe als deren Gefangener nach Hinterstein gekommen. Er nannte sich Physiker und hatte allerlei verrückte Ideen. Unter dem Naziregime war es ihm gelungen, trotz seiner Verhaftung an diesen überspannten Ideen weiterarbeiten zu dürfen. Jetzt spielte er allerdings den "Verfolgten des Naziregimes". Weswegen er wirklich in SS-Gewahrsam war, ließ sich jedoch nicht erfahren. Er wurde von den Franzosen abwechselnd verhaftet und wieder freigelassen. Einmal erzählte er, einige Tage vor Ankunft der Franzosen habe die SS zwei Lastwagen voller Lebensmittel in einer Klamm versteckt. Die Franzosen suchten mehrere Tage, fanden aber nichts. Dann behauptete er, die Pläne der deutschen Düsenjäger befänden sich in seinem Besitz Gewahrsam. Die Franzosen durchsuchten das ganze Haus, fanden aber nichts.

Dann behauptete er, in dem Dorf wäre eine große Rechenmaschine versteckt, die er erfunden habe. Die Franzosen hielten es nicht mehr der Mühe für wert, danach zu suchen.

Zu mir kam er dann und erzählte mir etwa folgendes: "Herr Zuse, Sie glauben ja nicht, was ich Ihretwegen alles ausgefragt worden bin, man wollte alles über Ihre Maschine wissen; aber ich habe nichts verraten."

Er verfügte auch über Geheimquellen von Lebensmittelmarken. Die Freundschaft mit ihm konnte eventuell ein Brot einbringen. Einmal hielt ich also auch brav zwei Stunden auf der Dorfstraße mit ihm aus und ließ mich von ihm unterhalten. Damals war gerade die Atombombe auf Hiroshima das große Tagesgespräch. Er hatte das natürlich schon alles gewußt. In den letzten Kriegsmonaten

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

hatte er an einer Erfindung gearbeitet, bei der Photonen in einer Glasflasche eingeschlossen wurden. Das Ganze gäbe eine fürchterliche Explosion. Er sei indischer Physiker und verfüge damit über geheimnisvolles Wissen. Er wolle Kühe mit Schafserum impfen, damit diese nicht nur Milch und Fleisch gäben, sondern auch Wolle. Das war alles hochinteressant; aber ich wollte doch auch einmal in den Besitz einer "schwarzen" Brotmarke kommen. Schließlich sagte er, es täte ihm leid, aber heute hätte er keine Marken bei sich.

Eines Tages kam er ganz aufgeregt zu mir: "Herr Zuse, es ist etwas Fürchterliches passiert: Ihre Maschine ist abtransportiert worden, alles ist kaputt!"

Die Maschine war gleich am Anfang des Dorfes untergebracht, wo die Franzosen dauernd mit ihren Autos vorbeifuhren, ohne etwas zu merken. Ich schlich mich also verstohlen dorthin, auf das Schlimmste gefaßt. Alles war aber in bester Ordnung. Später stellte sich heraus, daß weiter unterhalb eine Trafostation abmontiert worden war.

Im Dorf wohnte auch eine "englische Gräfin". Sie war zwar schon sehr lange im Dorf zu Hause; aber sie hatte natürlich ihre alten Beziehungen aufrechterhalten. Zu ihr kamen nun die Bauern aufs höchste besorgt: "Im Dorf wäre die Vergeltungswaffe V 4 versteckt und das ganze Dorf könnte jeden Augenblick explodieren." Nun hatte ich meinen Leuten gesagt, sie sollten auf allen Unterlagen, die noch da wären, das Zeichen V 4 unkenntlich machen, damit keine Mißverständnisse entstehen könnten. Diese hatte natürlich die genau entgegengesetzte Wirkung. Die Gräfin,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

teilte dies zwei Offizieren des englischen Secret Service mit. Eines Tages mußten die Franzosen dieses Gebiet räumen und den Amerikanern überlassen. Kaum waren die Franzosen weg, erschienen bei mir zwei englische Offiziere, um die "V 4" zu sehen. Ich zeigte ihnen alles. Sie waren offensichtlich enttäuscht, da es sich um ein ganz harmloses Rechengerät handelte und fuhren wieder ab.

Inzwischen hatten in Göttingen die Engländer von dem mysteriösen Rechengerät erfahren. Durch die Berichte von den amerikanischen Entwicklungen waren Computer plötzlich große Mode geworden. Die Engländer verfolgten meine Spur, so gut sie konnten und waren sehr bemüht, mich zu finden; aber sie fanden mich nicht. Die andere englische Stelle hatte mich. Aber auch in England blüht der Bürokratismus. Die beiden Stellen kamen nicht zusammen.

An eine ordnungsgemäße Fortsetzung der Arbeiten war zunächst nicht zu denken. Meine Gruppe, etwa 12 Personen, löste sich langsam auf. Ein jeder mußte zusehen, wie er vorankam.

Erste Nachkriegsjahre.

Jetzt gab es eine Zeit der Ruhe. Entsprechend dem Morgenthau-Plan durfte die deutsche Wirtschaft nicht wieder in Gang kommen. Nur die notwendigsten lebenswichtigen Transporte und Funktionen liefen langsam wieder an. An einen Wiederaufbau der Firma war zunächst nicht zu denken.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Das war die gegebene Zeit

Da war nun Zeit, die lang vorbereiteten Notizen hervorzuholen und sie in geschlossener Form zu verarbeiten.

Eine Schrift "Ansätze einer allgemeinen Theorie des Rechnens unter besonderer Berücksichtigung des Aussagenkalküls" war praktisch schon fertig. Sie enthielt im wesentlichen meine Gedanken über die Beziehungen zwischen Schaltalgebra und Aussagenkalkül; es war, wie ich heute weiß, die erste Arbeit, in der systematisch diese Gegenüberstellung durchgeführt wurde. Shannon war mir nicht bekannt. Ich hatte gedacht, sie als Doktordissertation verwenden zu können; aber daraus wurde nichts. Der Grund lag sicher ebenso viel bei mir wie an den begutachtenden Professoren. Ich wollte im bewußten Gegensatz zu der Entwicklung der praktischen Geräte hier eine rein theoretische Arbeit ausführen; während Professor Walther mehr Wert auf eine Beschreibung meiner Maschine legte. Heute weiß ich, daß er recht hatte; aber ich war ein Querkopf. So ist diese Arbeit unveröffentlicht geblieben, ebenso wie eine Reihe weiterer Arbeiten, auf die ich noch zu sprechen kommen werde.

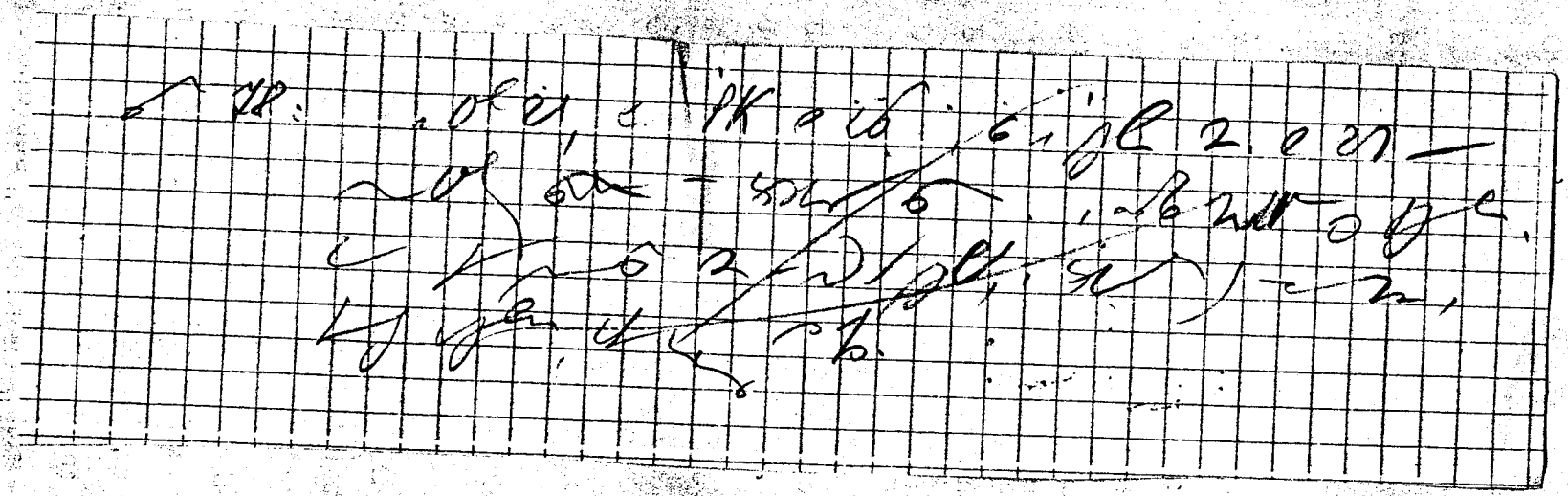
Manuskripte.

Aber diese Arbeit war ja nur die Vorbereitung auf das eigentliche Problem: Die Theorie des allgemeinen Rechnens überhaupt. Die vergangenen zehn Jahre Entwicklung hatten ja klar gezeigt: Rechnen bedeutet nicht nur Zahlenrechnen. Ich führte folgende Definition des allgemeinen Rechnens ein:

"Rechnen heißt, aus gegebenen Angaben nach einer Vorschrift neue Angaben bilden."

Es ist etwa dasselbe, was wir heute unter allgemeiner Informationsverarbeitung verstehen. Anstelle des Wortes "Vorschrift" ist der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Begriff des "Algorithmus" getreten. Auch das Wort "Programm" war damals noch nicht üblich. Da ich stattdessen "Rechenplan" sagte, nannte ich das Ganze "Plankalkül". Heute können wir den Plankalkül als allgemeine algorithmische Formelsprache in das Gefüge der Sprachen einordnen.

Typisch war, daß dieser Plankalkül nicht aus ~~irgendeiner~~ Not der Zeit heraus entstand. Im Gegenteil. Das gerettete Gerät Z 4 war versteckt. Außerdem war die Programmierung der Z 4 nicht problematisch und erforderte zunächst noch keine komplizierte Theorie.

Ganz anders war die Situation bei der Schaffung der späteren algorithmischen Sprachen, wie Fortran und Algol. Sie entstanden aus ~~der Not des Tages~~ heraus, die ~~bis dahin~~ schon sehr leistungsfähigen Geräte gut programmieren zu können.

Dieser Umstand wirkte sich selbstverständlich auf die ganze Problemstellung und Zielsetzung aus.

Es ging ja nicht nur um die programmgesteuerten Rechenmaschinen für technisch-wissenschaftliche Rechnungen, sondern um weit mehr. Eine neue Welt des Rechnens mußte erschlossen werden. Der Angriff auf das große Projekt des "künstlichen Gehirns" mußte gestartet werden. Nur sprechen durfte ~~man~~ davon nicht, jedenfalls nicht mit jedem. ~~Man würde doch~~ nur mißverstanden ~~worden~~.

~~Das war nicht ganz einfach.~~ Immer wieder die Frage an das Gewissen, ob es eigentlich zu verantworten ist, diesen Weg zu gehen. Inmitten einer herrlichen Natur, in einem einsamen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Alpendorf mit dem Seziermesser an die Analyse schematischer Denkvorgänge heranzugehen, das war nicht ganz leicht. Denn bei der Analyse des "schematischen" Denkens bleibt es ja nicht. Was ist "schematisches" Denken, was ist "schöpferisches" Denken, was ist Denken überhaupt, was Bewußtsein usw.? Würden also in Zukunft "logistische" Rechenmaschinen den Schachweltmeister besiegen, mathematische Beweise führen, Häuser entwerfen und wer weiß, was sonst noch alles treiben?

Eine philosophische Bibliothek hatte ich nicht zur Verfügung. Nur wenige Mathematikbücher waren gerettet. Daher hatte ich mir also meine eigene Philosophie machen; denn ohne einen gründlichen Unterbau glaubte ich, die Arbeit nicht leisten zu können. So entstand dann auch die Vorarbeit für eine Schrift "Gedanken zur Freiheit und Kausalität im Lichte der Rechenmaschine". Auch diese ist unveröffentlicht geblieben. Sie ist im Gestrüpp der Begutachter und Sachverständigen hängen geblieben. Sicher hat ein Fachphilosoph viel daran auszusetzen gehabt. Das Leib- und Seele-Problem ist uralt und in verschiedenster Weise schon behandelt worden. Diese Literatur stand mir nicht zur Verfügung, und ich hätte auch kaum Zeit gehabt, dies alles zu studieren.

Die herrlichen, mit Blumen übersäten Wiesen des Allgäu waren nicht dazu angetan, den Gedanken zu fördern, alles letzten Endes in Ja-Nein-Werte aufzulösen.

Inzwischen hatte meine Frau mir einen Sohn geschenkt. Das kleine Würmchen entfaltete sein Kinderseelchen in voller Pracht. Was da in dem kleinen Köpfchen vor sich ging, konnte man doch nicht alles schematisieren? Kinderlachen kann man doch nicht in ein Bit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

auflösen?

So beschränkte ich die Arbeit des "Plankalküls" auf ein streng abgegrenztes Ziel. Schematische Auflösung sämtlicher Informationen in ihre Komponenten bis zum einzelnen Ja-Nein-Wert und hierarchischer Aufbau der Verknüpfungen zwischen diesen Informationseinheiten. Damit war, wie ich annahm und was inzwischen wohl auch bestätigt ist, der gesamte Bereich des "Rechnens" erfaßt. Turings Theorie der Berechenbarkeit kannte ich damals noch nicht.

Das Ziel war weit gespannt, das war die Stärke der Arbeit; sie nahm aber zu wenig Rücksicht auf die Tagesprobleme, die es ja 1945 nicht gab. Das war die Schwäche der Arbeit und der Grund, warum sie praktisch heute noch in der Schublade liegt und nicht veröffentlicht wurde. Dabei brauchen wir in dem heutigen Sprachenchaos eine solche Arbeit dringender denn je; aber davon später.

Zwischendurch Pilze suchen, um die Ernährung zu sichern, das war eine schöne Abwechslung. Uns gegenüber wohnte der alte Königlich-Bayerische Förster Hohnadel. Auf ihn konnte ich mich verlassen. Ich lernte auf diese Weise alle eßbaren Pilze der Gegend kennen, auch daß man Fliegenpilze essen könnte, wenn man die obere Haut abzieht. Ich will mich aber dafür nicht verbürgen und habe es nicht probiert.

Über die Theorie des allgemeinen Rechnens konnte ich mich allerdings nicht mit ihm unterhalten; aber er hatte einen Bruder in Oberstdorf. Dieser hatte sich seinerzeit mit der Mechanisierung

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Messung und Erfassung der Baumbestände befaßt. Das Ergebnis war eine automatisch registrierende Meßkluppe (ein Gerät, um die Dicke eines Baumes zu messen). Die Kluppe lieferte einen Lochstreifen, der in ein von ihm konstruiertes Rechengerät eingesetzt wurde. Dieses arbeitete voll logarithmisch. Es ist wohl die einzige voll logarithmische Rechenmaschine der Welt geblieben. Seine Modelle konnte er mir in Funktion vorführen. Aber er hatte nicht Fuß fassen können mit seiner Idee. Noch heute ist die Erfassung der Baumbestände für Forstverwaltungen problematisch und noch nicht wirklich zufriedenstellend gelöst. Oder haben wir nur den alten Hohnadel mißverstanden? Die Konstruktion seiner Kluppe war verhältnismäßig einfach. Heute stehen genügend Computer zur Verfügung, um diese Zahlen dann auszuwerten.

War die deutsche Rechengeräteentwicklung nun die einzige? Was gab es im Ausland? Nur sehr langsam waren Informationen zu bekommen. Da war ein großes Analoggerät am MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt worden. Ferner konnten wir jetzt etwas mehr über die Entwicklung der MARK I von Aiken erfahren. Schließlich war die Nachricht von der großen elektronischen Rechenanlage ENIAC absolut neu und überraschend. Damit wurde Schreyers Idee bestätigt.

Vielleicht ist es gut, einmal Bilanz zu ziehen und den Stand der Entwicklung um 1945 auf beiden Seiten zu vergleichen.

In USA waren drei im wesentlichen voneinander unabhängige Entwicklungen gelaufen:

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

1. Das Gerät Mark I an der Harvard Univerity unter Leitung von Howard Aiken.
2. Eine Entwicklung bei der Firma Bell unter Leitung von Stibitz.
3. Die Entwicklung der ENIAC unter Leitung von Eckart + Mauchly.

Z 1 Die Mark I von Aiken war ein programmgesteuertes elektromechanisches Gerät. Es arbeitete im Dezimalsystem mit festem Komma und benutzte ~~spezielle~~ Schrittschalter als Speicherelemente. Die Steuerung erfolgte durch Lochkarten.

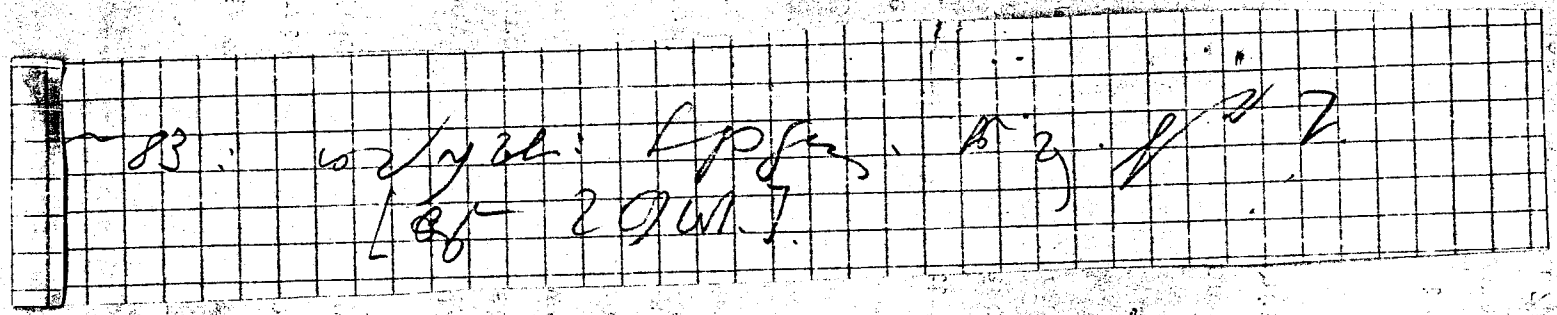
Z 2 Die Entwicklung bei der Firma Bell stellte einen Relaisrechner im Binärsystem dar.

Z 3 Die ENIAC war ein mit typisch amerikanischem Aufwand gebautes elektronisches Rechengerät mit 18 000 Röhren. ~~Die~~ Konstruktionsprinzipien waren nach heutigen Gesichtspunkten zwar verhältnismäßig primitiv, da mit einem großen ~~Verschwendung~~ Aufwand von Röhren gearbeitet wurde. Jedoch war damit das Tor für die weiteren elektronischen Entwicklungen geöffnet.

~~Demgegenüber~~ stehen die deutschen Entwicklungen:

1. Geräteentwicklung Z 1 - Z 4; davon Z 4 als einziges Gerät gerettet.
2. Sonderentwicklung für Prozeßsteuerung (Gerät für Flügelvermessung).
3. Plankalkül als allgemeine algorithmische Programmierungssprache.
4. Elektronisches Versuchsmodell von Schreyer.
5. Elektronische Entwicklung von Dirks.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Über die Geräte Z 1 - Z 4 ist das Wesentliche schon gesagt. Die Z 4 arbeitete rein in Relaistechnik, im binären Zahlensystem und mit gleitendem Komma. Sie ist insofern der Entwicklung von Stibitz am ähnlichsten.

Der Sonderentwicklung zur direkten Abfühlung von Meßuhren durch den Rechner stand keine entsprechende Entwicklung in USA gegenüber. Soweit mir bekannt ist, war auch keine dem Plankalkül entsprechende Arbeit um 1945 in USA noch nicht vorhanden. Erst später kamen die Arbeiten von Goldstine und von Neumann heraus.

Der ENIAC konnten wir in Deutschland allerdings nur ein elektronisches Versuchsgerät gegenüberstellen. Auch dieses konnte nicht gerettet werden. Allerdings war es logisch insofern der ENIAC überlegen, als erstmalig bewußt mit logischen Bauelementen und nach den Gesichtspunkten der Schaltalgebra gearbeitet wurde.

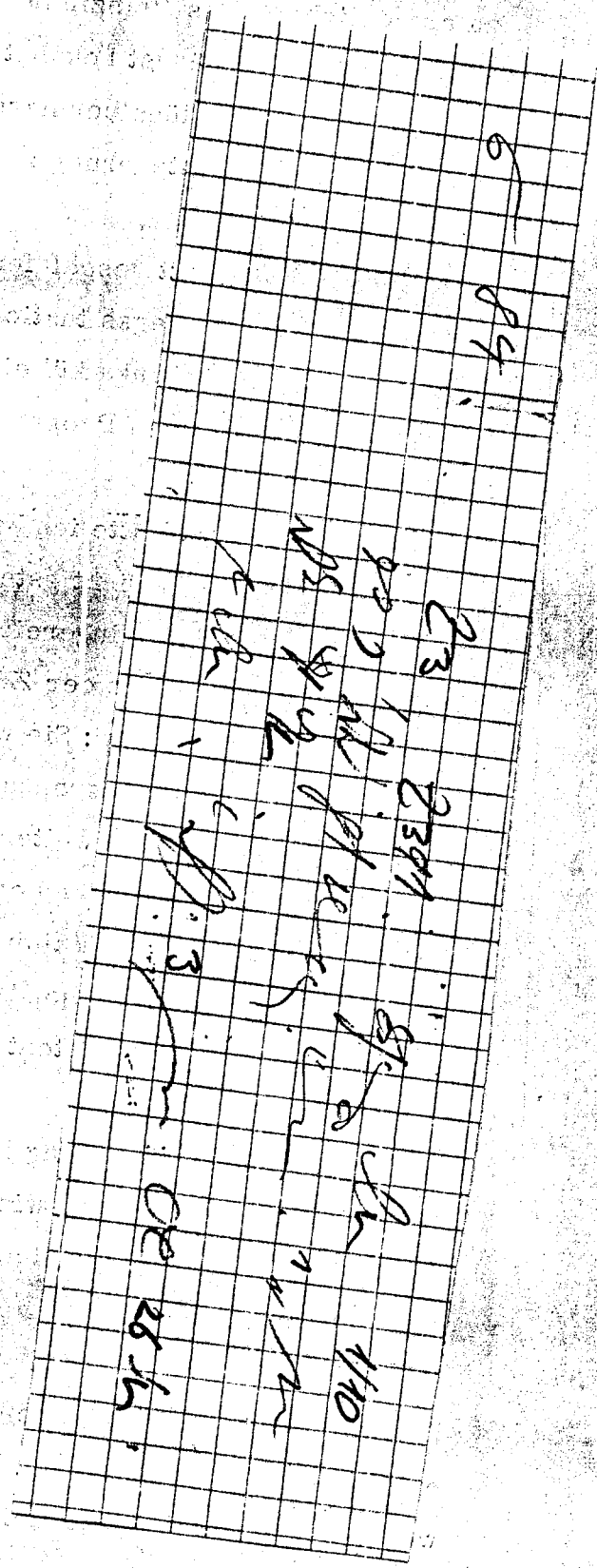
Die Entwicklungen von Dirks waren damals auch in Deutschland noch unbekannt; erst wesentlich später erhielten wir Kenntnis von ihnen.

Rückblickend läßt sich leicht feststellen, daß ich die Folgezeit besser dazu verwendet hätte, Patente anzumelden. Aufgrund des allgemeinen Zusammenbruchs glaubte man, daß dies wenig Sinn habe. Trotzdem ist manch einer, der in den ersten Nachkriegsjahren seine Erfindungen in Patentschriften niederlegte und in Darmstadt hinterlegte, später sehr gut dabei gefahren.

So verfügte ich damals schon über brauchbare Schaltungen, um sämtliche später entwickelten Adressenvariationen und Umrechnungen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zu ermöglichen. Das Prinzip der Programmspeicherung war mir ebenfalls längst bekannt. Ebenso gab der Bau des Sondergerätes für Flügelvermessung die Möglichkeit, ~~eventuell~~ die gesamte Prozeßsteuerung zu schützen.

all diese praktischen Erwägungen

Aber ~~da habe ich glatt geschlafen bzw.~~ hielt diese Arbeit ich aufgrund der Nachkriegssituation für sinnlos. Stattdessen entwickelte ich im Plankalkül eine strenge Theorie der verschiedensten möglichen Programm- und Adressenvariationen.

? Patente ?

Einige Anmeldungen hatte ich ~~bereits~~ vor ~~dem Kriege~~ und im Kriege gemacht. Die wichtigste war wohl die Anmeldung Z 391, welche im Jahre 1941 eingereicht wurde. Im wesentlichen enthielt sie die Schaltungen der Z 3. Sie stellt ein Kuriosum in der Patentgeschichte dar: Sie war 26 Jahre im Verfahren. Schwierig war natürlich die Abgrenzung gegenüber Babbage. Von der Gegenseite wurden noch weitere Literaturstellen aus ~~versteckten~~ Schubladen hervorgeholt und entgegengehalten. Das Prüfungs- und Erteilungsverfahren nahm natürlich dramatische Formen an, weil bei Gewährung insbesondere des Hauptanspruchs die meisten Computer unter dieses Patent gefallen wären.

Nach 26 Jahren Verhandlung lautete die Entscheidung des Patentgerichts schließlich wie folgt: "Die Neuheit wird anerkannt, die Fortschrittlichkeit wird anerkannt, die Erfindungshöhe muß jedoch versagt werden."

juristisch nicht angreifbare

Dies war nach 26 Jahren die einzig mögliche Entscheidung, um einen Skandal zu vermeiden, der unweigerlich gekommen wäre, wenn erst nach so langer Zeit eine positive Entscheidung gefällt worden wäre.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

~~Zeitlich lagen~~ die amerikanischen und die deutschen Entwicklungen etwa gleich, mit einem kleinen Vorsprung der deutschen ~~Entwicklung.~~

Das Gerät Z 3 war 1941 funktionsfähig aufgestellt, das Gerät Mark I von Aiken erst 1944.

Aufgrund der besonderen Situation, in der ich mich als Deutscher in der Nachkriegszeit befand, wurde dieser zeitliche Vorsprung jedoch kaum zur Kenntnis genommen. Informationen von dieser Entwicklung drangen ja kaum an die Öffentlichkeit. Dagegen ~~waren~~ die Nachrichten über die amerikanische Entwicklung die große Sensation und führten zum Schlagwort vom Elektronengehirn. Bedauerlich war allerdings, daß ~~selbst~~ manche deutsche ~~Stelle bzw. Person~~, die von den wahren Verhältnissen unterrichtet war, ~~sich redlich Mühe gab~~, die deutsche Priorität zu leugnen und die amerikanische zu propagieren. Noch heute wird, ~~trotz einiger inzwischen geleisteter Aufklärungsarbeit~~, in ~~vielen~~ Fachbüchern ~~noch eine~~ falsche Darstellung gegeben. Zum Teil ~~war~~ dies nur Unwissenheit, ~~zum Teil aber auch Absicht. Daß ein Deutscher der erste war, gehörte sich einfach nicht.~~

Der geringe Vorsprung, den wir in Deutschland unmittelbar nach dem Kriege hatten, ging ~~allerdings~~ in den folgenden Jahren weitgehend verloren. In USA konnte mit voller Kraft auf breiter Basis weiterentwickelt werden. Die Industrie war allerdings noch zurückhaltend. Die Entwicklungen wurden zunächst noch hauptsächlich von wissenschaftlichen Instituten getragen.

~~Am bekanntesten wurde die Entwicklung von Aiken~~, der in schneller Folge die weiteren Geräte Mark II bis Mark IV konstruierte. Sein Institut stand praktisch allen Wissenschaftlern

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der ~~ganzen~~ Welt offen, eine Gelegenheit, die von vielen ausgenutzt wurde. Er hatte ~~seine~~ die Erkenntnisse und die Ergebnisse seiner Arbeit frei und offen allen zur Verfügung gestellt und wurde somit zum wichtigsten Lehrmeister auf dem Gebiete der Computer~~entwicklung~~.

Demgegenüber ruhte etwa bis zur Währungsreform im Jahre 1948 die Arbeit in Deutschland praktisch völlig. Das Gerät Z 4 konnte zwar in Hopferau, einem Dorf im Voralpenland bei Füssen, wieder in einem ehemaligen Pferdestall aufgestellt und notdürftig in Gang gesetzt werden; aber an einen ~~Aufbau~~ Weiterbau der Firma war zunächst nicht zu denken. Damals galt immer noch der Morgenthauplan, der Deutschland in eine grüne Wiese mit weidenden Kühen verwandeln sollte. Werkzeuge und Materialien waren nur im Schwarzhandel zu bekommen. Damals sagte ich manchmal scherzhaft: "Die Amerikaner haben nur eins vergessen, daß ihre Soldaten achtlos die Konservendosen wegwerfen. Aus dem Blech könnten die Deutschen dann doch noch Computer bauen." Tatsächlich haben wir derartiges Abfallmaterial verwendet. Für das Gerät selbst haben wir aber noch genügend einwandfreies Material aus Berlin retten können.

~~Herr~~ Schreyer hatte sich inzwischen nach Brasilien abgesetzt, so daß seine schönen Ansätze einer elektronischen Entwicklung nicht weiter verfolgt werden konnten. Die letzten Reste seines aus Röhren aufgebauten Modells lösten sich in Butter auf, um die Radioapparate der Bauern zu reparieren.

Ich bekam damals viel Besuch aus fernen Ländern, England, Frankreich; sogar aus München hatte sich einmal ein Versicherungsmathematiker zu mir verirrt. ~~Damals~~ war München noch

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

nicht eine der Hochburgen der ~~deutschen~~ deutschen Computer. Man hatte andere Sorgen. Außerdem ~~war~~ schien es doch das beste, erst einmal abzuwarten, was aus diesen Spielzeugen würde.

Manchmal fragte ich mich, was wohl geschehen wäre, wenn die Amerikaner nicht so großzügig in die Entwicklung eingestiegen wären. Hätte von der deutschen Entwicklung überhaupt jemand ernstlich Notiz genommen?

So kamen die wichtigsten Förderungen meiner weiteren Arbeit zunächst ebenfalls von USA. Da war in Hinterstein Ende des Krieges ein Filmregisseur gelandet. Er heiratete eine Amerikanerin und konnte schon 1945 nach USA auswandern. Dort hatte er einen direkten Draht zum Präsidenten Watson von IBM. Von dort ging wieder die Weisung an die deutsche Hollerith (damals wurde die Umbenennung in IBM gerade erst durchgeführt), sich ~~doch einmal~~ um den ~~komischen~~ Rechenmaschinenerfinder zu kümmern, der ~~dort~~ im Allgäu säße.

Die damaligen Direktoren von Hollerith, Herr Hummel und Herr Scharr, nahmen eins der wenigen Firmenautos und kamen zu mir. Angesichts eines richtigen noch fahrenden Automobils stellte mir der Bauer, bei dem ich wohnte, sogar seine gute Stube zu einer Besprechung zur Verfügung.

Man war interessiert, die Verhandlungen wurden fortgesetzt und schließlich ein Optionsvertrag auf Erwerb meiner Patente abgeschlossen. Da es sich um Reichsmark handelte, war man beim Abschluß verhältnismäßig großzügig. Der Vertrag hatte die Klausel, daß sich nach 6 Monaten die Zahlungen verdoppeln sollten, falls bis dahin keine Einigung erzielt wurde. Natürlich klappte es nicht

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

so schnell; denn alles mußte ja von der anderen Seite des Atlantik her genehmigt werden. Nach 6 Monaten kam die Währungsreform und man mußte mir tränenden Auges die höheren Beträge in frischer DM bezahlen. Auf diese Weise bin ich mit Hilfe der IBM gut über die Währungsreform gekommen.

Leider interessierte sich die IBM nur für die Patente. Ich wollte aber an der Entwicklung weiterarbeiten, was man mir damals nicht versprechen konnte. Man glaubte eben damals bei IBM noch nicht so recht an die Zukunft des Computers.

Dagegen war die Firma Powers bzw. Remington Rand damals bereit, Entwicklungsaufträge zu geben. Interessant war, daß man sich insbesondere für die mechanische Lösung interessierte, die ich schon vor dem Kriege aufgegeben hatte. Die Elektronikingenieure von Remington befürworteten diese Lösung, um ein "anderes Pferd im Stall zu haben". Ihrer eigenen Elektronik trauten sie um 1950 noch nicht viel zu.

Eines Tages erschien auf dem Dorf auch ein Wagen aus der Schweiz. Professor Stiefel hatte davon gehört, daß nicht nur in USA, sondern auch irgendwo auf einem Allgäudorf solch ein Apparat zu finden sei. Er gab mir eine einfache Differentialgleichung, die ich sofort programmieren und vorführen konnte. Er war vorher zu einer längeren Studienreise in USA gewesen und hatte dort viele schöne Maschinen gesehen, aber keine, die funktionierte.

Es wurde nun ein Vertrag gemacht, um die Z 4 leihweise nach Zürich an die Eidgenössische Technische Hochschule zu geben.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Vorher mußte sie natürlich gründlich überholt und ausgebaut werden.

Die Aufträge von Remington und der ETH Zürich gaben die Basis für den Neuaufbau der Firma. Wir zogen 1949 nach Hessen, dort gründete ich zusammen mit Herrn Stucken und ~~Herrn~~ Eckhardt die Firma ZUSE KG.

Die Z 4 wurde zum ~~neuntenmal~~ sechsten verladen und transportiert. Die Ergänzungen erfolgten in gegenseitiger Absprache mit dem Auftraggeber im wesentlichen nach schon vorhandenen Plänen. Ein wesentlicher Punkt war die Verwendung bedingter Befehle. Den bedingten Befehl hatte ~~an sich~~ schon Babbage gekannt, ohne allerdings ~~seine~~ dessen zahlreichen Möglichkeiten im einzelnen zu untersuchen. Ich ~~selbst~~ hatte bis dahin vor den bedingten Befehl eine gewisse Schranke gesetzt, die ich nicht ohne weiteres überschreiten wollte. Der bedingte Befehl beruht im wesentlichen auf einer Rückwirkung der errechneten Werte auf den Ablauf des Programmes selbst. Bild ... zeigt das Schema einer einfacheren programmgesteuerten Maschine ohne diese Einrichtung. Es werden vom Programmwerk P aus einseitig Befehle an das Rechenwerk R und das Speicherwerk Sp gegeben. Dies entspricht etwa dem Stand Babbage, Z 3, Z 4 (1945). Durch einen einzelnen Draht r, der vom Rechenwerk auf das Programmwerk zurückwirkt, wird das logische Niveau der Maschine entscheidend angehoben. Ist dieser Draht einmal gelegt, so ist das Tor zu einer ~~zunächst~~ nicht absehbaren Entwicklung ~~aufgestoßen~~ weit geöffnet. Ich selbst hatte diese Möglichkeit theoretisch im "Plankalkül", wie ich glaubte, erschöpfend dargestellt. Den Draht zu legen, hatte ich einige Hemmungen. Diese Hemmungen hatten die Amerikaner nicht. Auch waren sie ~~letzten~~ Endes sinnlos.

Wer sie die Amerikaner

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

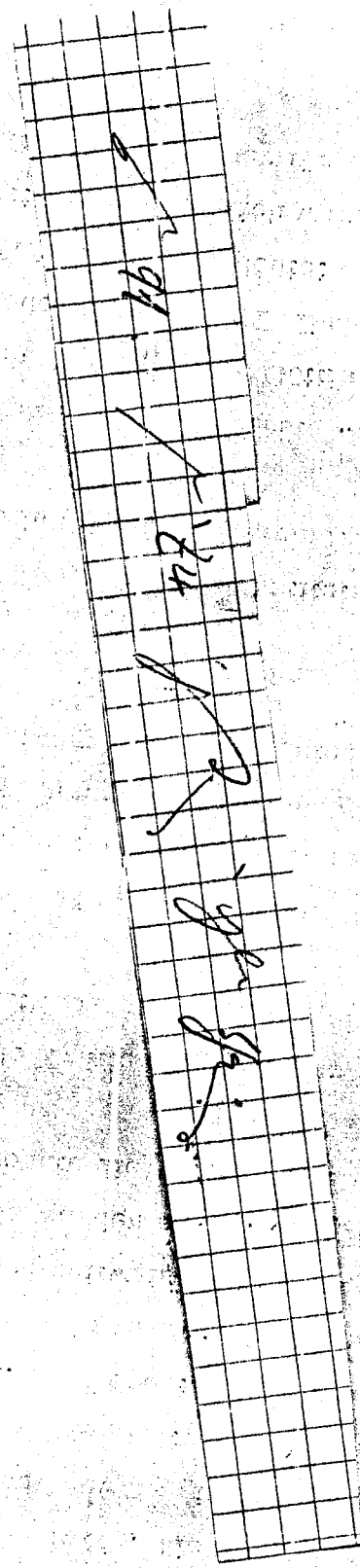
1950 bei der Aufstellung an der ETH Zürich war wohl die Z 4 der einzige in Europa arbeitende Computer. Die feierliche Eröffnung wurde auch entsprechend aufgezogen. Etwa 100 Gäste aus Industrie und Wissenschaft waren geladen. Alles war gut vorbereitet. Die Maschine hatte vormittags ihre einwandfreien Testläufe gemacht. Nachmittags um 16.00 Uhr sollte die Feier stattfinden.

Nach dem Mittagessen (das, wie in der Schweiz üblich, sehr gut war) bockte die Maschine jedoch plötzlich. Sie begann, an den unglaublichsten Stellen Funken zu sprühen. Kurzschlüsse brannten ganze Leitungen durch, nichts funktionierte mehr. Da war großes Rätselraten. Eine Stunde lang hatten wir geschwitzt und versucht, den Fehler zu finden. Schließlich stellte sich folgendes heraus: Die Maschine hatte für Ansprech- und Haltekreise zwei verschiedene Spannungsniveaus: 60 Volt und 48 Volt. Es war ein neuer Umformer in Betrieb genommen, der diese Spannungen lieferte. Leider hatte man eins nicht beachtet: Die Doppelung beim Einschalten des Umformers erfolgte willkürlich, und zwar unabhängig für beide Spannungen. Jetzt konnte an Stellen, an denen sonst nur 12 Volt Spannungsdifferenz herrschten, plötzlich 108 Volt Spannung auftreten. Das konnte nicht gut gehen.

Wir hatten noch eine halbe Stunde Zeit. Der Fehler konnte abgestellt werden, und in aller Eile konnten die durchgebrannten Leitungen ersetzt werden. Um 16.00 Uhr kamen die Gäste und die Vorführung lief einwandfrei. Negativer Vorführeffekt: Der leichte Geruch nach "Elektrischem Braten" konnte durch Lüften beseitigt werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Durch die Aufstellung der Z 4 in Zürich wurde uns das Tor zur Welt geöffnet. Wir konnten zum Teil schon vorhandene Beziehungen zu Schweizer Geschäftsfreunden weiter ausbauen. Das führte schließlich zur Entwicklung einer Serie von Rechenlochern nach der Schweiz, die über eine Zwischenfirma weiter an Remington Rand Schweiz gingen. Das hatte allerdings nichts zu tun mit dem anderen Auftrag von Remington, der über Frankfurt und USA lief. Im Gegenteil. Wir mußten für die Lieferungen, die Remington Schweiz zugute kamen, meine eigenen Patente umgehen, da diese zeitweise an Remington Rand Frankfurt übertragen waren. Es wurden etwa 30 Geräte in Relaistechnik geliefert. Damit konnte die Firma aufgebaut werden.

Jetzt mußten alle Kräfte an den Aufbau der Firma gesetzt werden. Für wissenschaftliche Arbeiten war nicht mehr viel Zeit.

Inzwischen waren wir auch nicht mehr die einzigen, die in Deutschland Computer entwickelten und bauten. Die deutsche Elektroindustrie sah allerdings zunächst noch eine beträchtliche Weile zu, ehe sie sich in das Abenteuer der Elektronenrechner einließ.

Aber an mehreren deutschen Instituten wurden Elektronenrechner entwickelt, so in Göttingen, Darmstadt, München und Dresden.

Gut entsinne ich mich an die erste Einführung einer Speichertrommel durch Dr. Billing in Göttingen. Ich muß ehrlich zugeben, daß ich die Bedeutung dieser Erfindung nicht klar erkannte. Wenn man selber Erfinder ist, bedeutet das nicht, daß man auch seine Kollegen versteht. Tatsächlich war die Trommel auf Jahre hinaus der wirtschaftlichste Speicher für elektronische Rechenmaschinen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

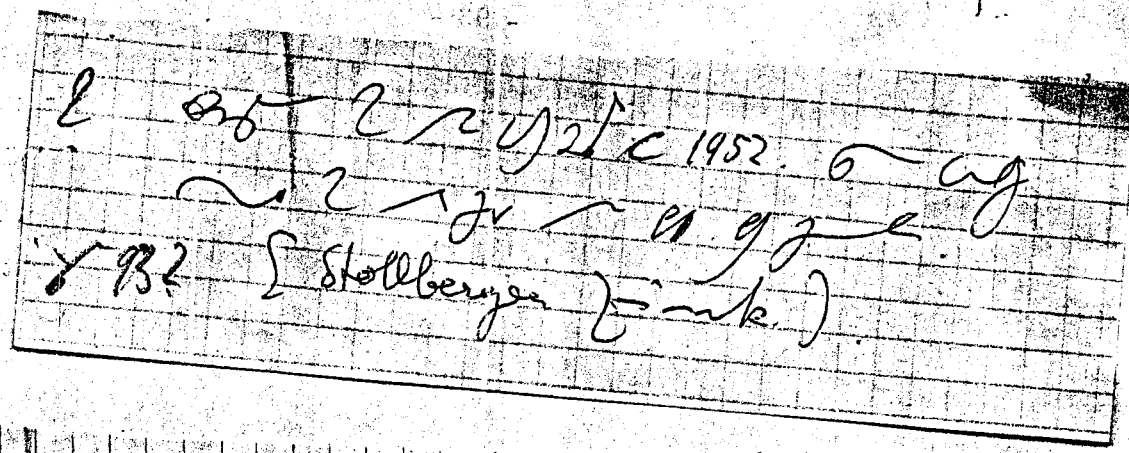
Auch heute noch hat sie Bedeutung. Billing war allerdings nicht der einzige, der sie erfunden hatte. Etwa gleichzeitig hatte Aiken Trommeln eingeführt, und außerdem ~~waren die~~ erwarben Patentanmeldungen von Dr. Dirks ~~da Dirks~~ der hatte sich gerade noch rechtzeitig die Taktspur auf der Trommel schützen lassen. ~~Dem Laien will ich versuchen, sie zu erklären~~ (Bild ...).

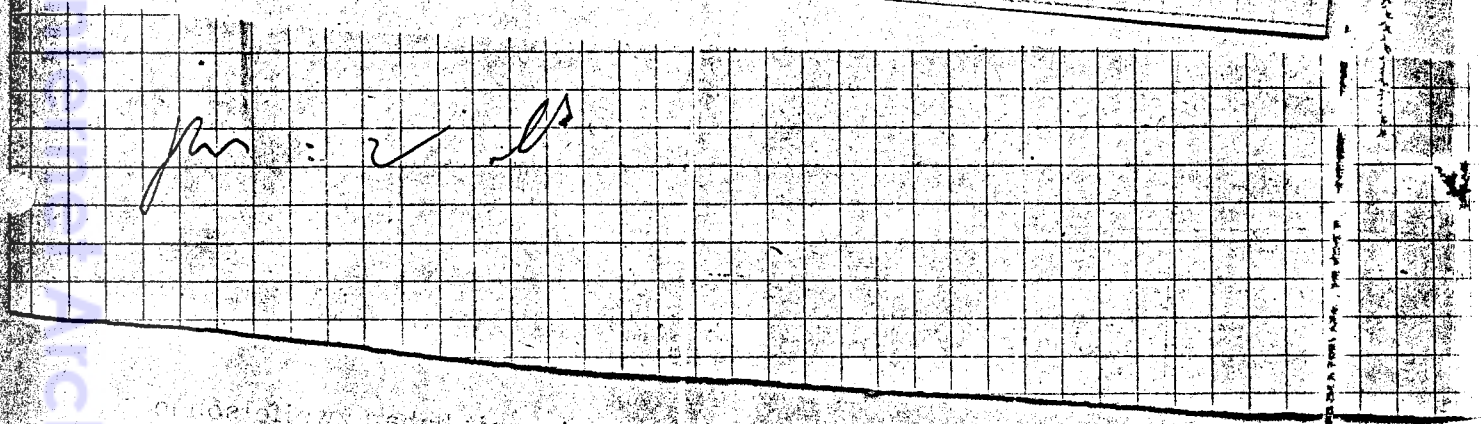
Die Trommel besteht aus einem rotierenden Zylinder Z mit einer magnetischen Schicht. Diese Schicht ist in einzelne Spuren S mit je einem Schreib- bzw. Lesekopf K eingeteilt. Es kommt nun sehr darauf an, daß die einzelnen Informationen (Bits) genau richtig getaktet auf die Rechenmaschine übertragen werden. Das läßt sich erreichen, indem man eine besondere Spur T, die Taktspur, mit einer festen Taktmarkierung versieht, welche den Rhythmus für die Schreib- und Lesevorgänge der eigentlichen Speicherspuren angibt. Mit dieser unscheinbaren Einrichtung erreichte Dirks aber eine Schlüsselposition. Es ist schwierig, die Taktspur bei der Trommel zu umgehen. Die entsprechende Patentanmeldung war lange im Verfahren, heiß umkämpft, und das Patent wurde schließlich erteilt. Dirks gehört zu den wenigen glücklichen Erfindern, denen es gelungen ist, im wesentlichen nur mit Patentanmeldungen reich zu werden.

Die Schutzrechte von Dirks (das angeführte Beispiel ist nur ein kleiner Teil eines ganzen ~~Patentes~~ Paketes) ~~waren~~ sind auch im wesentlichen die einzigen, die auf dem Computersektor ausgespielt worden sind. Im übrigen herrscht eine erhebliche Unklarheit auf diesem Gebiet. Keiner traut sich, dem anderen wehe zu tun, da er nicht weiß, was der andere hat. Die Geschichte meiner wichtigsten Anmeldung habe ich bereits erzählt. Immerhin hatte das 26 Jahre währende Verfahren die Wirkung einer gewissen Abschirmung gegen Angriffe anderer, ~~da~~ denen niemand wußte, wie ein Patentstreit ausgehen würde.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse





Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Das in Göttingen entwickelte Gerät G 1 war die erste deutsche funktionierende elektronische Rechenmaschine. Etwas später wurde das Gerät Perm an der Technischen Hochschule in München in Betrieb genommen. Im Institut für praktische Mathematik von Professor Walther in Darmstadt wurde die DERA entwickelt.

Zahlreiche solcher Institutsentwicklungen gab es im Ausland: An der ETH Zürich wurde die inzwischen historisch gewordene Z 4 durch eine eigene elektronische Entwicklung, die ERMETH abgelöst. Die Z 4 ging nach fünfjähriger Betriebszeit an das Deutsch-Französische Forschungsinstitut St. Louis in Frankreich, wo sie noch weitere fünf Jahre ihre Pflicht tat.

Diese Entwicklungen aus der Pionierzeit haben zweifelsohne viele anregende Ideen gebracht. Allerdings kann man darin auch ein Versagen der Industrie sehen, die nicht rechtzeitig die Möglichkeiten dieser Entwicklung erkannte. Man sah in diesen Geräten lange ~~noch lediglich eine~~ interessante Spielereien. Außerdem, welche Industrie war zuständig? Eigentlich doch die Rechenmaschinenindustrie. Außer der Lochkartenindustrie tat man hier aber zunächst gar nichts, ~~man hatte ja seit Babbage geschlafen~~. Die Elektroindustrie war erst interessiert, als sich herausstellte, daß die Technologie der elektronischen Computer ~~als solche~~ gute Zukunftsaussichten hatte.

Zum Teil ist es dabei auch zu guter Zusammenarbeit zwischen den Forschungsinstituten und der Industrie gekommen, insbesondere in England und Holland, weniger in Deutschland. Wir von der ZUSE KG hatten etwas andere Vorstellungen über eine Zusammenarbeit als die Wissenschaftler. Das lag vielleicht an den grundsätzlich verschiedenen Auffassungen. Außerdem

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ist der deutsche Wissenschaftler oft zu wenig auf praktisches, industrielles und geschäftliches Denken eingestellt und lebt nur seiner Idee. Wenigstens hatten wir diesen Eindruck. Vielleicht kann man scherzhaft sagen: "Den ~~Herren~~ deutschen Professoren fehlen die gesunden Raubtierinstinkte."

Mit fortschreitender Zeit

~~Langsam~~ wurde die Idee des Computers ~~auch~~ gesellschaftsfähig und zum Gegenstand von Vorträgen auf wissenschaftlichen Tagungen. Die Sache war neu und begeisterte die jungen Menschen. ~~Im allgemeinen~~ In der Regel ging es nur um die reinen Zahlenrechnungen. Aber es hatte sich ja doch schon herumgesprochen, daß mehr dahinter steckt. Die Journalisten hatten das Schlagwort vom Elektronengehirn in die Welt gesetzt. Ich habe dann manchmal den Kopf geschüttelt, wenn auf den Tagungen gelehrte Leute, die auf ihrem Gebiet zweifelsohne Kapazitäten waren, zu diesem Thema sprachen. Hatten sie denn darüber überhaupt schon ernsthaft nachgedacht? Daß sie die Journalisten beruhigten, war ja in Ordnung; aber sie glaubten selber daran, daß die Rechenmaschinen nur ganz harmlose Geräte seien. Mich selbst fragte niemand, da ich ja nicht einmal ~~einen~~ den Doktortitel hatte.

Auf einer Tagung hielt jemand einen Vortrag über die Frage: "Kann eine Rechenmaschine Schach spielen?" Er wies haarscharf nach, daß dies nie möglich sein würde. Er ging dabei von der Vorstellung aus, daß eine Maschine unbedingt optimal spielen müßte. Dazu sei aber die Zahl der verschiedenen Spielvariationen viel zu groß, was er durch die Regeln der Kombinatorik usw. natürlich leicht nachweisen konnte. Das war ein gefundenes Fressen für mich, meine Entgegnung: "Wie kommen Sie denn überhaupt dazu, von der Maschine mehr zu verlangen, als vom Schachweltmeister? Warum muß denn die Maschine optimal spielen?" Anschließend eine interessante Diskussion. Mein Gegenüber war Herr Fromme. Wir wurden daraufhin

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

gute Freunde. Herr Fromme wurde später wissenschaftlicher Leiter der ZUSE KG. Er gehörte zu den unermüdlichen, regen Geistern, die nicht zu bremsen sind. Oft war ich später mit ihm unterwegs. Nach stundenlangen Diskussionen mit Kunden und Fachkollegen war ich froh, endlich abends um 23.00 Uhr schlafen zu können. Er aber suchte dann noch den örtlichen Schachklub auf und spielte dort bis 3.00 Uhr morgens. Diese Überbeanspruchung rächte sich dann eines Tages. Von einer seiner Dienstreisen kam er nicht mehr lebend zurück.

Manchmal bedeutet es mehr Pech als Glück, der erste mit gewissen Ideen zu sein. So ging es mir mit meinem Plankalkül. Viel zu früh hielt ich auf der Tagung 1948 in Göttingen einen Vortrag über ein ~~Kapitel~~ Thema, das heute mit "symbolischen Rechnungen" bezeichnet wird.*) Eine kurze Veröffentlichung im "Archiv für Mathematik" folgte. Die Sache verpuffte jedoch völlig. Erst viele Jahre später wurden diese Probleme aktuell. So haben die symbolischen Rechnungen heute große Bedeutung, nachdem sie von USA aus in Europa eingeführt wurden. Vor ein paar Jahren fand z. B. in Pisa eine eigene Tagung zu diesem Thema statt, von der ich allerdings erst hinterher erfuhr.

Das übergeordnete Problem der Programmiersprachen wurde ebenfalls erst später durch Schaffung der Programmiersprachen FORTRAN und ALGOL aktuell. Sachlich entsprangen sie grundsätzlich der gleichen Aufgabenstellung wie der Plankalkül, aber aus einer ganz anderen Situation heraus. Während der Plankalkül als rein theoretische Arbeit am Schreibtisch entstand, waren die neuen Sprachen auf Tagesprobleme zugeschnitten. Trotzdem

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

war alles Wesentliche auch schon im Plankalkül vorhanden, leider aber nicht veröffentlicht. Das Manuskript lag zwar verschiedenen Herren, die an Algol arbeiteten, vor; aber inzwischen war ich zum Unternehmer geworden und hatte keine Zeit mehr, mich mit diesen Dingen intensiv zu befassen und Veröffentlichungen vorzubereiten. Außerdem wollte ich ja Maschinen verkaufen und meine Kunden nicht dadurch verärgern, daß ich ihnen meine alten Prioritäten vor die Nase hielt.

Eine zeitlang glaubte ich dann auch, daß der Plankalkül eine zwar interessante Entwicklung war, aber jetzt zur Geschichte gehöre und durch die modernen Sprachen abgelöst sei. Betrachtet man die heutige Situation, so kann man allerdings eher das umgekehrte behaupten: Der Plankalkül war von vornherein als universelle Sprache angelegt, die jeder Situation des allgemeinen Rechnens gewachsen ist. Die heute üblichen Formelsprachen wurden jedoch zunächst hauptsächlich auf das Zahlenrechnen abgestellt, dies war vor zehn Jahren gerechtfertigt. Heute erfassen wir jedoch die volle Breite des allgemeinen Rechnens mit unseren Computern. Beim Studium der kaum noch zu übersehenden heute eingeführten Programmiersprachen und Formelsprachen muß ich leider feststellen, daß der Plankalkül bis jetzt die einzige Sprache ist, die diesen Ansprüchen genügt. Der Laie wird nun sagen: "Also dann führen wir ihn doch ein." So einfach ist das aber nicht. Die anderen Sprachen sind bereits derartig fest eingespielt, daß ein Wechsel sehr schwierig ist. Hinzu kommen psychologische Hemmungen. Die hohe Präsidentschaft des Algol ist eine internationale Vereinigung, was entsprechende Konsequenzen hat. Auf dem Wege der Ablösung der heutigen Sprachen durch eine neue ist das Problem auch nicht zu lösen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

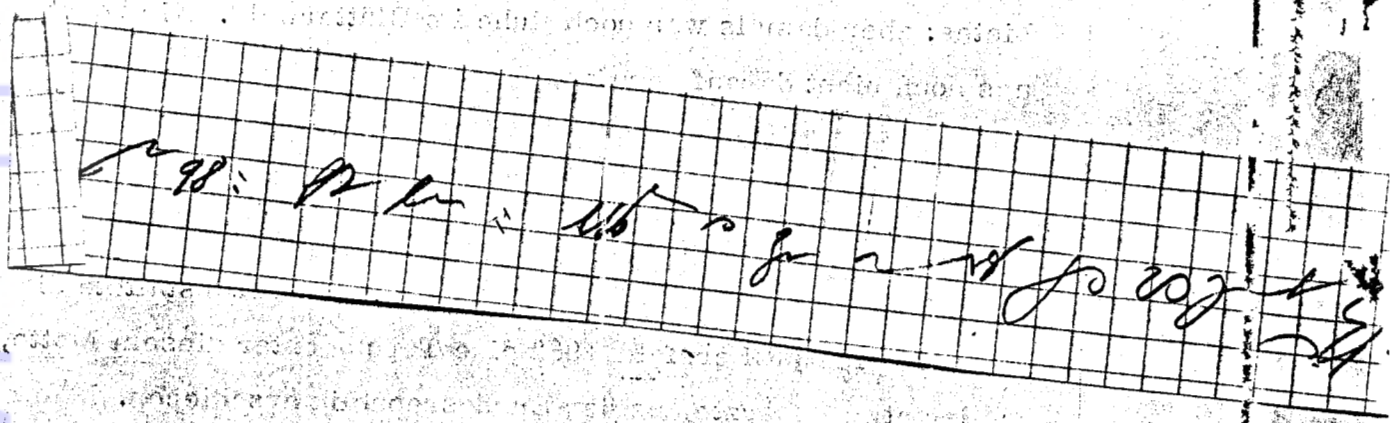
Wie schon gesagt, ~~Überhaupt~~ das Thema "zu früh". Ideen müssen zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Weise in die Praxis umgesetzt werden. Zu früh führt zu Mißerfolgen, zu spät bedeutet verpaßte Gelegenheit.

Aus eigener Sicht verfüge ich da leider über manche bittere Erfahrung: Der ganze Plankalkül kam zu früh. Als die Zeit für algorithmische Programmiersprachen reif war, war aber der Einfluß der amerikanischen Entwicklungen und der numerischen Probleme zu groß. Jetzt ist es vielleicht zu spät bzw. immer noch zu früh für den Plankalkül.

Bereits 1955 machten mein damaliger Teilhaber, Herr Stucken und ich der KLM Vorschläge, Computer für ein Platzbuchungssystem einzuführen. Die Antwort war typisch: Ein Computer könne nie die Arbeit der jetzigen Platzreservierer ersetzen. Diese kennen einen großen Teil ihrer Kunden sehr gut und auch ihre Gewohnheiten, grundsätzlich zu viele Plätze zu buchen. Daher wären alle Flüge übergebucht. Der Computer könne aber nur pedantisch genau buchen. Eine Gesellschaft, die aber nicht überbucht, habe fast immer einige Plätze frei und läge somit unterhalb der Rentabilitätsgrenze. Damals ging es bei den Fluggesellschaften noch verhältnismäßig gemütlich zu. Heute ist die Arbeit ohne Computer nicht mehr zu bewältigen. Tatsächlich treten aber die damals vorausgesagten Erscheinungen heute auf. Das Problem der Überbuchungen und Doppelbuchungen auf mehrere Flüge wird von den heutigen Platzbuchungssystemen noch nicht gelöst. Es wäre sehr teuer, dies alles mit dem Computer zu erfassen. Eines Tages wird es aber aus Rentabilitätsgründen nötig sein.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Das Thema Biologie und Kybernetik ist heute hochmodern. Der Informationsbegriff hat in der Vererbungswissenschaft Fuß gefaßt. Schon 1958 beantragte der Biologieprofessor Helmcke in Berlin ein Gerät Z 22 zur Erfoschung dieses Gebietes; aber damals war noch Ruhe im Blätterwald. Wir konnten uns noch nicht darauf berufen, daß die Amerikaner uns mehrere Jahre vorauswären.

"Der Computer in der Medizin". Auch dieses Schlagwort kommt heute von der USA zu uns herüber. Leider zu früh veranstaltete die ZUSE KG in Bad Hersfeld 1962 eine Tagung unter diesem Motto, zu der etwa 80 Ärzte aus der Bundesrepublik erschienen. Man war sehr zurückhaltend, und es führte noch zu keinem Erfolg.

1962 machte ich einem Teppichfabrikanten den Vorschlag, die sehr schwierige Mechanisierung des Weges vom Entwurf des Künstlers bis zum fertigen Teppich dadurch zu lösen, daß der Entwurf des Musters in den Automationsprozeß mit einbezogen wird. Es lief auf das hinaus, was heute unter dem Namen "Computer Grafik" in großem Stil wiederum hauptsächlich von USA aus propagiert wird.

Nun noch einiges über die weitere Entwicklung der ZUSE KG. Unser erster deutscher Auftraggeber war die Firma Ernst Leitz in Wetzlar. Die optischen Werke hatten immer schon große Rechenbüros. An der Berechnung eines Objektivs saß oft ein Dutzend Rechner mehrere Jahre.

Wir entwickelten und lieferten an die Firma Leitz das Gerät Z 5, welches das letzte Modell in der Reihe der großen Relaisrechengeräte darstellt. Es war teils eine Verbesserung, teils eine

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Verschlechterung gegenüber der Z 4. Es arbeitete zwar sechsmal so schnell wie die Z 4, war jedoch in bezug auf den Befehlscode nicht so elegant gelöst. Es stellte sich nicht als sinnvoll heraus, diesen Weg der großen Relaisrechner weiterzuverfolgen. Geschwindigkeit konnte nur noch durch Elektronik gewonnen werden.

Auch bei der Z 5 gab es interessante Geschichten aus der Pionierzeit der Computer. An der ETH in Zürich hatte man die Z 4 soweit getrimmt, daß sie nachts ohne Aufsicht durchlief. Auf diese Weise war endlich in Zürich auch einmal nachts etwas los. Es war ein eigenartiges Gefühl, nachts um drei Uhr in die völlig menschenleere ETH zu gehen und dann im obersten Stock die Z 4 rattern zu hören. Die Z 4 war ja noch lochstreifengesteuert, hatte mechanisch bewegte Teile, so daß man auch etwas davon hatte, wenn man ihr zusah oder zuhörte. Stolz erzählte ich hiervon auf einer wissenschaftlichen Tagung, worauf die Herren der Firma Leitz verlangten, daß die Z 5 das auch können müßte. Ich weigerte mich aber, irgendeine Garantie für einwandfreies Arbeiten zu geben. Die Diskussion ging hin und her, schließlich baute man aus Sicherungsgründen Rauchmelder ein und ließ die Maschine durcharbeiten. Tragisch war nur ein Umstand: Die Firma wollte fortschrittlich sein und als Stromquelle nicht, wie die ETH, einen Umformer mit beweglichen Teilen, sondern einen eleganten Transformator mit Gleichrichter verwenden. Das ging auch gut; jedoch hatte man eins nicht bedacht: Mitten in der Nacht führen die Elektrizitätswerke manchmal Umschaltungen durch, die für mehrere Millisekunden die Spannung abfallen lassen. Normalerweise merkt man das überhaupt nicht. Wenn bei der Rechenmaschine jedoch nur ein

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

einziges Relais in diesem Moment unvorschriftsmäßig abfällt, so kann die ganze weitere Rechnung falsch sein. Das passierte nun leider sehr oft, und diese Fehler waren von denen des echten Versagens der Z 5 nicht zu unterscheiden. Heute sind derartige Erscheinungen natürlich bei Computern weitgehend ausgeschlossen. Die Stromversorgungsanlagen sind hiergegen ~~weitgehend~~ gesichert.

Und noch eine Erscheinung aus der Pionierzeit: Die Z 5 war aus Gründen der Sicherheit im Keller aufgestellt. Irgendwelche traumatische Erinnerungen an die Bombenzeit hatten dazu Veranlassung gegeben. Eines nachts war ein schweres ~~Gewitter~~ Unwetter in Wetzlar, die Keller der Firma Leitz wurden 10 cm hoch mit Wasser überflutet. Die Werksfeuerwehr war aber sehr tüchtig und hatte in zwei Stunden alles wieder weggepumpt. Morgens war nichts mehr zu sehen. Leider bockte aber in der Folgezeit die Maschine auffallend häufig. Zuerst wurde natürlich auf die Firma Zuse geschimpft. Schließlich stellte man dann fest, daß in der Unwetternacht einige unter dem Boden verlegte Kabel feucht geworden waren und Kurzschluß bekommen hatten. Eine ähnliche Geschichte hatte ich einmal aus USA gehört. Angeblich haben dort einmal Ratten die Kabel eines Computers angefressen.

Kleinere Relaisrechengeräte ~~sind~~ waren noch weiterhin durchaus sinnvoll. Der Aufbau der Firma erfolgte, wie schon gesagt, durch die Aufträge auf die Serie von Rechenlochern nach der Schweiz. Aber diese Entwicklung wurde eines Tages von jenseits des Atlantik her gestoppt. Damit war der Firma zunächst der Boden für weitere Entwicklungen entzogen. Meine beiden Teilhaber schieden dann auch nacheinander aus. Herr Eckhardt ging zur Firma Siemag, Herr Stucken nach Brasilien.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

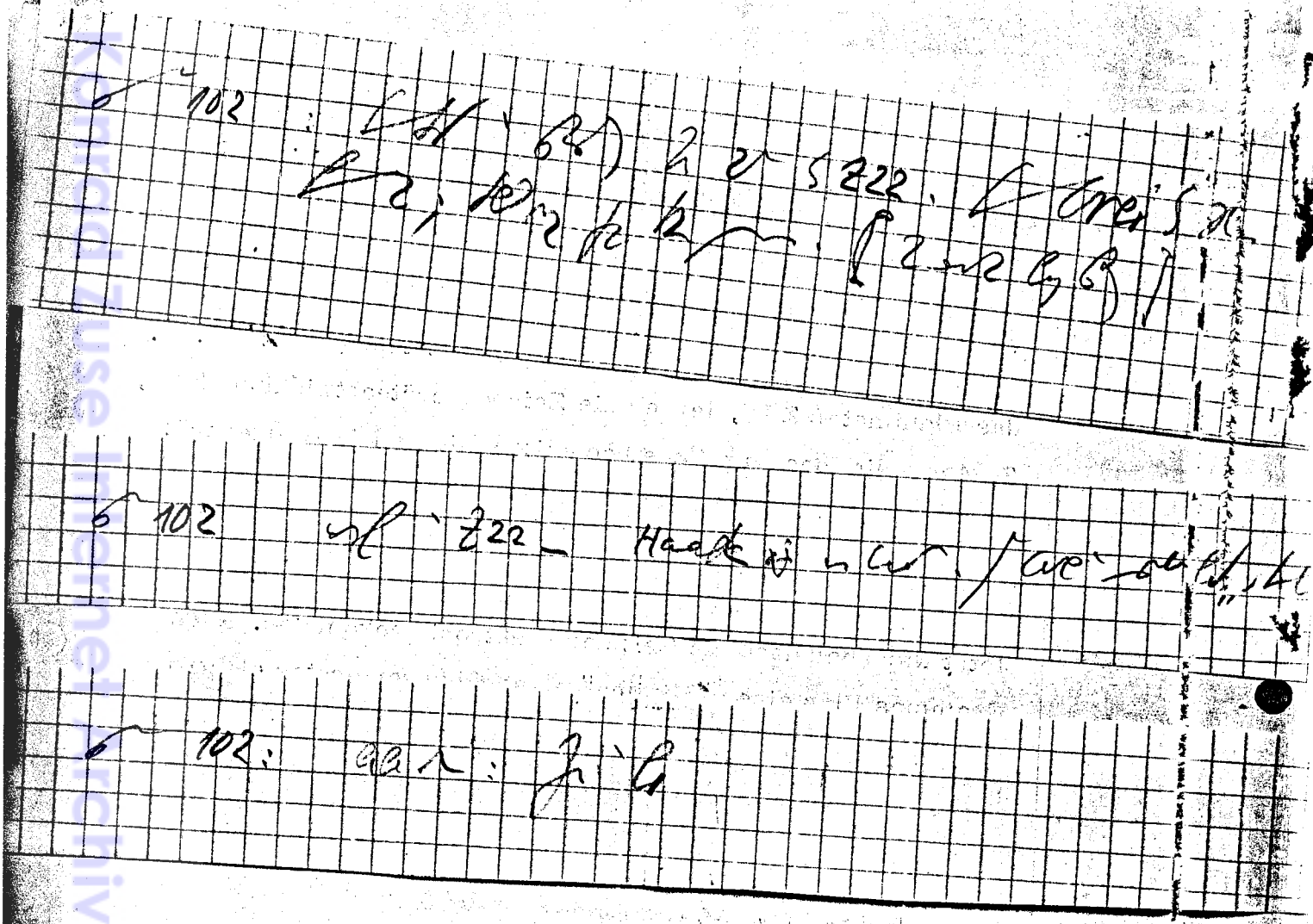
Aber noch war die Relaisrechenmaschine nicht ganz abgeschrieben. Ein kleines Relaisgerät Z 11 konnte teils nach Plänen von Herrn Seiferts, München, und teils nach den alten Plänen des Spezialgerätes für Flügelvermessung aus dem Kriege entwickelt werden. Seiferts war Beamter der Flurbereinigung und hatte für die dort vorliegenden täglichen Aufgaben ein Spezialgerät entwickelt. Dieses Gerät fand guten Anklang, nicht nur in der Flurbereinigung, sondern auch in der Landesvermessung, in der optischen Industrie usw. Noch heute ist ein Teil dieser Geräte in Betrieb. Natürlich ist die Technologie inzwischen veraltet. Aber die Geräte sind sehr handlich zu bedienen und erfordern nur geringen Aufwand für ihre Inbetriebhaltung.

Diese lange Lebensdauer der Z 11 - Geräte brachte uns einmal in einige Verlegenheit. Anläßlich der Lieferung einer größeren Anlage versprachen wir außerdem noch großmütigerweise einer Ingenieurschule eine Z 11 als Geschenk. Wir glaubten, daß diese "alten Klamotten" im nächsten Jahr in einigen Exemplaren von den Kunden gegen Austausch moderner elektronischer Geräte zurückerworben werden könnten. Als der versprochene Liefertermin aber herankam, verfügten wir leider über keine einzige gebrauchte Z 11, da alle Kunden sie behalten wollten. Um unser Versprechen zu halten, waren wir also gezwungen, mühselig noch vorhandenes Material zusammenzusuchen und ein Gerät nachzubauen. (Die Serienfertigung des Gerätes war selbstverständlich schon lange gestoppt.)

Insbesondere aus dieser Verbindung mit der Flurbereinigung, dem Vermessungswesen und der Geodäsie allgemein ergaben sich weitere Entwicklungen, die wir ~~meistens~~ oft in sehr engem Kontakt

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

mit unseren Kunden durchführten. Als ein besonders hervorzuhebendes Beispiel möchte ich Herrn Dr. Dr. Lang, Wiesbaden, nennen, der immer wieder neue Ideen hatte, die Flurbereinigung zu automatisieren. Hieraus entstanden später z. B. das Planimeter Z 80, ferner die Zeichengeräteentwicklung Z 60, Z 64 und die Idee zum Codetheodoliten mit dem Auswertegerät Z 84. Als kleine Firma konnten wir uns den Kundenwünschen besser anpassen, als dies einer großen Firma möglich ist.

Jetzt war aber doch die Zeit der Elektronik gekommen. Nach Frommes Plan einer "Minima" entstand unser erstes elektronisches Gerät Z 22. Es war allerdings nicht mehr ganz eine Minima. Zum großen Ärger von Herrn Fromme, hatte Herr Dr. Güntsch, damals TU Berlin, einige Möglichkeiten eleganter Adressenumrechnung mit hereingeschmuggelt. Frommes Minima konnte das auch ohne Sonderbefehle.

Die ersten Kunden waren Professor Haack in Berlin und Professor Cremer in Aachen. Damals konnten wir noch manches unserer Geräte ohne eine kostspielige Vertriebsorganisation verkaufen. Ich entsinne mich noch an das Verkaufsgespräch in Aachen. Professor Cremer erzählte mir erst eine Stunde lange Geschichten über seinen Ärger mit dem Amtsschimmel an der Technischen Hochschule. Ich saß brav dabei und nickte nur immer zustimmend mit dem Kopf, ohne selber ein Wort zu sagen. Schließlich meinte er: "Ja also mit Ihrer Maschine, das machen wir nun so und so, ich kann da die und die Gelder bekommen usw." Innerhalb weniger Minuten war das eigentliche Geschäft abgeschlossen.

Bis dahin waren Hochschulen und Universitäten sehr mangelhaft mit Mitteln versehen, um Elektronenrechner anzuschaffen. Wir

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

103 [illegible] ER - SIE

„[illegible]"

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

waren daher bemüht, die Preise niedrig zu halten, um solchen armen Würstchen, wie den deutschen Wissenschaftlern, doch noch zu ihrem Spielzeug zu verhelfen. Das änderte sich jedoch schlagartig, als eines Tages die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit erheblichen Mitteln ausgerüstet war und in größerem Umfang Elektronenrechner bestellen konnte.

Jetzt waren plötzlich mehrere Millionen bereitgestellt. Die Sache wurde also auch für die Großindustrie interessant. Es wurden Aufträge auf je drei Großgeräte an die Firmen Siemens (2002), Telefunken (TR 4) und Standard Elektrik (ER 56) und auf drei kleine Geräte (Z 22) an die ZUSE KG vergeben.

Jedoch war das nur der Anfang, es folgten weitere Aufträge. Gerade die Z 22 war bei den Wissenschaftlern sehr beliebt wegen der großen Flexibilität ihrer Programmierungsmöglichkeiten. Es war dies die schöne Pionierzeit, als die Kunden großen Wert darauf legten, möglichst alles selbst zu programmieren. Das eigentliche "Software-Problem" war noch nicht aktuell. Im Anfang kamen wir in der Firma praktisch noch ohne eigene Mathematiker aus. Besonders die Optiker waren eifersüchtig darauf bedacht, ihre Formeln geheimzuhalten; obwohl sie fast alle nach den Grundsätzen gleichen Formeln nur in verschiedener Abwandlung rechneten.

Wir fanden damals Eingang an fast allen deutschen Hochschulen und Universitäten. Tragisch war, daß unsere verhältnismäßig kleinen Geräte nur als Appetitanreger dienten. Die Aufgaben wuchsen bald so schnell, daß immer schnellere und leistungsfähigere Geräte verlangt wurden. Der Appetit kommt beim Essen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

und nicht mehr die Hochschule sondern auch das Land, das sie angehört.

Heute repräsentiert die Rechenanlage einer Hochschule gewissermaßten die ganze Hochschule selbst. Das Prestige spielt mit eine Rolle. So sprechen auch bei der Frage "Eine Großanlage oder mehrere kleine Anlagen?" oft außersachliche Gründe eine erhebliche Rolle.

Tatsächlich kann auch heute diese Frage noch nicht ~~kx~~ eindeutig in der einen oder anderen Richtung beantwortet werden. Ein typisches Beispiel für den Einsatz mehrerer kleiner und mittlerer Rechner bildet Berlin; aber dort befindet sich außerdem das Hahn-Meitner-Institut mit zwei Großrechenanlagen. In USA sind die Computer derartig verbreitet, daß an jeder Universität mehrere Anlagen stehen, eine oder mehrere große und eine Anzahl kleinerer. Deswegen ist es auch falsch anzunehmen, daß die heute modernen großen Vielfachzugriffsysteme (time sharing Anlagen) die Lösung für alle Probleme etwa einer Hochschule darstellen.

Bekannt ist die Ablösung der Röhre durch den Transistor. Das Gerät Z 23 war eine Weiterentwicklung der Z 22 in Transistortechnik. Hier zeigte sich erstmalig das Problem der Programmkompatibilität. Logisch waren die Maschinen grundsätzlich ähnlich aufgebaut. Es wäre natürlich ein ideales Ziel gewesen, die Programme der Z 22 für die Z 23 weiterverwenden zu können. Tatsächlich hätte man dann aber auf einige wichtige Neuerungen bei der Z 23 verzichten müssen.

Dieses Problem der Kompatibilität wird heute erst in seiner ganzen Bedeutung richtig erkannt. So werden heute nicht mehr einzelne Geräte, sondern ganze Rechnerfamilien entwickelt, die miteinander austauschbare Baugruppen haben und in ihren Programmen bis zu einem gewissen Grade kompatibel sind. Das erklärt unter anderem den ungeheuren Aufwand, der heute zur Entwicklung einer solchen Familie erforderlich ist.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Z 23 stellte einen gewissen Abschluß der Reihe der Elektronenrechner mit großer logischer Beweglichkeit (sogen. Analytiker-Code) dar. Untersuchungen, dieselben Schaltungen in Megahertztechnik aufzubauen, führten zu keinem positiven Ergebnis. Heute wird mehr die schnelle Kurzwortmaschine bevorzugt, die durch ihre Schnelligkeit mit mehreren Befehlen mitunter mehr erreicht, als die logisch hochgezüchtete Maschine mit einem eleganten Befehl.

Eine tragische Seitenentwicklung war allerdings noch die Z 31. Bei Beginn der Konstruktion hatten wir ziemlich klare Vorstellungen von ihrer Aufgabe: Es sollte, im Gegensatz zu unseren bisherigen ziemlich hochgezüchteten wissenschaftlichen Maschinen eine kleine, hauptsächlich für kommerzielle Zwecke einzusetzende Maschine sein, die nur wenig kostet und in großer Stückzahl gebaut werden kann. Hier zeigte sich aber, daß die Tradition der Zuse KG zu sehr auf den anderen Maschinentyp eingestellt war, sowohl in der Konstruktion als auch in der Kalkulation. Die Ingenieure waren nicht zu bremsen, die Maschine wuchs und wuchs, bis ein sehr schönes und leistungsfähiges Gerät entstand, das aber seinem Charakter nach in die gleiche Klasse gehört wie die Z 23. Selbstverständlich konnten wir nun nicht für zwei ähnliche Maschinen die gesamte Software (Algolübersetzer usw.) erstellen. So wurde die Maschine nur in einigen Spezialfällen eingesetzt, z. B. in der Schiffbautechnischen Versuchsanstalt in Hamburg, wo man über die Maschine des Lobes voll war. In einer langen Diskussion versuchten unser Kunde, Herr Alef, uns die Vorzüge dieser Maschine in allen Farben zu schildern, während unsere eigenen Leute die Nachteile herausstellten. Auch so verlaufen manchmal Diskussionen zwischen Kunde und Lieferant. Aber die erwähnten nüchteren Gründe verboten uns, diese Entwicklung weiterzuverfolgen. Als Kurzwortmaschine brachten wir dann die Z 25 heraus.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

od 6, 21 8

[illegible]

Z 70

Graphomat.

[illegible]

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Über die Entwicklungen Z 11, Z 22, Z 23 konnte sich die Firma verhältnismäßig schnell entfalten, vielleicht etwas zu schnell für einen gesunden Wachstumsprozeß. Schließlich war der Betrieb ja aus einer kleinen Werkstatt mit laborartigem Charakter hervorgegangen.

Die Geschäftsleitung lag in dieser Zeit in den Händen der Herren Brandes, Baeumler und Dr. Bodo. Sie alle und die immer steigende Zahl der weiteren Mitarbeiter trugen dazu bei, daß wir eine zeitlang in Deutschland als Konkurrent Nr. 1 der IBM galten.

Es wurden nicht nur neue Geräte entwickelt, sondern auch neue Märkte erschlossen. So konnten wir sehr gut im Ostblock, insbesondere in der Tschechoslowakei, Fuß fassen. Für unsere Kunden waren wir nicht nur Lieferanten, sondern es bildete sich ein Verhältnis echter Freundschaft heraus. Dieser Geist ist noch heute in der "Zuse-Benutzer-Gemeinschaft" erhalten geblieben, die jährlich im Herbst ihre Tagung in Bad Hersfeld abhält.

Das schnelle Wachstum der Firma brachte aber auch viele ernste Probleme mit sich: Der Aufbau der Belegschaft mit ihren verschiedenen Abteilungen, die Beschaffung der Arbeitsräume, das Aufziehen einer Vertriebsorganisation, einer Service-Organisation und schließlich die Finanzierung.

Immer weniger Kunden waren bereit, Vorauszahlungen zu leisten. Immer mehr Kunden wollten die Maschine mieten. Die Kosten der Entwicklung stiegen immer höher und schließlich kam noch ein Problem hinzu, das von den Pionieren wohl

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

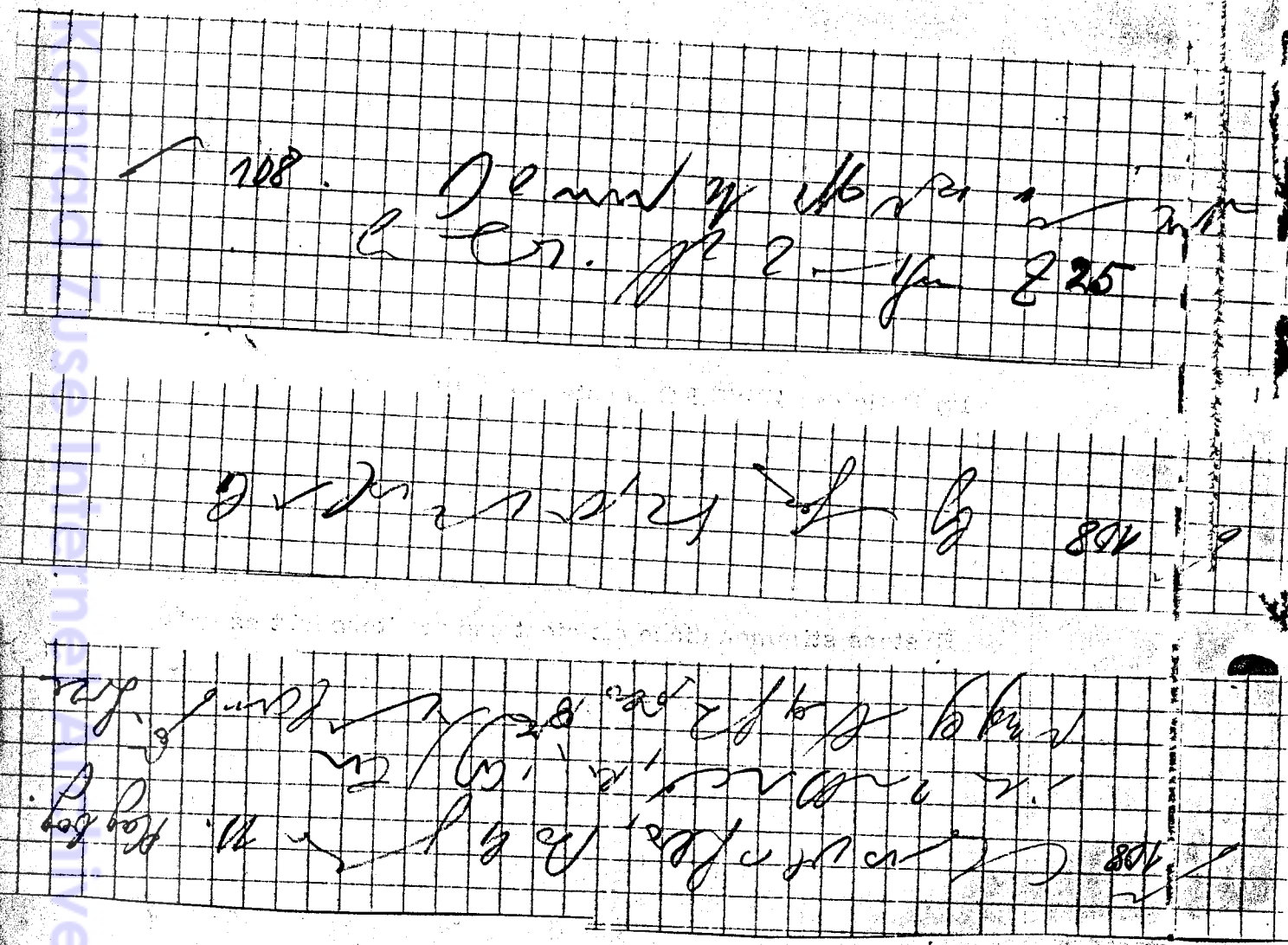
keiner in seinem vollen Umfang vorausgesehen hatte: das Softwareproblem. Dieses schöne amerikanische Schlagwort, welches im Gegensatz zur Hardware gebildet wurde, machte bald der gesamten Computerindustrie erhebliche Sorgen. Die Zeiten waren vorbei, wo der Kunde ehrgeizig bemüht war, seine Programme selbst zu schreiben. Für immer mehr Aufgaben verlangte der Kunde die Mitlieferung der Programmierung. Die Entwicklung von Geräten erforderte nicht nur die Entwicklung der Hardware, sondern auch die einer kostspieligen Software in Form von Betriebssystemen, Compilern usw. Alle diese Kosten gehen schnell in die Millionen und können von einer kleinen Firma nicht allein aus den Erlösen heraus aufgebracht werden. Es war schwierig, überhaupt Kredite zu bekommen. Die großen Banken weigerten sich sogar, sichere Mietaufträge vorzufinanzieren. Jedoch waren einige kleinere Banken bereit, das Risiko zu übernehmen. Daraus ergab sich einerseits die Möglichkeit weiteren Ausbaus, andererseits aber auch eine wachsende Verschuldung. Zuschüsse seitens Regierungsstellen für Computerentwicklung gab es damals noch nicht.

Trotzdem bestand eine kurze Zeit die Möglichkeit, die so aufgebaute Firma mit gutem Profit zu verkaufen. Wer jedoch die vorherige Geschichte der Firma mit Interesse gelesen hat, wird es verstehen, daß ich zögerte, diesen Schritt zu gehen. Die Geschichte vom alten Familienunternehmen bringt ein etwas romantisches und unsachliches Moment in die entsprechenden Überlegungen. Man spricht sehr viel vom Ausverkauf der deutschen Industrie und stellt gern die Verkäufe deutscher Firmen z. B. an Amerikaner, als leicht unmoralisch hin. Man vergißt dabei, daß die Verhältnisse oft so sind, daß

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ein Verzicht auf diese Möglichkeit schwere Opfer seitens des betreffenden Unternehmers, ja sogar seine völlige finanzielle Vernichtung bedeuten kann.

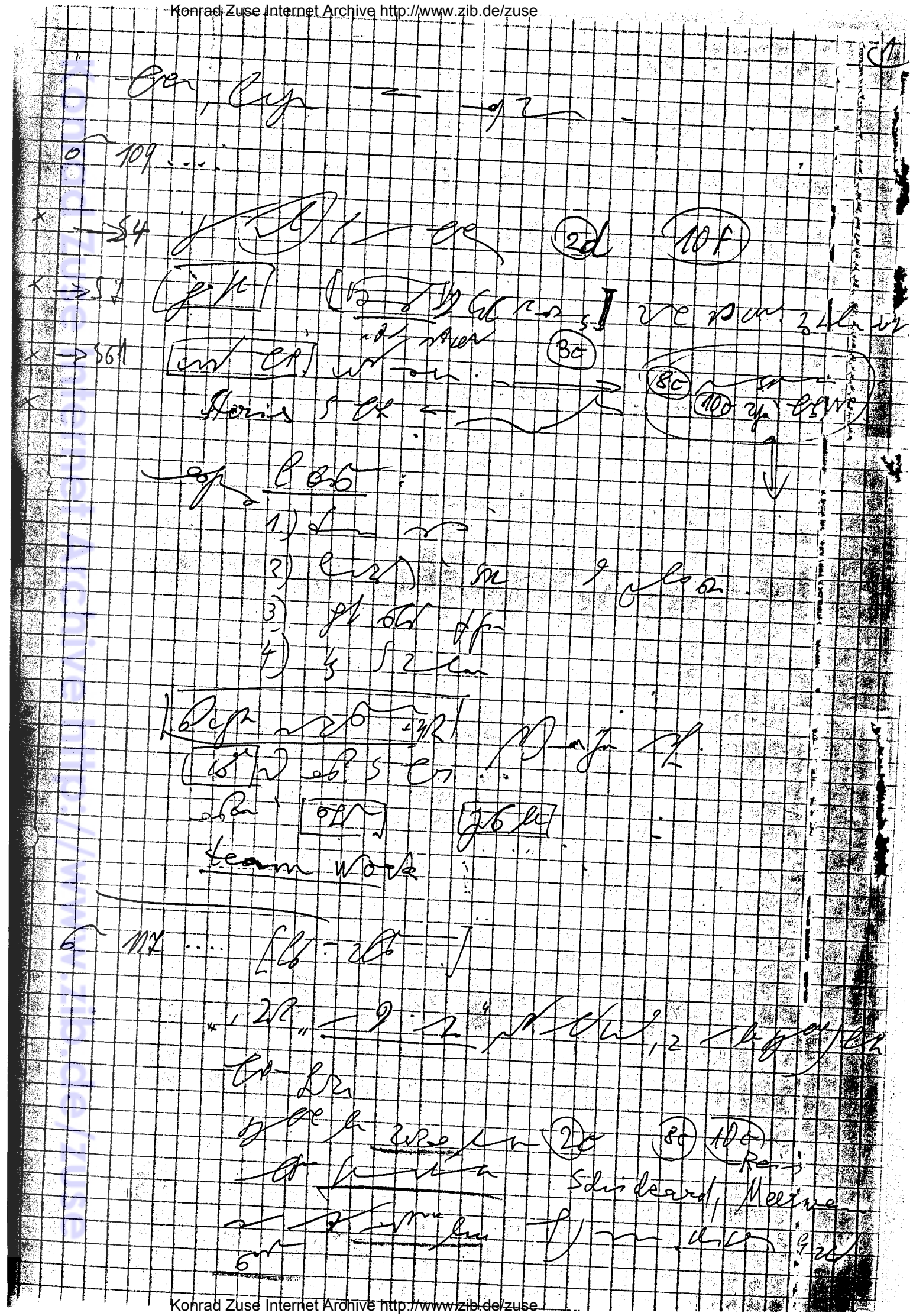
Im Falle der ZUSE KG konnte durch Eingreifen der deutschen Industrie der Verkauf der Firma an das Ausland verhindert werden. Ich selbst bin mit dem blauen Auge davongekommen. Gewarnt werden muß allerdings vor Zeitungsmeldungen. Irgend woher erfahren die Journalisten von irgendwelchen "Kaufpreisen". Erstens stimmen diese oft nicht und zweitens hält es kein Journalist für nötig, seine Leser darauf aufmerksam zu machen, daß dieser Summe ein noch größerer Berg von Schulden gegenüberstehen kann.

Die Entwicklung der ZUSE KG ist zum Teil aus der Tagespresse bekannt. Heute gehört die Firma zu 70 % der Siemens AG und zu 30 % der Firma BBC. Es bedeutete zum Teil erhebliche Opfer für alle Beteiligten, die Firma aus ihren finanziellen Schwierigkeiten herauszuholen und ihre Fortführung zu sichern.

Die Jahre des Aufbaus der Firma hatten mir persönlich die Möglichkeit genommen, meine wissenschaftlichen Arbeiten fortzusetzen. So verlor ich fast vollkommen den Kontakt. Erst jetzt kann ich mich wieder intensiv mit theoretischen Dingen befassen. Hierüber soll in den folgenden Kapiteln noch einiges gesagt werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

paper (2a)
dokumentar

(16a)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

II. Teil

Zwischenbilanz.

Eine kleine Zwischenbilanz zwischen Vergangenheit und Zukunft sei eingeschaltet. Das Wesentliche des mehr aus persönlicher Sicht gegebenen Rückblicks von Teil I sei noch einmal zusammengefaßt:

Babbage war seiner Zeit um hundert Jahre voraus. Technisch gesehen lag kein Grund vor, ausgerechnet in den Jahren 1935-45 die Entwicklung der Computers wieder aufzugreifen. Bereits um 1900 wäre es möglich gewesen, die Idee von Babbage mit Hilfe der Relaistechnik zu verwirklichen. Aber vielleicht liegen im Hintergrund doch andere als technische Gründe für diese Verzögerung verborgen. Der abendländische Kulturkreis erreichte wohl erst in der entscheidenden Entwicklungsphase zwischen den beiden Weltkriegen ein Stadium der ~~Serien~~seelischen Entwicklung bzw. der Seelenlosigkeit, die den passenden Boden für eine derartige ~~Entwicklung~~ Erfindung bot. Das gilt zunächst für die logischen Konsequenzen der Entwicklung. Technisch kommt noch hinzu, daß erst durch die Mittel der Elektronik die Computer ihre vollen Möglichkeiten entfalten konnten.

Es bestand - jedenfalls aus meiner eigenen Sicht - keine ausgesprochene Herausforderung oder Notlage. Es war zunächst mehr der technische Spieltrieb eines Sonderlings, der den Antrieb gab. Auf der anderen Seite des Atlantik ging man allerdings systematischer und ~~vor~~ allem mit größerem Aufwand vor.

Was ist es nun mit den Geschichten vom verkannten Erfinder? Auch von mir wird erzählt, daß man meine Ideen für verrückt

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

erklärt habe. Nun, mir persönlich hat das niemand gesagt, was hinter meinem Rücken alles erzählt wurde, konnte ich natürlich schlecht erfahren.

Das ist, glaube ich, aber nicht das Wesentliche. Bei einer neuen Idee wird es immer verhältnismäßig leicht möglich sein, Stories über den verkannten Erfinder zu sammeln. Sie gehören gewissermaßen mit zur Dekoration der Entwicklung. Wichtig ist, daß es genügend Personen gibt, die die Bedeutung einer neuen Idee erkennen und diese zu fördern bereit und in der Lage sind. Aus meiner persönlichen Sicht ist die Diskussion einer neuen Idee unter folgenden Umständen möglich:

1. Der Personenkreis, mit dem man diskutiert, muß grundsätzlich neuen Ideen gegenüber aufgeschlossen sein. Es müssen nicht unbedingt Fachleute sein, da diese oft Vorurteile haben. In meinem Falle waren dies in erster Linie die praktischen Ingenieure, welche täglich mit umfangreichen Rechenarbeiten zu tun hatten. Mit Fachleuten des Rechenmaschinenbaus war es schwieriger ~~zu überzeugen, da sie viele Vorurteile hatten~~. Sie konnten aber eventuell überzeugt werden, wenn man ihnen nachwies, daß es außerhalb ihres bisherigen Gesichtskreises andere Konstruktionsmöglichkeiten gab.

2. Die Formulierung der Aufgaben muß klar auf möglichst unmittelbar erreichbare Ziele abgestellt sein. Im Falle des Computers bedeutete dies, die Automatisierung

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

umfangreicher numerischer Rechnungen anzustreben ~~zum Ziele zu setzen~~. Technologisch mußte man sich möglichst auf eine vorhandene Technologie abstützen (Relaistechnik).

3. Alle Aspekte für eventuelle spätere Weiterentwicklungen müßten zunächst zurückgestellt werden, um nicht ~~als~~ Phantast zu erscheinen. Im Falle des Computers wurden also die logischen Möglichkeiten des allgemeinen Rechnens und der Elektronik zunächst besser verschwiegen, um den Gesprächspartner in seiner Vorstellungskraft nicht zu überfordern.

4. Die Diskussion wurde ~~wird~~ entscheidend durch den Bau von Modellen erleichtert. Ob eine deutsche Computerentwicklung überhaupt in Gang gekommen wäre, wenn ich nicht selbst den Lötkolben in die Hand genommen hätte und einfach, ohne andere zu fragen, mit der Arbeit begonnen hätte, ist sehr zweifelhaft.

5) Man darf nicht unterschätzen

Diese Gesichtspunkte sind nicht auf die Zeit vor 30 Jahren beschränkt. Sie gelten auch heute noch.

In einzelnen Fällen kamen auch entgegen Punkt 3 bereits fruchtbare Diskussionen über zukünftige Möglichkeiten zustande. Über die logischen Möglichkeiten konnte ich mich z. B. schon während des Krieges mit dem bekannten Logiker Heinrich Scholz aus Münster unterhalten, der diesen Dingen sehr aufgeschlossen gegenüberstand. Auch für die elektronische Entwicklung war an einigen

→ S 68

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Stellen damals ernstes Interesse vorhanden; lediglich die technisch begrenzten Möglichkeiten insbesondere während des Krieges verhinderten eine großzügigere Entwicklung.

Günstig war ~~an sich~~, daß es vor 25 Jahren noch keine "Sachverständigen für Computer" gab, die grundsätzlich hätten alles besser wissen können. Die Sachverständigen der Rechenmaschinenindustrie waren offensichtlich nicht zuständig. Die Elektroindustrie fühlte sich ebenfalls nicht zuständig. Die Idee des Computers brauchte also nicht das Filter der Sachverständigen und Beiräte zu durchlaufen und sich dort eventuell im Gestrüpp verfangen. Bei der heutigen allgemeinen "Förderung" der Datenverarbeitung ist es vielleicht für einen Querkopf mit eigenen Ideen wesentlich schwieriger, sich durchzusetzen. Auch ein Modellbau ist heute aus privaten Mitteln kaum noch möglich. Wir sind technologisch so weit ~~vorgedrungen~~, daß ein Bastler kaum noch Erfolgschancen haben kann, es sei denn mit sehr einfachen Zusatzgeräten.

Wie weit können junge Menschen heute überhaupt noch sich frei entfalten? Vielleicht bleibt dazu nur ~~noch~~ die Kindheit übrig. Die Hochschule ist heute bereits wesentlich straffer organisiert, was sich vielleicht positiv für die Ausbildung einer breiten Schicht von Ingenieuren des guten Durchschnitts auswirkt; aber die Sonderlinge? Können sie sich entfalten? An Stelle der Arbeit des einzelnen tritt heute das "team work".

Als mein ältester Sohn Horst zehn Jahre alt war, konnte er noch spielerische Ideen produzieren: "Papa, auf dem Mond braucht man doch für Autoscheinwerfer keine Glühbirnen mit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Glas drumherum. Dort ist doch sowieso Vakuum, also braucht man doch nur einen einfachen Draht auszuspannen?" Auch die 8-Zugsteuerung seiner Eisenbahn und die Hausfernsprechanlage entstanden spielerisch ohne Anleitung durch den Vater. (Nicht immer sind die Väter diejenigen, die mit der Eisenbahn des Sohnes spielen.) Aber jetzt ist er eingespannt in das im Vergleich zu früher sehr schulmäßig aufgezogene Studium an der Technischen Universität Berlin. Für Schnapsideen ist keine Zeit; er wird jedoch als wesentlich besser ausgebildeter Ingenieur das Studium abschließen als sein Vater.

Interessant wäre noch ein rückblickender Vergleich dessen, was vorausgesehen wurde mit dem, was eingetreten ist; auch das im wesentlichen aus persönlicher Sicht.

Leicht vorauszusehen war der Erfolg des Computers als Instrument zur Durchführung numerischer Rechnungen für den Ingenieur und den Wissenschaftler. Auch die wesentlichen Aspekte des nichtnumerischen Rechnens, also die logischen Möglichkeiten der Maschinen waren mir im wesentlichen klar, d. h. die Entwicklung in Richtung künstlicher Intelligenz usw. Allerdings glaubte ich, daß Probleme wie das Schachspiel bald mit Maschinen gelöst werden könnten. Wir wissen heute, daß die allgemeine Problemlösung erst in den Anfängen steckt und die entscheidenden Fortschritte noch vor uns liegen.

Unterschätzt wurde von mir allgemein der Aufwand. Daß solche Geräte einmal viele Millionen kosten würden, hätte ich am Anfang der Entwicklung nicht geglaubt; schon gar nicht, daß einmal tatsächlich soviel zur Verfügung stehen würde. Unterschätzt

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wurde - nicht nur von mir, sondern wohl auch von anderen - die Bedeutung von Ein- und Ausgabe.

Die Möglichkeiten der Elektronik waren ~~allgemein gesehen~~ selbstverständlich leicht zu erkennen. Voraussagen im einzelnen ~~waren~~ aber sehr schwierig, sowohl in bezug auf die technischen Schwierigkeiten als auch in bezug auf die Lösungen. Die verschiedenen Speichertechniken, ~~die~~ der Transistoren und die integrierte Schaltkreistechnik mußten natürlich erst langsam aus den Möglichkeiten heraus geschaffen und ~~eingesetzt~~ einsatzreif gemacht werden.

Als etwa um 1950 die ersten Transistoren ~~diskutiert wurden~~ aufkamen, gab es Übereifrige, die damals bereits die gesamte Röhrentechnik für überholt erklärten. Der "Spitzentransistor" galt damals wegen seiner Bistabilität als ideales Bauelement für Computer. Die ersten Erfahrungen damit waren jedoch sehr mäßig. Erst der Flächentransistor konnte sich im Laufe der nächsten zehn Jahre das Feld erobern.

Auch daß die Prozeßsteuerung große Bedeutung bekommen würde, war vorauszusehen. Aber auch hier fehlten ins einzelne gehende Vorstellungen, insbesondere in bezug auf Aufwand und Kosten.

~~Grundsätzlich~~ ungenügende Vorstellungen hatten sowohl andere als auch ich selbst von der Bedeutung, die einmal die Software bekommen würde. Mit dem Plankalkül glaubte ich, die Voraussetzungen schaffen zu können, um derartige Fragen leichter lösen zu können. Die tatsächlich gegangenen Wege waren etwas anders. Die Schwierigkeit, die das Aufsetzen und der Bau von "Compilern" erfordert, wurde von mir unterschätzt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Sprachenübersetzung hielt ich von vornherein für sehr schwierig, und ich habe mich persönlich damit auch nie befaßt. Die anfangs mit großem Elan durchgeführten Experimente führten ja auch zu einer gewissen Enttäuschung. Man ist sich heute über die Grenzen im klaren.

In bezug auf die Wetterrechnung glaubte ich, daß sie mit Computern früher und exakter würde durchgeführt werden können. Auch hier lag eine Unterschätzung des Aufwandes vor, besonders in bezug auf die Erfassung der erforderlichen Daten.

Die Möglichkeit, Computer auf dem Gebiete der bildenden Kunst einzusetzen, ahnte ich wohl voraus; ich hatte aber eine gewisse Scheu, diesen Weg zu gehen.

Das Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine hat heute überragende Bedeutung bekommen. Auch das wurde nicht klar von mir vorausgesehen, obgleich ich in bezug auf grafische Darstellungen schon frühzeitig ~~Entwicklungen~~ Anwendungs- durchführte.

Ein anderes Gebiet, das ~~von mir nicht vorausgesehen wurde~~, ist der programmierte Unterricht. Wir sind zwar auf diesem Gebiete noch am Anfang der Entwicklung; aber ~~es ist voraus-zusehen, daß sie~~ diese ist sehr zukunftsreich ~~ist~~. Allerdings wird von einigen Propheten auch hier der Aufwand erheblich unterschätzt oder falsch dargestellt.

Interessiert haben mich von Anfang an die Vergleiche mit biologischen Systemen, allerdings mehr vom Standpunkt des

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Aufbaus einer Zelle gesteuert durch die in den Chromosomen festgelegte Erbinformation. Dies führte, ins Technische übertragen, zur Theorie der sich selbst reproduzierenden Systeme, auf die ich noch näher eingehen werde.

Hierher gehört auch das Kapitel der sich selbst entwerfenden und konstruierenden Maschinen.

Mehr spaßeshalber habe ich mir auch schon frühzeitig Gedanken über eine Ehevermittlung durch Computer gemacht.

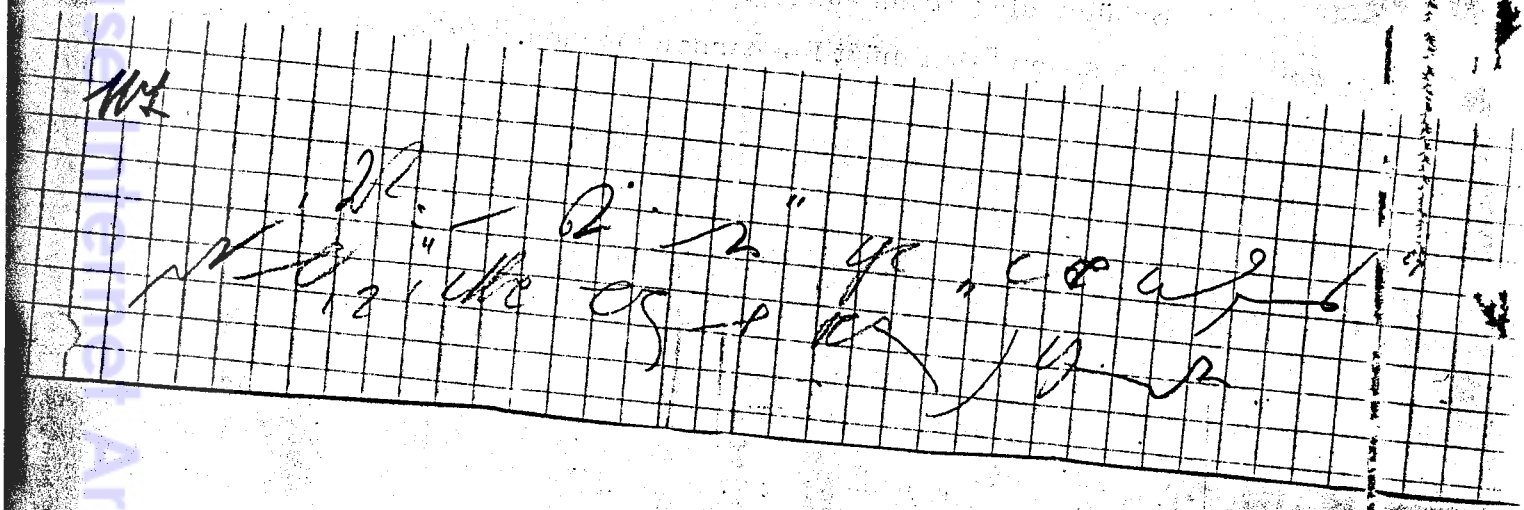
Zwischenbilanz? Noch eine andere Bilanz: Welchen Wert hat denn nun die etwa gleichzeitig mit USA laufende Entwicklung in Deutschland gehabt? Einmal für Deutschland und dann für die Entwicklung überhaupt?

Wohl nicht viel. Man kann vielleicht sogar sagen, daß der Stand der Computerentwicklung heute kaum anders wäre, als wenn ich ein braver Normalbürger geblieben wäre und mich auf keinerlei Abenteuer eingelassen hätte. Der geringe Vorsprung der deutschen Entwicklung in zeitlicher und theoretischer Hinsicht wurde durch die Nachkriegsverhältnisse bald überrollt. Die entscheidenden Impulse kamen von jenseits des Atlantik. Daß hier in Deutschland noch jemand an solchen Apparaten spielte, war zum Teil sogar ausgesprochen unbequem.

Überhaupt paßt das Bild eines Erfinders, der mit wenigen tausend Mark die ersten Geräte baute, nicht mehr in das Bild der heutigen großen Entwicklungen, welche Milliarden erfordern.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wenn diese "Pioniere" sich wenigstens brav dem heutigen Schema einordnen würden; aber sie bleiben Querköpfe ihr Leben lang. Gerade wenn die inzwischen arrivierten Schüler sich etwas ausgedacht haben, kommen die Pioniere und sagen "Das müßt Ihr besser machen." Nein, ohne Pioniere lebt es sich bequemer. Überhaupt wir hier in Deutschland haben uns ja daran gewöhnt, daß die neuen Ideen immer erst von USA zu uns herüber kommen. So brauchen wir also keine Pioniere mehr, sondern nur noch emsige Ausarbeiter der fremden Ideen.

Faust und Mephisto.

Die Figur des Dr. Faust ist ein Symbol für unseren gesamten Kulturkreis. Erforschen und Erfinden sind die Voraussetzungen unserer heutigen den ganzen Erdball umspannenden Zivilisation.

Aber Goethe setzte dem Dr. Faust die Gestalt Mephistos zur Seite. Was nützt der Faustische Geist, wenn er sich nur in der Studierstube betätigen kann? Die Ideen müssen auch durchgesetzt werden und das erfordert eine Auseinandersetzung mit der Umwelt.

Welcher Erfinder und Wissenschaftler möchte nicht am liebsten ganz ungestört seinen Ideen nachgehen können, ohne durch die Umwelt daran gehindert zu sein? Aber wo ist z. B. der Professor, der sich nicht bitter darüber beklagt, daß er durch allerlei Verwaltungsarbeit und dergleichen so in Anspruch genommen ist, daß ihm kaum Zeit zum freien Forschen bleibt?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ähnlich steht es mit dem Erfinder, besonders wenn er noch den Versuch macht, ein Unternehmen aufzubauen oder zu führen, in dem er seine Ideen in die Praxis umsetzen kann. Nur wenige waren so begabt, daß ihnen die Vereinigung beider Aufgaben gelang, wie vielleicht die ganz Großen, Krupp, Siemens, Ford und andere. Die Denkweise des Forschers und Erfinders ist im allgemeinen grundverschieden von der Denkweise des Unternehmers und Managers. Beide Berufe können eigentlich nicht erlernt werden. Ein noch so gutes Ingenieurstudium ergibt noch nicht einen ideenreichen Erfinder und der Unternehmer, wie er im Buch steht, hat wenig Aussicht, sich durchzusetzen. Es handelt sich immer darum, es trotzdem zu schaffen, wo eigentlich alle "ordentlichen" Wege versperrt sind.

So liegt es denn auf der Hand, daß sich oft beide, Erfinder und Manager, zusammentun, um in gegenseitiger Ergänzung hochgesteckte Ziele zu erreichen. Dieses Zusammenarbeitsverhältnis hat nun manche Ähnlichkeit mit dem Verhältnis zwischen Faust und Mephisto, womit keinerlei Werturteil abgegeben werden soll.

~~Zunächst sei einiges über "Faust" gesagt:~~

Was unterscheidet denn den Erfinder vom normalen Ingenieur, den Forscher vom normalen Menschen? Die Ausbildung ist es sicher nicht; denn zu oft haben Laien mit wenig Vorbildung bedeutende Ideen entwickelt. Auch die Intelligenz als solche dürfte noch kein ausreichendes Kriterium sein. Eher schon die Phantasie; aber dazu muß sich Zähigkeit und Ausdauer gesellen. "Zu früh zufrieden"kann man wohl sagen, wenn

L'odyssée

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

jemand zu früh aufgibt und eine aussichtsreiche Spur nicht weiterverfolgt.

Außerdem dürfen wir nicht glauben, daß tatsächlich jedes Forscher- und Erfindertalent zur Entfaltung kommt. Manch einer resigniert schon in der Jugend. Die meisten Ideen werden außerdem mehrmals geboren. Was wir an bekannten Namen kennen, sind nur die aus dem Nebelmeer herausragenden Bergspitzen. Forscht man bei irgendeiner Erfindung nach, so findet man meistens eine ganze Reihe weniger bekannter vorbereitender und miterfindender Köpfe. Oft genug stellt man dabei fest, daß die offiziell bekannten Prioritäten nicht stimmen. So wurde erst vor kurzem der Schwabe Schickard als erster Konstrukteur einer Rechenmaschine ausgegraben, im Gegensatz zu den offiziell anerkannten Pionieren der Rechenmaschine, Pascal und Leibniz. Ebenso wurde vor kurzem ein neuer Pionier der Luftfahrt ausgegraben x) Meerwein (s. ...). Dadurch wird unser so schön eingespieltes Bild gestört. Soll sich die Lilienthal-Gesellschaft in Zukunft Meerwein-Gesellschaft nennen?

Wenn wir heute von irgendwelchen verkannten Erfindern hören, so bilden wir uns natürlich gern ein, daß dessen Zeitgenossen große Dummköpfe waren und daß so etwas heute nicht mehr vorkommen könnte. Tatsächlich dürfte sich aber da kaum etwas geändert haben. Die Tätigkeit des Erfindens und Erforschens hat nach wie vor die Züge echter Tragik. Man hat ein bequemes Sprichwort erfunden: "Das Genie bricht sich Bahn." Aber die Geschichte der nicht erkannten Genies konnte nicht geschrieben werden; denn sie sind ja eben unerkannt geblieben.

x) Landbaumeister Carl F. Meerwein, Emmendingen (VDI-Nachrichten 18. 9. 68 - Nr. 38/S. 9)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Vorsichtiger ausdrücken

Zunächst ist der Terminus "Genie" für ernste Untersuchungen wenig brauchbar, weil er nicht mit genügender Schärfe definierbar ist. Stellt man sehr hohe Ansprüche, so bleiben vielleicht nur einige Universalgenies, wie Leonardo da Vinci oder Leibniz überig. Faßt man den Begriff "Genie" sehr lose, so wird man überall Gelegenheit zur Entdeckung genialer Gedanken haben. Wenn alle Erfinder Genies wären, würden wir uns vor Genies nicht retten können; also vermeiden wir den Begriff lieber ganz.

Der originelle Gedanke ist eben als solcher nicht durch irgendein Zeichen erkennbar. Würde er dem Stand der verbreiteten Theorien und Erkenntnisse entsprechen, so wäre er eben nicht originell. Nicht einmal die Tatsache, daß jemand schon einige Male gute Gedanken gehabt hat, garantiert, daß er immer wieder gute Einfälle hat. Allerdings besteht in diesem Falle wohl eine größere Wahrscheinlichkeit hierfür.

Wir wissen ~~auch,~~ daß nicht die Produktion von Ideen allein, sondern die Selektion der guten Ideen entscheidend ist. Dies ist vielleicht eine der schwersten Aufgaben für einen Erfinder: Harte Kritik an die eigenen Ideen zu verwenden und durch dieses Filter nur die wirklich brauchbaren Dinge passieren zu lassen. Der Hang zur Selbstüberschätzung und vor allem der Überschätzung des Problems, mit dem man sich gerade beschäftigt, muß überwunden werden.

Oft ist der Erfinder nur der Träger einer Mutation, die er dann fanatisch verficht. So wie die Natur ja nicht logisch vorgeht und eine neue Variante auf ein bestimmtes Ziel hin entwickelt, so hat mancher Erfinder plötzlich eine fixe Idee, ohne sie logisch begründen zu können. Wenn tausend Erfinder je eine solche fixe

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Idee nach Art einer Mutation verfolgen, ~~hätte~~ hat vielleicht einer Erfolg. Das kann Zufall sein, oder aber auch das Produkt sorgfältiger Arbeit.

Noch schwieriger ist die Beurteilung neuer Ideen für die Umwelt. Bekannt ist, daß neue Ideen von den Fachleuten des betreffenden Gebietes oft mißverstanden werden. ~~Sie~~ Diese haben schon zu viele Mißerfolge gehabt und wissen immer, was an einer neuen Sache nicht gehen kann. Selbst bei gutem Willen beurteilen Fachkollegen sich gegenseitig im allgemeinen nicht sehr günstig. Wie aber soll ein sachliches Urteil erst zustandekommen, wenn sich noch Konkurrenz und Neid dazu gesellen?

Wir setzen uns dafür ein, daß Mittel für die Forschung aufgewendet werden und glauben oft, daß es damit getan sei. Wer aber entscheidet, welche Ideen gefördert werden sollen? Hier sind Sachverständigengutachten usw. unvermeidlich. Aber welche Charakteristiken haben dann die wirklich originellen Ideen? Es gibt kein allgemeines Rezept, um aus der Fülle der angebotenen originellen Ideen mit Sicherheit die brauchbaren von den unbrauchbaren zu trennen.

Ein besonderes Kapitel ist die Sicherung der Priorität von Forschern und Erfindern. Das Patentgesetz behandelt im wesentlichen nur neue Gedanken, die sich auf gegenständliche Anordnungen oder Verfahren beziehen. Allgemeine wissenschaftliche Ideen können nicht geschützt werden. Der finanzielle Aufwand zur Erteilung und Aufrechterhaltung eines Patentes ist erheblich. Bei der Beurteilung der Patentfähigkeit wird ein theoretischer Erfinder angenommen, der über sämtliche Kenntnisse verfügt, die im nachträglichen Prüfungs- und Einspruchsverfahren ans

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Tageslicht geholt werden. Die Bindung in unserer Gesetzgebung an das römische Sachenrecht erfordert außerdem eine gegenständliche Formulierung der Idee. Logische Grundprinzipien sind nicht patentierbar. Das zeigte sich gerade bei den Erteilungsverfahren für Anmeldungen auf dem Gebiete des Computers. Schaltalgebra und Automatentheorie gestatten es, das Wesentliche einer speziellen Anordnung durch Formeln konzentriert darzustellen; aber das kann nicht geschützt werden. Der Einwand, daß "Rechenmaschinen Fleisch gewordene Mathematiker" sind, zählt nicht.

Das Autorenrecht schützt nur gegen unbefugte Veröffentlichungen. Dazu kommt das ungelöste Problem des Schutzes von Programmen für Computer. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen stellen das allgemeine Mittel für einen Forscher dar, seine Ideen zu verbreiten und sich eine gewisse Priorität zu sichern. Daß die Möglichkeiten aber quantitativ beschränkt sind und auch erhebliche Kosten verursachen können, sind auch hier Filter vorgeschaltet, durch welche das, was veröffentlicht werden darf, gesiebt wird. Auch hier wieder sind Sachverständigenbeiräte und dergleichen unvermeidlich. Das bedeutet aber wieder die Gefahr, daß originelle von der Standardauffassung abweichende Gedanken nicht veröffentlicht werden.

Das ist nicht nur heute so. Ein Beispiel: Philipp Reis, der bekannte Erfinder des Telefons, sandte 1859 an Professor Poggendorf einen Artikel: "Über strahlende Elektrizität" für die "Annalen der Wissenschaft". Der Beitrag wurde nicht angenommen und ging verloren. Hier war ein Ansatz für das später so ungeheuer bedeutungsvolle Gebiet der elektromagnetischen Wellen gegeben; aber zu früh. Im Gesichtskreis der damaligen Fachleute,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

selbst wenn sie auf ihrem Gebiet hervorragende Kapazitäten waren, gab es das noch nicht.

Vor kurzem starb Professor Hermann Schmidt, der bekannte Mitbegründer der Kybernetik. In seinem Nachruf (... hieß es, daß die meisten seiner Arbeiten nicht veröffentlicht wurden. Warum nicht? Die Geschichte der nichtveröffentlichten, aber weit vorausschauenden Arbeiten ist noch nicht geschrieben worden. Nur in einzelnen Fällen wissen wir darüber Bescheid. (Bekannt ist, daß Gauß viele Erkenntnisse zunächst nicht veröffentlichte,) weil er das Gerede der Böotier fürchtete

Die Gründe liegen auch sicher nicht nur an dem Filterprozeß durch die Fachleute und Begutachter. Oft war die Bereitschaft zur Veröffentlichung da; jedoch war der betreffende Wissenschaftler nicht gewillt, sich den Änderungswünschen seiner Examinatoren zu beugen. Es waren vielleicht manchmal lächerliche Kleinigkeiten, um die es ging, und die Kritik durchaus begründet.

Der Fall, daß eine Veröffentlichung schlagartig Aufsehen erregt, setzt wohl verschiedenes voraus: Es darf sich nicht nur um eine originelle Idee handeln, sondern diese muß auch ein gerade in Fachkreisen aktuelles Thema betreffen, an dessen Lösung an verschiedenen Stellen gearbeitet wird. Zu frühe Veröffentlichungen neuer Gedanken verpuffen wirkungslos, zu späte Veröffentlichungen wirken langweilig, auch wenn der Verfasser nachweisen kann, daß er den betreffenden Gedanken schon sehr früh hatte.

A
Beispiele

Heute haben wir eine außerordentlich umfangreiche Produktion von "papers". Aus rein quantitativen Gründen entfällt da schon

(Wissenschaftlichen Arbeiten)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Möglichkeit für den Fachmann eines bestimmten Gebietes, sich auf dem laufenden zu halten. Es ist technisch kaum noch durchführbar und es besteht auch keine Verpflichtung, alle einschlägigen Vorveröffentlichungen zu berücksichtigen oder auch nur zu zitieren. Offensichtlich falsche Darstellungen werden nur selten angegriffen und korrigiert.

Wie weit kann hier der Computer mit seinen großen Möglichkeiten Abhilfe schaffen? Auf die Frage der Dokumentation mit Hilfe von Computern wird später noch eingegangen werden. Hier sei nur soviel gesagt, daß der Stand der Technik es noch nicht erlaubt, hier wirklich befriedigende Lösungen zu finden, durch die die erwähnten Mißstände abgestellt werden könnten.

Man kann bei modernen Veröffentlichungen auch von einer gewissen Wissenschaftlichkeitssucht sprechen. Manchmal hat man den Eindruck, daß allgemeinverständliche Darstellungen nicht ~~gesellschaftsfähig~~ sind. Durch umfangreiche Benutzung von speziellen Fachausdrücken und Formeln wird erreicht, daß nur ein ganz kleiner Personenkreis den betreffenden Artikel versteht. Mitunter hat man den Verdacht, daß dahinter die Absicht liegt, wissenschaftliches Niveau vorzutäuschen. Solche Artikel laufen vielleicht auch leichter durch das Filter der Sachverständigen, da diese nicht alles verstehen und sich nicht blamieren wollen, indem sie es zugeben.

Tatsächlich brauchen wir allgemeinverständliche Darstellungen, nötiger denn je. Gerade die Aufsplitterung unserer gesamten Wissensgebiete in immer mehr einzelne Sparten und Verzweigungen erfordert dringend den Ausbau der Verständigungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Wissenschaftlern. Man baue

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

den Gedanken weiter aus, die Kybernetik als Brücke zwischen den Wissenschaften aufzufassen. Hier liegen wirkliche Zukunftsaufgaben vor.

"team work" ist ein modernes Schlagwort. Anstelle der Arbeit des einzelnen Individuums tritt die Arbeit einer Gruppe. Die Aufspaltung unseres Wissens in immer mehr einzelne Zweige erfordert die Zusammenarbeit mehrerer Spezialisten, da nicht jeder das ganze Gebiet beherrschen kann. Man wird dabei an die beiden Zitate von Schiller erinnert:

"Der Starke ist am mächtigsten allein."
"Vereint sind auch die Schwachen mächtig."

Aber heute geht es darum, daß sich auch mehrere Starke vereinigen müßten, um ein Ziel zu erreichen. Umso wichtiger ist der Ausbau der Brücken zwischen den einzelnen Wissenschaftszweigen. Mit Arbeitsteilung allein ist es nicht getan. Zusammenarbeit ist wichtig. Hier liegt unter anderem auch ein Sprachproblem vor.

Team work erfordert aber auch die Organisation einer solchen Gruppe. Damit kommen wir auf die eigentliche Themenstellung dieses Kapitels: Zusammenspiel zwischen Wissenschaftler bzw. Erfinder und Manager. Auch über den Manager sei zunächst allgemein einiges gesagt:

Die Aufgabe des Managers ist eine Führungsaufgabe. Damit kann man das Problem logisch auf das "Leithengst"-Problem zurückführen. Bekannt ist, daß bei allen Herdentieren eine strenge Rangordnung besteht, die durch systematische Machtkämpfe laufend kontrolliert wird. Ohne eine solche Rangordnung scheint eine Gruppe von Tieren nicht aktionsfähig zu sein.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Man braucht gar nicht besonders scharf hinzusehen, um zu erkennen, daß auch in unserem Wirtschaftsleben derartige Begriffe eine wichtige Rolle spielen. Gemeint ist hier nicht der wirtschaftliche Konkurrenzkampf in einem liberalen Wirtschaftssystem, sondern die Machtkämpfe innerhalb einer Organisation, wie z. B. einer Firma oder Behörde. ~~An sich~~ gilt dies natürlich nicht nur für den Manager, sondern für alle aufstrebenden Personen, also auch für Wissenschaftler. Jedoch sind die Erscheinungen bei Managern besonders ausgeprägt. Die Selektion der leitenden Kräfte der Wirtschaft erfolgt nicht nur nach fachlichen Fähigkeiten, sondern nach der Fähigkeit, sich selbst gegen die Widerstände aller anderen durchzusetzen. Man wird darin vielleicht eine geringschätzige Bewertung des Managerberufs sehen. Diese Auffassung halte ich jedoch für falsch. Man wird es immer wieder beobachten: Wer sich erfolgreich in einem Unternehmen durchgesetzt hat, bringt auch die Voraussetzungen mit, das Unternehmen gegen die Umwelt zu verteidigen. Das ist der Sinn des in der Natur bewährten Leithengstprinzips.

Diese Machtkämpfe und ihre verschiedenen Taktiken sind nicht Gegenstand von Unterrichtsfächern auf Schulen und Hochschulen, auf denen Manager ausgebildet werden. Die erforderlichen Fähigkeiten müssen angeboren sein und können kaum erlernt werden. Allerdings sind sehr verschiedene Variationen möglich. Dieser Machtkampf kann mehr oder weniger rücksichtslos geführt werden. Es kann fair ~~bzw.~~ oder unter umfangreicher Anwendung von Intrigen gekämpft werden. Dies führt zu manchen Erscheinungen, die nur dem aufmerksamen Beobachter auffallen. Aus der Sicht des normalen Studiums der Betriebs- und Volkswirtschaft sieht es vielleicht so aus, daß bei einem optimal geführten Unternehmen rein wirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle spielen. So wird die Entscheidung, ob ein neuer Produktionszweig aufgenommen werden

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

soll, schulmäßig unter dem Gesichtspunkt von Kosten und Ertrag für das Gesamtunternehmen gefällt. In der Praxis spielen aber weitere Motive eine Rolle: Wem untersteht der neue Produktionszweig? Besteht die Gefahr, daß der Chef dieses neuen Zweiges seine bisherigen Vorgesetzten oder Kollegen überflügelt? Aus solchen Gründen ist schon manches aussichtsreiche Vorhaben gescheitert.

Ähnlich liegt die Frage des Aufstiegs junger Kräfte. Die nächsten Vorgesetzten sind oft das größte Hindernis, wenn die Gefahr besteht, daß der junge Mann tüchtiger ist, als sie selbst. Nur wenige Vorgesetzte sind charakterstark genug, diese trotzdem zu fördern. Oft erfolgt der Aufstieg nach oben dann durch Wechseln der Firma.

Nach diesem etwas kraß entworfenen Bild sieht es vielleicht so aus, als ob in einer Firma grundsätzlich jeder gegen jeden kämpft. Das hat aber natürliche Grenzen. Eine Firma, in der dieses Prinzip sich zum Extrem auswächst, ist auf die Dauer nicht lebensfähig. In entscheidenden Momenten muß dieser Kampf aller gegen alle durch einen Gemeinschaftsgeist überlagert werden, der das Schicksal des einzelnen gegenüber der Firma zurücktreten läßt.

Auch dies entspricht durchaus den Lebensformen der Natur. Hat sich das Leittier durchgesetzt, so steht die Gruppe festgefügt im Kampf gegen die Außenwelt. Machtkämpfe innerhalb solcher Gruppen laufen bekanntlich nach ritterlichen Regeln ab. Es ist kein Vernichtungskampf. Sobald der Unterlegene seine schwächere Position zugibt, herrscht Frieden im Rahmen der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

neuen Rangordnung. Auch diese Erscheinungen haben ihr Analogon im Wirtschaftsleben.

Völlig falsch ist die oft vertretene Ansicht, daß die Tätigkeit des Managers nicht schöpferisch sei. Als "produktive Stunden" werden oft nur die für eine Aufgabe direkt verwendeten Zeiten verstanden. Das ist jedoch nur ein Abrechnungsmodus. Tatsächlich ist der Manager, der es dem Wissenschaftler und Erfinder überhaupt erst ermöglicht, seine Arbeit zu vollbringen, sogar sehr schöpferisch. Durch geschicktes Disponieren kann er unnütze Arbeit ersparen und den Wirkungsgrad des Wissenschaftlers erheblich erhöhen. Damit trägt er wesentlich zur schöpferischen Leistung bei. Aus der Sicht des Wissenschaftlers mag es allerdings manchmal so aussehen, als sorgten die Manager unter sich gegenseitig für Beschäftigung. Der eine Kaufmann ist stolz darauf, beim Einkauf einen Rabatt erhalten zu haben, der andere macht sich dadurch verdient, daß er von vornherein die Preise so hoch setzt, daß die gewährten Rabatte nicht weh tun.

Der Wissenschaftler ist aber auch ebenso oft blind für die Schwierigkeiten, die ein Manager zu überwinden hat. Das Leben eines Managers ist im allgemeinen sehr hart. Seine Erfolge sind oft nur unter Verzicht auf persönliche Annehmlichkeiten des Lebens möglich. Bei der Leitung eines Unternehmens kommt man meistens mit dem, was man in der Schule gelernt hat, nicht aus. Der Manager muß immer wieder aus scheinbar unmöglichen Situationen einen Ausweg finden. Die spezielle Theorie für diese Managertätigkeit ist noch nicht geschrieben worden. Da ist auch mit Theorie nicht viel zu machen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Variationsbreite der Charaktere der Manager ist auch trotz aller Gleichheiten weit gespannt. Sie reichen vom grundehrlichen Kaufmann bis hinüber an die Grenze des Gangstertums oder sogar darüber hinaus. Tatsächlich erfordert das Managerdenken oft eine etwas andere ~~Moral~~ als die des gewöhnlichen gut erzogenen Menschen. Der normale Mensch handelt im allgemeinen nach angeborenen oder anerzogenen Grundsätzen, ohne die Gesetze im einzelnen zu kennen, da seine Handlungen sich sowieso innerhalb des Erlaubten bewegen. Der Manager ist aufgrund der Härte des Konkurrenzkampfes oft gezwungen, bis hart an die Grenze des gesetzlich Möglichen zu gehen. Er muß diese Grenzen daher gut kennen. Leider hat dies oft zur Folge, daß er nur noch nach diesen Gesichtspunkten handelt und dann auch die Lücken der Gesetze ~~sehr gut~~ kennt, welche eine im normalen Sinne vielleicht unmoralische Handlungsweise ermöglichen. Von hier aus ist es dann oft nur ein Schritt bis zum wirklichen Gangster. Sie bewegen sich scharf an der Grenze der Gesetze, aber ohne jede Skrupel. Der normale Mensch wird in der Schule wohl darauf aufmerksam gemacht, daß es Verbrecher, wie Diebe, Mörder usw. gibt, welche offensichtlich mit dem Gesetz in Konflikt kommen; aber die weit gefährlicheren vereinzelten Exemplare der erwähnten Gattung lernt er oft erst kennen, wenn es zu spät ist. Hinter der Maske des sehr freundlich erscheinenden Menschen kann sich das Raubtier Mensch verbergen.

Wenn man mit Managern zu tun hat, mache man gelegentlich einmal den Wahrheitstest. Man weiß dann bald, an welcher Stelle der weiten Skala ~~zwischen ehrlichem Kaufmann und Gangster~~ man den betreffenden einzuordnen hat.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Manager sind meistens eitel. (Erfinder und Forscher allerdings meist ebenfalls, nur auf andere Weise.) Das Schlimmste, was man einem Manager zumuten kann, ist, einen alten gebrauchten Wagen zu fahren.

Es mag nun etwas ~~einseitig sein~~ gewagt erscheinen, das Zusammenspiel zwischen Erfinder und Manager mit dem Verhältnis zwischen Faust und Mephisto zu vergleichen. Man lege diesen Vergleich bitte nicht auf die Goldwaage. (Man könnte natürlich fragen, ob nicht auch der Erfinder manchmal ein Mephisto ist und der Manager ein Faust? In Gruselfilmen tritt oft die Figur eines teuflischen Erfinders auf, der in geheimen Laboratorien den Untergang der Menschheit vorbereitet. In der Praxis sind mir solche Erfinder und Wissenschaftler noch nicht begegnet. Man sollte auch wissen, daß das gezeigte "Leithengst-Verhalten" durchaus nicht auf Manager beschränkt ist, sondern auch bei Wissenschaftlern anzutreffen ist, nur daß es hier andere Formen annimmt.

In jedem Forscher und Erfinder steckt eben ein Stück Faust, und in jedem Kaufmann und Manager ein Stück Mephisto. Mephisto ist ja keineswegs nur der Vertreter des Bösen. ~~Wer Faust aufmerksam liest, weiß, daß Goethe die Figur des Mephisto manchmal liebevoller gezeichnet hat als die Figur des Faust.~~ Der Manager, der meistens die Fäden in der Hand hat, sieht gar zu gern in dem Wissenschaftler nur ein Objekt des Handelns. In seinen Augen ist der Forscher und Erfinder oft nur ein kleines Kind, welches spielt und keine Ahnung von der Wirklichkeit hat. Es muß an die Zügel genommen werden und soll froh sein, wenn sich überhaupt einer damit abgibt, seine Spielereien in die Wirklichkeit umzusetzen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Der Forscher und Erfinder dagegen wird stets dazu neigen, sich selbst für die Hauptperson zu halten, während der Manager nur ~~xxx~~ untergeordnete organisatorische Arbeiten leistet. Selten ist ein faires Zusammenspiel beider auf gleicher Höhe möglich. Manager haben den uralten eingeborenen Leithengstinstinkt und setzen ihre Steine immer so, daß sie oben bleiben. Erkennt der Erfinder den Manager als seinen "Führer" an, so kann er mitunter ausgezeichnet mit ihm auskommen. Wehe aber, wenn er dagegen aufmuckt oder selber die Hauptrolle beansprucht. Einen großen Teil seiner Energie und Aufmerksamkeit muß der dann darauf verwenden, die dauernden Leithengstambitionen seiner Manager abzuwehren.

Will Faust ~~sich~~ von Mephisto ~~beraten~~ lassen, so muß er wissen, daß alle Berater in erster Linie sich selbst gut beraten. Das schließt jedoch nicht aus, daß diese auch ihren Klienten ~~gut beraten~~.

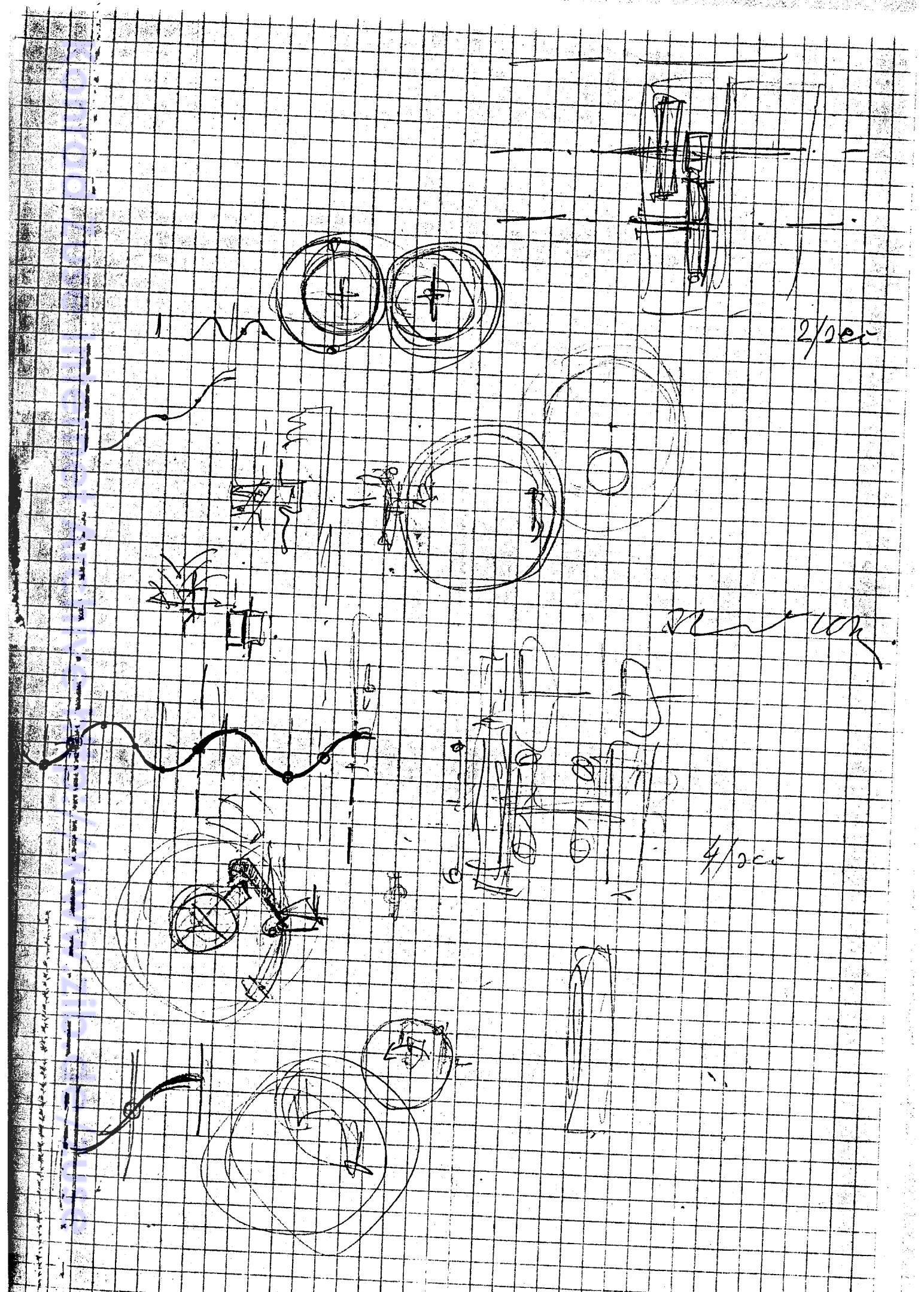
Es ist auch eine sehr ernste Frage, wie weit bei dem heutigen Vordringen rauherer Sitten der alte ~~seriöse~~ Kaufmann noch existenzfähig ist.

Diese Ausführungen haben ganz allgemeinen Charakter und sind ~~der Extrakt~~ einer dreißigjährigen Beobachtung. Sie beziehen sich keineswegs nur auf ~~rein~~ persönliche Erfahrungen und lassen keinerlei Schlüsse auf konkrete Fälle zu. Es macht ~~mir nur~~ Spaß, das Thema Forschung und Entwicklung einmal auch von dieser Sicht aus zu betrachten.

Mancher wird vielleicht sagen, daß solche Verhältnisse eben typisch für den Kapitalismus ~~wären~~. ~~Daran glaube ich nicht.~~

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

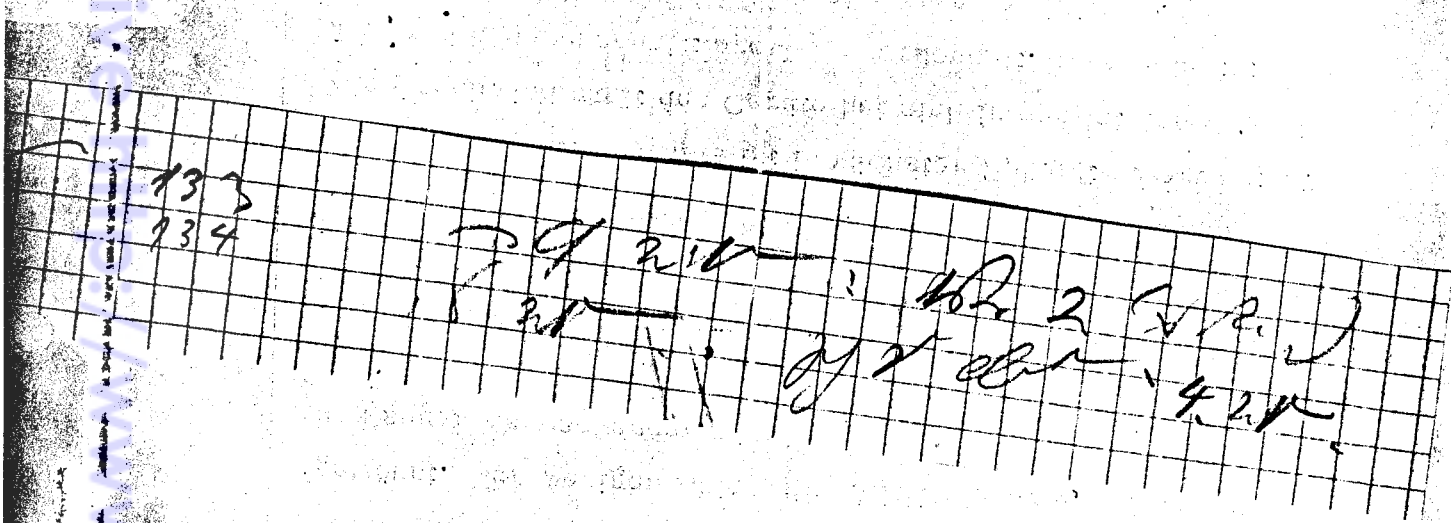
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ich kenne zwar die ~~Verhältnisse~~ Beziehungen in sozialistischen Staaten nicht im einzelnen, kann mir aber ~~nicht~~ kaum vorstellen, daß es dort grundsätzlich anders ~~ist~~ sein soll. Nur gelten dort andere Vokabeln. Die Mittel, mit deren Hilfe der zum Manager Geborene in einem sozialistischen Staat an die Macht kommt, sind eben andere als bei uns. Das Leithengstprinzip herrscht ~~dort~~ aber vielleicht noch rücksichtsloser als bei uns. Faust und Mephisto werden wir auch im sozialistischen Staat finden.

Ähnlich liegt es mit der ~~oft diskutierten~~ Verantwortung des Wissenschaftlers. Meistens wird ~~dies~~ sie auf die politischen Konsequenzen neuer Entwicklungen und Erfindungen, z. B. auf dem Gebiet der Nuclearphysik, bezogen. Je nach dem politischen Lager, welches man vertritt, ~~macht man sich~~ wird ~~oft sehr~~ vor einfach. Für uns im Westen sind die Diktatoren die Bösen, während für die Vertreter der sozialistischen Länder selbstverständlich die Kapitalisten die Bösen sind, welche auf keinen Fall in den Besitz solcher teuflischer Instrumente kommen dürfen. Tatsächlich kann der einzelne Wissenschaftler herzlich wenig dazu beitragen, daß die Ergebnisse seiner Arbeiten nicht mißbraucht werden. Es hat sich gezeigt, daß auf die Dauer auf keinem Gebiet eine Monopolstellung einer Seite möglich ist. Wenn etwas technisch möglich ist, so findet sich auch bestimmt jemand, der es ausführt. Der Schutz der Menschheit vor eventuellen katastrophalen Folgen kann nur auf politischer Ebene erfolgen. Das bedeutet natürlich keinen Freibrief für den Wissenschaftler, darauflos zu entwickeln, ohne die Konsequenzen im Auge zu haben. Es mag immerhin zur persönlichen Beruhigung beitragen, wenn man bei einer neuen gefährlichen Sache sich sagen kann, daß man sich selber zurückgehalten hat und andere ~~die Initiatoren waren~~ den Vorteil gelassen hat.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

besser wäre: Theorie und Praxis

~~Zum Stand~~ von Technik und Theorie.

Vor zehn Jahren war die Eröffnung eines neuen Rechenzentrums oder die Aufstellung eines Computers noch ein besonderes Ereignis, welches besonders gefeiert und in der Presse begrüßt wurde. Heute spricht man nur noch in Ausnahmefällen davon. Auch an die Ankündigung immer neuer Serien und noch höherer Geschwindigkeiten haben wir uns gewöhnt. Nur wenigen Laien sind Millisekunden, Mikrosekunden und sogar Nanosekunden wirklich ein Begriff. Die Berichte von diesen Geräten haben den Eindruck verbreitet, daß Computer Wundermaschinen sind, die alles können; aber auch unsere schnellsten und größten Geräte haben noch ihre realen Grenzen. Wo stehen wir heute? Hat die Entwicklung einen gewissen Abschluß erreicht? Und was ist in nächster Zukunft zu erwarten? Die Geschwindigkeit der Geräte hat sich in den letzten zwanzig Jahren im Durchschnitt pro Jahr verdoppelt. Das bedeutet eine Leistungssteigerung von rund eins zu einer Million. Kein anderes Gebiet der Technik hat eine solche Steigerung aufzuweisen. Dabei haben in verhältnismäßig kurzer Zeit die Technologien wesentlich gewechselt. Die Entwicklung ging von der Mechanik über die Elektrotechnik, die Elektronenröhre, mit den Transistor zur integrierten Schaltkreistechnik von heute.

Tüchtige Reklamefachleute haben das Schlagwort von den verschiedenen Computergenerationen geprägt. Demnach haben wir es heute mit der dritten Generation zu tun. Technologisch ist sie durch die integrierte Schaltkreistechnik gekennzeichnet. Demnach gehören die Röhrengeräte der ersten und die Transistorgeräte in konventioneller Schaltungstechnik der ~~ersten und~~ zweiten Generation an. Die Geräte der Pionierzeit existieren für diese

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Propagandisten nicht. Man müßte die Geräte aus der Zeit von 1935 - 1950 zur Generation 0 zählen und Babbage zur Generation -1. ~~Aber~~ das ist schließlich nur ein Streit um Worte.

Aber ~~es sind~~ nicht nur Technologie und Geschwindigkeit, welche sich geändert ~~haben~~. Die Größenordnung ist allerdings nur wenig gestiegen. Auch die ersten amerikanischen Pioniergeräte waren schon recht große Anlagen(z. B. ENIAC mit 18000 Röhren). Immerhin haben wir heute eine Breitenstreuung der Geräte in den Größenordnungen der Preise zwischen 50 000 bis 50 000 000 DM.

Wesentlich ist die Entwicklung von Einzelgeräten zu Systemen und Familien. Systeme bestehen aus einer Vereinigung verschiedener Einheiten, wie z. B. Ein- und Ausgabegeräten, Außenspeichern (Magnetbänder, Magnetplattenspeicher), angeschlossene Meßstellen usw.; aber auch der Ausbau einer umfangreichen Software eines "Betriebssystems" gehört zum Begriff System. Die größten Systeme stellen die sogenannten "time sharing Anlagen" oder "Vielfachzugriffsysteme" dar. Der Sinn ist zunächst ~~ein~~ ökonomischer: Leistungsfähige Anlagen sind sehr teuer und werden von einzelnen Benutzern oft nur schlecht ausgenutzt. Eine Hochleistungsrechenanlage kann daher eine Vielzahl von Teilnehmern gleichzeitig bedienen. Die einzelnen Teilnehmer sind über Pulte angeschlossen, und zwar bis zu mehreren hundert, die räumlich weit entfernt liegen können. Das System ist so organisiert, daß jeder einzelne Teilnehmer die Illusion hat, die Anlage stehe nur ihm allein zur Verfügung. In diese Vielfachzugriffsysteme werden große Hoffnungen gesetzt; jedoch ist die anfängliche Begeisterung

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

einer gewissen Ernüchterung gewichen. Die organisatorischen Schwierigkeiten sind erheblich. Es muß verhindert werden, daß die vielen gleichzeitig laufenden Programme sich gegenseitig stören. Es müssen Prioritäten geregelt werden und vieles mehr. Die Verwaltungsarbeit eines solchen Systems kann bei schlechter Dimensionierung bis zu 90 % der Rechenzeit in Anspruch nehmen.

Der Begriff Rechnerfamilie bezieht sich zunächst auf unabhängige Geräte verschiedener Größenordnung und verschiedenen Ausbaus. Hier spielt der Begriff "Kompatibilität" eine wichtige Rolle, d. h. die einzelnen Geräte müssen in Technik und Programmierung aufeinander abgestimmt sein. Hierdurch wird ein wesentlicher Nachteil der Geräte aus der Pionierzeit behoben, in der die rasch wechselnden Techniken und Fortschritte große Unterschiede der einzelnen Geräte zur Folge hatten. Diese Kompatibilität kann sich auf die Anschließbarkeit einzelner Einheiten an die verschiedenen Geräte, auf die Verwendung gleicher Ein- und Ausgabemedien (Lochkarten, Lochstreifen, Magnetbänder usw.) und auf die Verwendbarkeit der gleichen Programme in verschiedenen Gerätetypen erstrecken. Alle diese Dinge erfordern sorgfältige Planung, und so ist es verständlich, daß heute die Entwicklung einer solchen Rechnerfamilie Milliarden kosten kann.

Eine ähnlich rasante Entwicklung wie die "hardware" hat die "software" durchlaufen. Was sich hier ereignet hat, ist überhaupt einmalig in der Entwicklung der Technik. Auch in anderen Techniken sind Theorie und Praxis eng miteinander verknüpft. Auch ein Kraftwerk in traditioneller Technik braucht zu seiner Einrichtung und Betreibung organisatorische Anweisungen, die

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

sorgfältig ausgearbeitet werden müssen. Aber die Kosten hierfür ließen sich bisher durch geringe Aufschläge auf den Gesamtpreis berücksichtigen. Bei modernen Rechenanlagen haben wir aber eine völlig andere Situation. Der Aufwand für die Organisations- und Programmierungsarbeiten, die unter dem Namen "software" zusammengefaßt werden, kann mitunter umfangreicher sein, als für die Geräte selbst, also die "hardware". Hier stößt man auf eine psychologische Schranke bei den Benutzern der Anlagen. Man lebt immer noch zu sehr in der Vorstellung, daß diese kostspielige "software" durch den Lieferanten, etwa wie die Gebrauchsanweisung einer Waschmaschine mitzuliefern wäre. Solche Aufschläge würden aber die Kosten der Geräte derartig erhöhen, daß andere Kunden, die nicht so hohe Anforderungen an die Programmierung stellen, zu viel zahlen müßten.

Leider ist man uns auch in dieser Beziehung in USA um einige Jahre voraus. Hier handelt es sich nicht so sehr um eine technologische, sondern um eine psychologische Lücke. Wir haben noch nicht zur Genüge begriffen, daß auch die Software Geld kostet und letzten Endes vom Benutzer so oder so bezahlt werden muß. In USA verläuft ein Verkaufsgespräch zwischen einem Kunden und einer Computerfirma etwa wie folgt: "Die Anlage selbst kostet nach unserer Kalkulation etwa 1 Million Dollar. Dazu kommen aber Kosten für die Programmierung in etwa der gleichen Höhe. Wir empfehlen Ihnen, hiermit eine der folgenden bewährten Softwarefirmen zu beauftragen." Der amerikanische Kunde hat inzwischen gelernt, daß solch ein Angebot vernünftig ist. Bei uns ist hier noch manche falsche Vorstellung zu überwinden. So haben denn auch Softwarefirmen besonders in USA inzwischen große Bedeutung bekommen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Überhaupt müßten wir umdenken: Die ~~an sich~~ so bequeme Trennlinie zwischen dem Kunden auf der einen Seite und dem Lieferanten auf der anderen verschmilzt immer mehr.

Die Auffassung, daß die Aufstellung der Anlage einschließlich ihrer Programmierung und Organisation Angelegenheit des Lieferanten sei, ist sehr gefährlich für den Kundenkreis. Da die Computer immer weitere Gebiete von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft erobern, werden von ihnen immer größere Sektoren der einzelnen Fachgebiete erfaßt. Nehmen wir die Bauindustrie als Beispiel. Zunächst werden lediglich umfangreiche statische Rechnungen dem Computer überlassen. Es erscheint daher für ein Ingenieurbüro am bequemsten, diesen ganzen Komplex einem Rechenzentrum zu überlassen, welches über geeignete Geräte und Programme für Baustatik verfügt. Der eigentliche Entwurf der Bauten bleibt beim Ingenieurbüro. Als weitere Aufgaben werden vielleicht Vorkalkulation und Nachkalkulation von Rechnern übernommen; auch diese Arbeiten kann man dann dem Rechenzentrum übergeben. Der Bereich dessen, was vom Ingenieurbüro geleistet wird, ist damit schon erheblich eingeengt. Immerhin, die Hauptaufgabe, nämlich der eigentliche Entwurf und die Konstruktion bleiben beim Ingenieurbüro. Nun schreitet die Technik aber inzwischen so weit fort, daß auch Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten weitgehend mit Hilfe von Computern durchgeführt werden können. Diese Dinge sind zwar erst im Kommen; aber man kann schon heute absehen, daß sie eines Tages praktische Bedeutung haben werden. Damit geht es dann aber an den eigentlichen Kern der Aufgabe des Ingenieurbüros. Jetzt hört die Gemütlichkeit auf. Übergibt man auch diese Arbeiten dem Rechenzentrum, so ist praktisch die völlige Ablösung des Ingenieurbüros durch das Rechenzentrum erfolgt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

In klarer Erkenntnis dieser Entwicklung arbeiten denn auch weitsichtige Firmen von vornherein eng mit der Computerindustrie zusammen; sonst würde es eines Tages nur noch Computerindustrie geben, da dort die fortschrittlichsten und besten Fachleute auf sämtlichen Gebieten tätig ~~sind~~ wären.

Überhaupt ist die strenge Arbeitsteilung zwischen den Aufgaben für den Menschen auf der einen Seite und der Maschinen auf der anderen Seite im Schwinden begriffen. Ein enges Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine bildet sich heraus. Auch hierfür haben wir ein charakteristisches amerikanisches Schlagwort : "man - machine interaction".

Wer bedient wen? Diese Frage wurde mir einmal ~~in~~ anläßlich einer Vortragsdiskussion in bezug auf das Wort "Bedienungspult" gestellt. Am Anfang der Entwicklung war es tatsächlich oft so, daß der Mensch eher die Maschine bediente als umgekehrt. Der Mensch mußte sich ~~an die~~ dem komplizierten Codes der Maschine anpassen und ihr jede Kleinigkeit des Handelns vorschreiben. In der englischen Sprache hat man das Wort "operators desk", durch welches diese Fragestellung von vornherein vermieden wird.

Die weitere Entwicklung ging dann dahin, daß man der Maschine immer umfangreichere Arbeiten übertrug, so daß in zunehmendem Maße Aufgaben des Menschen durch die Maschine übernommen wurden. Trotz aller Fortschritte der logischen Organisation der Maschine und der Programmierungstechnik zeigten sich aber doch bald erhebliche Mängel. Das selbständige Handeln der Maschine hat Grenzen. Ohne ein häufiges Eingreifen des Menschen sind viele Probleme nicht zu lösen. Aus dieser Not

Aufgaben

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

hat man dann eine Tugend gemacht. Heute werden bei größeren Anlagen umfangreiche Maßnahmen getroffen, um dieses Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine so elegant wie möglich zu gestalten. Nicht mehr der Mensch muß sich der Sprache der Maschine anpassen, sondern umgekehrt.

Der Mensch hat im Gegensatz zur Maschine die Fähigkeit, bildliche Darstellungen sehr schnell zu überblicken und das Wesentliche zu erfassen. Man schließt also sogenannte Sichtgeräte in Form von Fernsehschirmen an den Computer an. Dadurch können sehr schnell Daten, Texte und grafische Darstellungen vom Computer herausgegeben werden. Bedienungstasten und ein "Lichtgriffel" sind die technischen Mittel, mit deren Hilfe der Mensch auf die Maschine einwirken kann, und zwar in engem Zusammenhang mit den grafischen Darstellungen.

Diese Technik führt wiederum zum Dialogverkehr zwischen Mensch und Maschine. Schon gibt es ganze Theorien dieses Dialogverkehrs. Selbstverständlich ist das weitgehend ein Sprachproblem. Der derzeitige Stand unserer formalen Sprachen erlaubt es jedoch nur, in Spezialsprachen mit verhältnismäßig engem Geltungsbereich mit der Maschine zu verkehren. Das Problem, in der menschlichen Umgangssprache direkt mit dem Computer zu verkehren, ist noch nicht zufriedenstellend gelöst. Es fragt sich auch, ob dies das ideale Ziel wäre.

Nicht alles, was wie ein Dialog aussieht, ist ein echter Dialog. Man macht oft "Pseudodialoge" mit fest vorprogrammierten Fragen und Antworten durch den Computer. Z. B. "sagt" der Computer bei der Eingabe: "Ihre Angaben sind nicht vollständig, bitte ergänzen Sie ..." Hier handelt es sich um fest vorgegebene

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Sätze, in denen an bestimmten Stellen Worte einzusetzen sind. Fast alle Computerfirmen haben effektreiche Vorführprogramme für das sogenannte " Nimm -Spiel", welches sehr leicht zu programmieren ist. Eingeflochtene Sätze, wie "Wenn Sie weiter so dumm spielen, werde ich gewinnen", täuschen hier auch nur einen Dialog mit dem Gegenspieler, der Maschine, vor.

Leider herrscht auf dem Computergebiet zur Zeit noch ein Babylonisches Sprachenwirrwarr. Eine Reihe von anerkannten problemorientierten Sprachen, wie FORTRAN, ALGOL, COBOL, ist in Gebrauch. Sie entstanden in einer Zeit, als die mit Computern gerechneten ~~Probleme~~ in erster Linie numerischer Natur waren. Hier liegt noch ein umfangreiches Neuland vor uns.

Mit dem Thema "Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine" stehen wir ~~am~~ bereits Übergang von der Gegenwart zur Zukunft. Weiteres ~~sei daher später~~ gesagt wird darüber im 3. Kapitel

Sind Elektronenrechner nun Wundergeräte, die alles können, wie mancher Zeitungsleser glaubt? Sie können zweifelsohne sehr viel; aber ihre Möglichkeiten sind trotzdem beschränkt. Manches Problem, welches mit viel Propaganda heute schon als gelöst bezeichnet wird, wird tatsächlich erst in fernerer Zukunft zu wirklich ausgereiften Resultaten führen. Der langen Liste von Aufgaben, welche heute schon von Computern bewältigt werden, läßt sich eine ~~ebenso~~ noch lange Liste der noch nicht gelösten Aufgaben gegenüberstellen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ein geschätzter Kenner der Materie hat einmal

Scherzhaft ~~hat jemand~~ gesagt: "Die vierte Generation der Computer wird diejenige sein, welche das leistet, was die Werbefachleute für die dritte Generation versprochen haben."

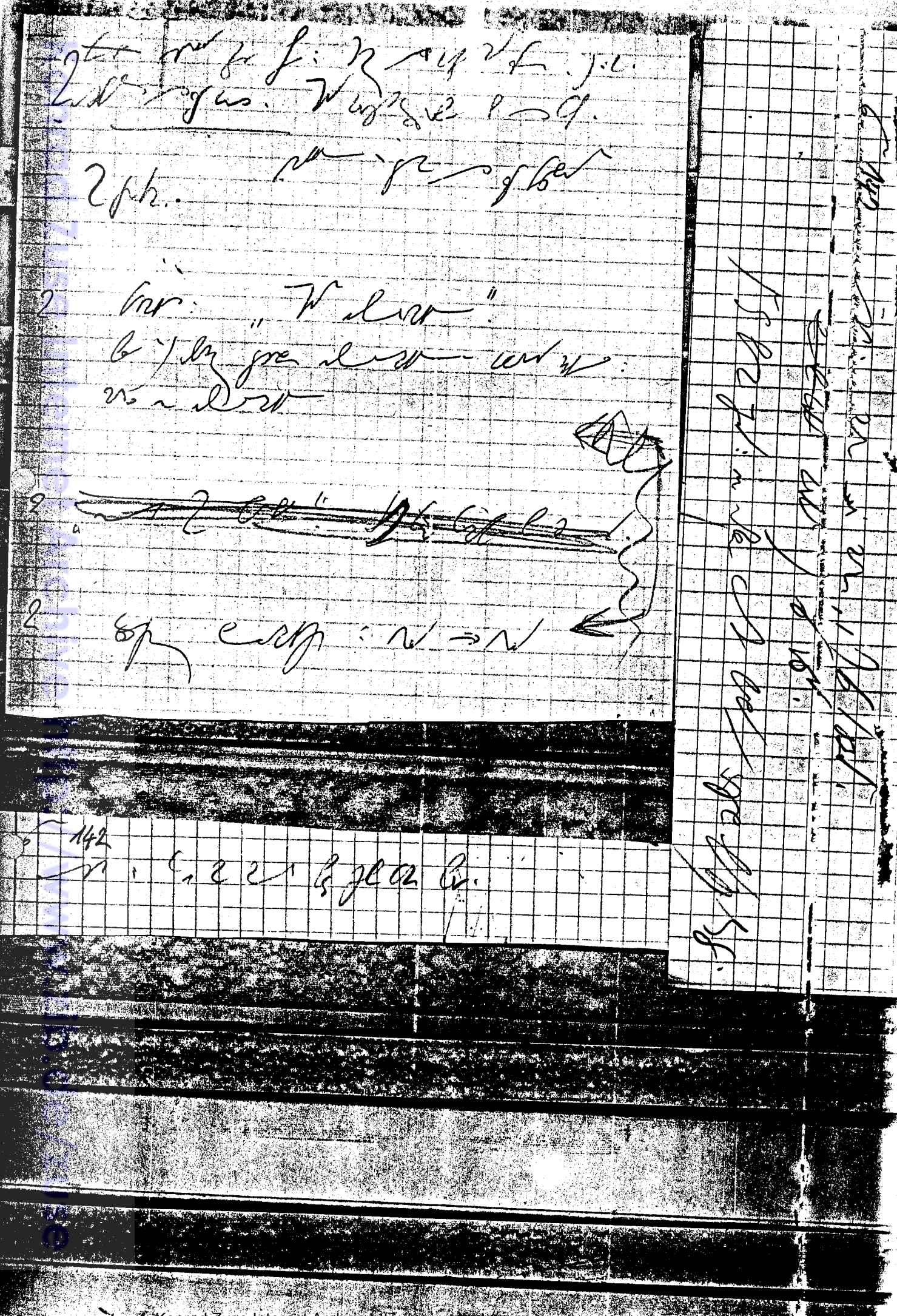
Wie steht es nun mit der vielzitierten technologischen Lücke? Unter diesem Motto fand ~~kürzlich~~ in Stuttgart eine Tagung statt. Interessant war der Vortrag ~~des~~ eines Engländers
Er leugnete das Vorhandensein einer solchen Lücke und machte sich lustig über die Deutschen, die durch solch eine Tagung erst die Aufmerksamkeit der Welt auf diesen Punkt lenkten, sehr zum Vorteil der Amerikaner, für die eine solche Tagung die beste Propaganda wäre.

Aber zweifelsohne bestehen auf vielen Gebieten solche Lücken. Diese mit der Zeit auszugleichen, ist aber ebenso sehr ein psychologisches wie ein technisches Problem. Erforderlich ist eine grundsätzlich andere Einstellung unserer gesamten Generation zu den Problemen der Naturwissenschaft und Technik. Die Uhr tickt.

Endlich!
Auf Seite 1 wurde das schon versprochen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Welt

~~Stand~~ der Theorien.

Neben dieser Welt der Technik gibt es eine Welt der Theorien. Solche Theorien sollten die Basis für die Entwicklung der praktisch einzusetzenden Technik bilden. Über welche theoretischen Grundlagen, die irgendwie im Bereich der Informationsverarbeitung liegen bzw. auf sie anwendbar sind, verfügen wir nun und wie weit haben sie die Technik befruchtet? Was liegt hinter den Bezeichnungen Informationstheorie, Automatentheorie, lernende Systeme, sich selbst organisierende Systeme, Schaltalgebra, Theorie der Formelsprachen, künstliche Intelligenz, generelles Problemlösen, Spieltheorie, Unternehmensforschung, Netzanalyse, Graphentheorie, symbolische Logik, symbolische Rechnungen und schließlich Kybernetik?

Um es vorweg zu sagen: Die hier genannten theoretischen Gebäude führen weitgehend ein Eigendasein neben der praktischen Technik. Die Verbindung zwischen beiden Seiten ist nicht immer so, wie man es sich vielleicht vorstellt. Das liegt zum Teil daran, daß diese Gebiete noch verhältnismäßig jung sind, zum Teil aber auch daran, daß die Denkweise der Theoretiker und der Praktiker zu verschieden ist. Wir befinden uns jedoch in einer Phase, in der sich diese Gegensätze ausgleichen, und es ist zu erwarten, daß die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren zu wirklich produktiver Zusammenarbeit großen Stiles kommt.

Zunächst spielen in der Informationsverarbeitung selbstverständlich die einzelnen Lehrgebäude der traditionellen Mathematik eine wesentliche Rolle. Da Computer zunächst in erster

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Linie schnelle numerische Rechner waren, bekamen die numerischen Lösungen erhöhte Bedeutung. Bei den reinen Mathematikern waren bis dahin numerische Lösungen nicht recht angesehen. Eine Differentialgleichung galt erst dann als gelöst, wenn die analytische Lösung angegeben werden konnte. Numerische Lösungen stellen immer irgendwie einen Behelf dar. Mit dem steigenden Einsatz von Computern kamen diese numerischen Lösungen dann allerdings immer mehr in den Vordergrund, so daß es eine Zeit lang so aussah, als würden sie völlig das Feld beherrschen und die gute alte analytische Lösung verdrängen. Das Werkzeug Computer begünstigte eben die numerischen Lösungen. Heute sind wir allerdings dabei, den Bereich des Rechnens und den Anwendungsbereich der Computer weit über numerische Rechnungen hinaus auszudehnen und auch logische Operationen zu ermöglichen. Unter dem Stichwort symbolische Rechnungen sind heute oder besser gesagt vielleicht morgen auch analytische Lösungen dem Computer zugänglich.

Eine wichtige Rolle in der Computerentwicklung hat die symbolische Logik gespielt. Die im Aussagenkalkül behandelten "Wahrheitswerte" können rein formal als Ja-Nein-Werte bzw. zweiwertige logische Größen aufgefaßt werden. Der Aussagenkalkül wurde ursprünglich geschaffen, um die "Wahrheit" mathematischer Sätze beweisen zu können. Es waren die "abgewandten" Mathematiker, d. h. die den irdischen Problemen der Mathematik völlig "abgewandten" reinen Mathematiker, die diese logischen Kalküle aufbauten. Heute ist der logische Kalkül zu einem offiziell benutzten Werkzeug der "angewandten" Mathematik geworden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Allerdings benutzt man mehr die rein formale algebraische Seite, weswegen man mehr von "Boole' scher Algebra" spricht.

Wichtig sind auch die weiteren Kalküle der symbolischen Logik, wie Prädikaten- und Relationenkalkül. Durch den Begriff des Prädikats ist es möglich, Mengen von Elementen Eigenschaften zuzuordnen. Ist z. B. x die Menge der ganzen Zahlen, so kann man definieren Ger(x) ≡ "x ist eine gerade Zahl". Diese Prädikate können wieder als Aussagenwerte in aussagenlogischen Formeln benutzt werden. Große Vorteile bringt die Einführung der sogenannten "All-" und "Existenz"-Operatoren, mit denen Aussagen über Mengen von Gegenständen gemacht werden können. Diese Operatoren wurden unbewußt schon lange in der praktischen Datenverarbeitung auch ohne Computer benutzt, etwa beim Lochkartenverfahren, z. B. in Ermittlungsverfahren: "Es gibt (mindestens einen) Angestellten, der die Eigenschaften hat älter als 40, unverheiratet und Ausbildung als Buchhalter". Diese Forderung läßt sich streng mit Hilfe der symbolischen Logik formulieren. Die Lochkartenfachleute drücken allerdings den gleichen Zusammenhang in ihrer eigenen Sprache aus.

Weitere derartige Operatoren sind z. B. "derjenige welcher" und "diejenigen welche". Ihre Einführung in die Informationsverarbeitung kann sehr vorteilhaft sein. Jedoch ist der bereits erwähnte Plankalkül bis jetzt wohl ziemlich der einzige Versuch, dies systematisch durchzuführen. (Neuerdings haben wir derartige Versuche auch in USA.)

Ein wichtiger Kalkül ist der Relationenkalkül, auch zweiwertiger Prädikatenkalkül genannt. Durch ihn können Beziehungen zwischen Gegenständen festgelegt werden, z. B. $a \prec b$ (a ist kleiner als b).

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

In der Praxis der Informationsverarbeitung haben wir es laufend mit derartigen Relationen zu tun. Zum Beispiel kann ein Verkehrsnetz durch die Relation: "Ort A ist mit Ort B durch eine Straße verbunden" beschrieben werden. Technische Konstruktionen, wie z. B. die Stabwerke einer Brücke können in ähnlicher Weise dargestellt werden. Aber auch hier hat man in der Praxis noch nicht genügend Gebrauch von den Möglichkeiten der symbolischen Logik gemacht. Leider ist es wiederum nur der Plankalkül, bei dem systematisch dieser Weg gegangen wurde.

Zur Darstellung einer Relation gibt es drei verschiedene Verfahren, die alle drei gut in der Informationsverarbeitung ihre Verwendung finden können:

1. die Paarlisten,
2. die Matrix,
3. die Pfeilfigur.

Die Paarliste besteht einfach in der Aufzählung der Paare von Elementen, für welche die Relation zutrifft. Beim Straßennetz wäre es z. B. die Aufstellung der Ortspaare, die durch eine Straße direkt miteinander verbunden sind.

Die Matrix ist eine quadratische Anordnung von Feldern. Die Zeilen und Spalten sind den Elementen zugeordnet, und in dem Kreuzungspunkt je einer Zeile und Spalte befindet sich ein Ja-Nein-Wert (z. B. angekreuzt oder nicht), welcher besagt, daß die der Zeile bzw. der Spalte zugeordneten Elemente durch die Relation miteinander verbunden sind. Die Pfeilfigur ist schließlich die bildliche Darstellung dieser Relation.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Neuerdings wird die Graphentheorie vielfach angewendet. Sie ist eigentlich eine Erweiterung des Relationenkalküls. Man arbeitet in erster Linie mit der Darstellungsform der Pfeilfigur, nennt diese aber einen Graphen und die Pfeile Kanten. Die Erweiterung besteht darin, daß den einzelnen Kanten noch weitere Werte zugeordnet werden können (im Beispiel des Straßennetzes etwa die Entfernung).

Bedeutung haben auch Mengenlehre und Gruppentheorie. Dabei braucht der Fachmann der Informationsverarbeitung und angrenzender Gebiete (z. B. Automatentheorie) keineswegs diese Gebiete insgesamt zu beherrschen. Leider existieren aber kaum Darstellungen, die aus den genannten Gebieten genau das herausssieben, was benötigt wird. So ist die Mengenlehre in ihrer Gesamtheit ein sehr umfangreiches Lehrgebäude. Die Feinheiten der Mengenlehre liegen nun aber gerade bei der Behandlung unendlicher Mengen. Der Datenverarbeitungsfachmann hat es aber im allgemeinen nur mit endlichen Mengen zu tun. Ihm genügen Begriffe wie: Vereinigung zweier Mengen, Durchschnitt zweier Mengen, Teilmenge, echte Teilmenge, Nullmenge und dergleichen, die angewendet auf endliche Mengen verhältnismäßig elementar sind und keineswegs das Studium der Höheren Mathematik erfordern.

Ähnlich steht es mit der Gruppentheorie. Man liest z. B. in Fachbüchern, daß die Theorie der formalen Sprachen mit dem Begriff der Halbgruppe arbeitet. Auch hier ist es zunächst mühsam, aus der sehr umfangreichen Gruppentheorie das herauszusuchen, was benötigt wird. Tatsächlich ist eine freie Halbgruppe, wie sie die Sprachtheoretiker benutzen, sehr einfach zu verstehen: Sie besteht einfach in dem Aneinandersetzen von Zeichen eines Alphabets in beliebiger Reihenfolge zu Worten und Sätzen. Das kann an sich jede Gemüsefrau, auch ohne Kenntnis der Gruppentheorie.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

11 14 8 10 13 22

Zur Informationstheorie.

Es herrscht oft die Vorstellung, daß die Informationstheorie die Theorie der Informationsverarbeitung wäre. Das ist jedoch nicht so. Auch die Informationstheorie entstand ursprünglich völlig unabhängig von den etwa gleichzeitigen ersten Entwicklungen informationsverarbeitender Maschinen.

Die ursprüngliche Zielsetzung bestand darin, ein Maß für die Leistungsfähigkeit von Informationsübertragungsanlagen zu erhalten. Die sich rasch entfaltende Nachrichtentechnik entwickelte immer neue und wirkungsvollere Techniken zur Übertragung von Nachrichten verschiedenster Art. (Telegramm, Fernsprechen, Musik, Bildübertragung usw.) Während man in der Energieübertragungstechnik (auch als "Starkstromtechnik" bezeichnet) objektive Meß- und ~~Übertragungs~~berechnungsmöglichkeiten über Leistung, ~~die~~ Verluste und deren Kosten zur Verfügung hatte, fehlten solche Vergleichsmaßstäbe in der Nachrichtentechnik. Shannon und von Neumann und andere entwickelten daraufhin die Informationstheorie, in der Begriffe wie "Informationsgehalt", "Redundanz", "Entropie" und andere mit mathematischer Klarheit definiert wurden. Diese rein mathematischen Definitionen decken sich nicht immer mit den Begriffen der Umgangssprache und den Vorstellungen des täglichen Lebens. Hieraus entsteht mancher Konflikt. Am einfachsten sind die Grundbegriffe der Informationstheorie wohl am Beispiel der Übertragung einer aus einzelnen Zeichen bestehenden Nachricht zu verstehen. Man spricht von einem Alphabet, welches aus n Zeichen besteht, beispielsweise den 26 bekannten Buchstaben. Durch eine Kette von solchen Zeichen kann dann eine Nachricht oder Information übertragen werden. Aus den Variationsmöglichkeiten der verschiedenen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Kombinationen ergibt sich dann der mit Hilfe eines solchen Alphabets und einer Folge von n Zeichen maximal zu übertragende Informationsgehalt. Da jedes einzelne Zeichen 26 Möglichkeiten zuläßt (entsprechend den 26 Buchstaben des Alphabets) kann also eine Kette von n Zeichen 26^n verschiedene Kombinationen annehmen. Man definiert jetzt den Informationsgehalt als den Logarithmus dieses Wertes zur Basis zwei. Dies ergibt einen Wert, der in "bit" (Abkürzung von binary digit) gemessen wird. Ein bit stellt die elementare Informationseinheit dar und läßt zwei mögliche Werte zu. Anschaulich kann man sich das so vorstellen: Stelle ich mir die Aufgabe, die 26 Buchstaben des Alphabets durch Lochfelder auf einer Lochkarte zu verschlüsseln, so brauche ich mindestens 5 Felder, auf die je ein Loch gesetzt werden kann oder nicht. Der Informationsgehalt dieser 5 Felder ist 5 bit. Die Variationsmöglichkeit jedes $2^5 = 32$, d. h. mit diesen 5 Lochfeldern kann ich 32 verschiedene Kombinationen darstellen. Benutze ich davon nur 26, so bleiben 6 Möglichkeiten unausgenutzt. 4 Lochfelder würden jedoch nicht genügen, denn sie lassen nur $2^4 = 16$ Möglichkeiten zu. Da 26 zwischen 16 und 32 liegt, muß auch der Informationsgehalt eines einzelnen Buchstaben zwischen 4 und 5 bit liegen. Der richtige Wert ist der Logarithmus zur Basis 2 von 26. In gleicher Weise kann man bei der aus n Zeichen bestehenden Nachricht vorgehen. Hierbei ist allerdings stillschweigend eine Voraussetzung gemacht: Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines jeden Zeichens an jeder Stelle der Zeichenfolge muß gleich groß sein. Nur so stimmt die pauschale Formel für den Informationsgehalt. Tatsächlich ist das aber bei den praktisch übertragenen Nachrichten insbesondere bei Benutzung einer Umgangssprache nicht der Fall. Habe ich zum Beispiel im Deutschen die beiden Zeichen di, so folgt mit großer Wahrscheinlichkeit als

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

nächstes Zeichen e. Wir haben es mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeitsverteilung einmal der einzelnen Buchstaben selbst und zum anderen ihrer Aufeinanderfolge zu tun. Dadurch besteht z. B. in vielen Fällen die Möglichkeit, einen verstümmelten Telegrammtext doch noch zu erraten und zu rekonstruieren. Der Informationstheoretiker spricht dann von Redundanz. Der Informationsgehalt eines solchen Textes ist dann allerdings eingeschränkt, weil durch derartige grammatische und textale Bindungen die volle Variationsmöglichkeit des betrachteten Übertragungskanals nicht ausgenutzt wird. Daher kommt die Informationstheorie weiterhin zu dem Schluß, daß ein Text dann einen maximalen Informationsgehalt hat, wenn eben derartige Bindungen nicht bestehen und jedes Zeichen an jeder Stelle die gleiche Wahrscheinlichkeit hat. Dann besteht nämlich keinerlei Möglichkeit, den nächsten Buchstaben zu erraten oder einen verstümmelten Text zu korrigieren. Der Mathematiker spricht von maximaler Entropie, da ähnliche Verhältnisse beim Entropiebegriff der Wärmelehre vorliegen. (Entropie = Maß für die Unordnung bzw. die Wahrscheinlichkeit eines thermodynamischen Zustandes). Diese Definition vom Informationsgehalt entspricht aber nicht unseren Vorstellungen des täglichen Lebens. Eine solche Zeichenfolge kann zum Beispiel durch Würfeln auf der Seite des Senders erzeugt werden. Im allgemeinen wäre dies aber völlig sinnlos; denn was nützen dem Empfänger die Daten über Ergebnisse des Würfels auf der Senderseite? Nur wenn dies beispielsweise mit einer Ausschüttung von Lotteriegewinnen verbunden wäre, hätte diese Informationsübertragung Wert für den Empfänger.

In anderer Auffassung kann man den Begriff "Information" von "in Form setzen" ableiten, was das Herstellen einer gewissen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ordnung (Form) bedeuten würde. Dies stünde im Gegensatz zur maximalen Unordnung eines Textes mit maximalem Informationsgehalt.

Bei sorgfältigen Definitionen lassen sich diese Schwierigkeiten durchaus meistern. Mit diesem Beispiel sollte nur gezeigt werden, welche Schwierigkeiten bestehen, wenn man Begriffe der Informationstheorie auf Gebiete anwendet, an die die Schöpfer der Informationstheorie ursprünglich nicht gedacht haben. Gerade die Untersuchungen der Kybernetiker laufen manchmal Gefahr, den ursprünglich mathematisch exakten Boden der Informationstheorie zu verlassen. Verantwortungsbewußte Wissenschaftler bemühen sich dann auch mit Erfolg, durch Einführung neuer Begriffe wie "Überraschungswert", "Auffälligkeit", "psychologischer Informationsgehalt" usw. Ordnung in das System zu bringen. Das anfängliche Bestreben, überall den Informationsgehalt zu messen, ist einer etwas nüchterneren Betrachtung gewichen. Kein ernster Kybernetiker wird etwa behaupten, den Informationsgehalt eines Bildes von Rembrandt messen zu können. Allerdings zeugt es nicht gerade von wissenschaftlicher Exaktheit, wenn der Begriff "Information" als solcher gleichgesetzt wird mit "Informationsgehalt". Auch der neuerdings benutzte Begriff "Wert der Information" wirft selbstverständlich sehr schwierige Fragestellungen auf, die sich nicht immer wissenschaftlich exakt beantworten lassen.

In der "Theorie der Informationsverarbeitung" spielen die Begriffe der "Informationstheorie", wie schon gesagt, zunächst nicht die entscheidende Rolle. Um zu erkennen, daß das bit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die elementare Informationseinheit ist, bedarf es keiner mathematisch komplizierten Theorie. Wertvoll ist der Begriff der Redundanz, wenn man ihn auf verschiedene Codes anwendet. Man kann jedoch, ohne die Bedeutung der Informationstheorie herabzusetzen, sagen, daß der heutige Stand der Informationsverarbeitung im wesentlichen auch ohne diese Theorie erreicht worden wäre.

Etwas spaßig ist z. B. folgendes: Bei einem Computer, der nach Einstellung der Eingangswerte und des Programms längere Zeit selbständig arbeitet, kann sich der Informationsgehalt im Sinne der Informationstheorie nicht erhöhen; mit anderen Worten, es kann keine neue Information geschaffen werden. Tatsächlich bedeuten die Werte der Lösung eines Gleichungssystems mit 100 Unbekannten für den Benutzer des Gerätes aber eine erhebliche Information, denn aus welchem anderen Grunde benutzt er denn die teure Maschine, wenn nicht, um wichtige Informationen zu erhalten? Der Schlüssel zu diesem Widerspruch liegt darin, daß man in diesem Falle das Gesamtsystem Mensch und Maschine betrachten muß; damit kommt man zu Begriffen, wie individueller Informationsgehalt usw., auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden soll.

Einiges Unbehagen flößt es allerdings dem normalen Menschen ein, wenn die Kybernetiker den Menschen selbst, insbesondere sein Nervensystem einschließlich Gehirn, wie eine Telfonzentrale auseinander nehmen und die zugehörigen Vorgänge in einzelne bits auflösen. Hier kann eine richtig erweiterte Informationstheorie sehr wertvolle Dienste leisten. Wir werden leider nicht darum herumkommen, diesen Weg zu gehen, wenn wir die großen Möglichkeiten, die in den neuen Wissenschaftsgebieten der Informationsverarbeitung und der Kybernetik liegen, erschliessen wollen. Manchmal hat man allerdings den Eindruck, daß das vielleicht Notwendige mit etwas mehr Ehrfurcht erfolgen sollte.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Zur Automatentheorie.

Auch von der Automatentheorie muß man zunächst gesagt werden, daß sie nicht identisch ist mit der Theorie der Automation. Sie entstand verhältnismäßig unabhängig etwa gleichzeitig mit der Entwicklung der Datenverarbeitungsanlagen und hat von dieser entscheidende Anregungen erfahren.

Obgleich man ursprünglich wohl daran dachte, mit Hilfe der Automatentheorie die Verhaltensweise konkret vorhandener Geräte zu beschreiben, kann man sie auch rein abstrakt auf mathematische Beziehungen anwenden. Anschaulicher ist es jedoch, sich zunächst den Automaten als konkretes Gerät vorzustellen, das verschiedene Zustände einnehmen kann. Hierzu kommen Möglichkeiten, Eingangssignale einzugeben und Ausgangssignale abzulesen, konkret vorstellbar durch eine Tastatur und eine ~~irgendwie geartete~~ Anzeigevorrichtung. Damit sind dem Automaten zunächst drei Mengen von Elementen bzw. Werten zugeordnet: 1. die Menge der Zustände, 2. die Menge der Eingangssignale, 3. die Menge der Ausgangssignale. Das Verhalten des Automaten ist nun durch Übergangsfunktionen gekennzeichnet, welche angeben, welcher Folgezustand und welches Ausgangssignal sich aus einem gegebenen Zustand und einem gegebenen Eingangssignal ergeben. Dieser Grundgedanke ist also sehr elementar und entspricht der Denkweise des Ingenieurs. Diese Übergangsfunktionen werden in der Automatentheorie im allgemeinen durch sogenannte Zustandstabellen dargestellt.

Die Einführung dieses Zustandsbegriffes ist zugleich Stärke und Schwäche der Automatentheorie. Die Aufzählung der möglichen Zustände und ihrer Folgebeziehungen enthebt mich der Notwendigkeit,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

diese Zustände in ihre einzelnen Elemente zu zerlegen und konkret etwa die Position von Relais, Flip-Flops, Speicher-~~gittern~~ gliedern usw. darzustellen. Andererseits aber ist es bei praktisch ausgeführten Automaten unmöglich, derartige Zustandstabellen tatsächlich aufzustellen, weil die Zahl der möglichen Kombinationen der Position der einzelnen Elemente ~~eine solche Größe ergibt~~ so groß ist, daß sie ~~rein quantitativ~~ nicht zu bewältigen ~~sind~~ ist. ~~Dies~~ ist einer der entscheidenden Gründe, warum die Automatentheorie bisher kaum Eingang in die Konstruktionsbüros praktischer Automaten gefunden hat.

Für theoretische Untersuchungen allgemeiner Art bewährt sich jedoch der Zustandsbegriff sehr gut, da hierbei im allgemeinen nur generelle Eigenschaften verschiedener Automatentypen untersucht werden, die wiederum aus generellen Eigenschaften der Zustandstabellen abgeleitet werden können.

So unterscheidet man z. B. finite Automaten, autonome Automaten, zellulare Automaten usw. Der Begriff der Äquivalenz von Automaten wird streng definiert.

Die Automatentheoretiker spielen auch gern mit dem "schwarzen Kasten". Die Aufgabe besteht darin, die zunächst unbekannten Gesetze eines gegebenen Automaten zu erforschen, mit dem man nur durch Ein- und Ausgabe in Verbindung treten kann. (Man muß hierbei nicht unbedingt an einen technischen Automaten denken.)

Die Schaltalgebra kann als Teil der Automatentheorie betrachtet werden. Diese entstand ja in enger Zusammenarbeit mit der Entwicklung der Computer und hat somit auch praktische

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Anwendung gefunden. Allerdings darf man sich auch hier keine falschen Vorstellungen machen. Die Fälle, in denen durch Anwendung der Schaltalgebra in der Praxis wirklich Schaltungen entworfen bzw. vereinfacht wurden, sind verhältnismäßig selten. Aus meiner eigenen Praxis kann ich dazu bemerken, daß der Wert der Schaltalgebra weniger in der direkten praktischen Anwendung als in der Schulung des schaltungsmäßigen und logischen Denkens besteht. So sind die Begriffe "Und-Glieder", "Oder-Glieder" usw. heute allgemein in der Schaltungspraxis des Rechenmaschinenbaus eingeführt, ohne daß deswegen immer mit Formeln des Aussagenkalküls oder der Boole'schen Algebra gearbeitet wird.

4 5 2 3 1

Die Automatentheorie eignet sich auch gut zur theoretischen Behandlung formaler Sprachen. Dieses sehr weite und wichtige Gebiet wurde in diesem Buch schon verschiedentlich erwähnt. Man unterscheidet heute eine große Zahl verschiedener Sprachtypen und untersucht ihre Eigenschaften, ihre gegenseitigen Abgrenzungen und ihre Beziehungen. Aus der Fülle der verschiedenen Sprachformen seien einige herausgegriffen: Natürliche Sprachen, Fachsprachen, metalinguistische Sprachen, formale Sprachen, algorithmische Sprachen, beschreibende Sprachen, problemorientierte Sprachen, maschinenorientierte Sprachen, Befehlscodes usw. Besondere Bedeutung für die Informationsverarbeitung haben selbstverständlich die algorithmischen Sprachen, d. h. die Befehlssprachen, durch welche Computerprogramme dargestellt werden können. Ihre Zahl ist mannigfaltig. Erwähnt wurden schon FORTRAN, ALGOL und COBOL. Neuerdings bekommt die von der IBM eingeführte Sprache PL 1 große Bedeutung. Die einzelnen Sprachen unterscheiden sich in ihren

Firma

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

logischen Möglichkeiten und in der Art und Weise, wie z. B. Ein- und Ausgabegeräte mit erfaßt werden können. Alle diese Sprachen wurden, wie auch schon erwähnt, ursprünglich in erster Linie im Hinblick auf numerische Rechnungen entwickelt im Gegensatz zum ebenfalls bereits erwähnten Plankalkül, der von vornherein das gesamte Spektrum der eigentlichen Informationsstrukturen und logischen Möglichkeiten der Informationsverarbeitung umfaßt.

Sehr wichtig ist das Problem der sogenannten Compiler oder auch Formelübersetzer. Hier handelt es sich darum, ein in einer allgemeinen Programmiersprache, z. B. ALGOL, gegebenes Programm in den Code einer speziellen Maschine umzusetzen. Theoretische Untersuchungen, die sich hiermit befassen, haben selbstverständlich unmittelbare praktische Bedeutung.

Automatentheorie und Theorie der Formelsprachen sind in gewisser Weise aufeinander abbildbar, so daß man die eine Theorie als Teilgebiet der anderen auffassen kann und umgekehrt. ~~Das ist jedoch nur ein Streit um Worte.~~

Die Bedeutung dieses Gesamtgebietes für die Zukunft darf nicht unterschätzt werden. Es ist durchaus denkbar, daß nicht nur die praktische Informationsverarbeitung, sondern auch wesentliche Teile der reinen Mathematik Gegenstand der Bearbeitung durch diese Theorien werden. Schon immer hat man ja die nach strengen Gesetzen ablaufende mathematische Umformung mit maschinellen Mechanismen verglichen. Mancher "Geisteswissenschaftler" hat daher auch die Mathematik als die niedrigste aller ~~Geisteswissenschaften~~ bezeichnet.

Wer Quelle ?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Hier noch 2

Eine Andeutung zukünftiger Möglichkeiten ~~sei noch gemacht.~~ Axiomensysteme der Mathematik sind in der heutigen Form inaktiv. Sie stellen lediglich ein System von Grundsätzen dar, auf welche ein gegebener Satz des betreffenden mathematischen Gebäudes "zurückgeführt" werden kann. Die Tätigkeit dieser Zurückführung ist Sache des Mathematikers. Den umgekehrten Prozeß könnte man als die "Entfaltung" eines mathematischen Gebäudes aus den Axiomen heraus bezeichnen. Diesen Prozeß könnte man durch die Automatentheorie in strenge Regeln fassen. Wir kommen dann vom "Axiomensystem" zur "mathematischen Keimzelle". Hierauf können wiederum ~~interessante~~ weitere Theorien biologischer und technischer Keimzellen aufgebaut werden, ~~worauf später noch eingegangen werden soll.~~ Durchdenkt man diese Konsequenzen einmal in Ruhe, so hat die Automatentheorie tatsächlich die Chance, eine der wichtigsten Theorien überhaupt zu werden. In diesem Zusammenhang ~~ist es bezeichnend~~, daß die russischen Mathematiker die Automatentheorie entscheidend beeinflußt haben. Schon heute kann man die Ansicht hören, daß die russischen Mathematiker ihren westlichen Kollegen überlegen seien, worüber ich mir kein Urteil erlauben kann; aber es hat vielleicht durchaus tiefere Gründe, die möglicherweise ~~tief~~ in der russischen Volksseele verankert sind, daß die Russen ~~sich~~ für die Automatentheorie besonders ~~interessieren~~. prädestiniert sind.

muss erwähnt werden

Etwas kühn, aber trotzdem erwähnenswert mag in diesem Zusammenhang folgender Gedanke sein: Spengler ordnet jedem Kulturkreis ein Grundsymbol zu, welches sich unter anderem auch in der für den betreffenden Kulturkreis typischen Auffassung der Mathematik äußert. Bei uns ist dies etwa die Analysis, das Unendlichkeitsprinzip und der Funktionsbegriff. Den Russen

Straffer formulieren: apollinische, magische, faustische, russische Mathematik

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ordnet er das "Brüderchen-Prinzip" zu. Es äußert sich architektonisch z.B. in dem Nebeneinander vieler kleiner Türmchen auf russischen Kirchen. Unsere westlichen "Faustischen" Mathematiker stört an der Automatentheorie die Unterdrückung des Funktionsprinzips in der Darstellung, zu Gunsten eines Nebeneinanders in der Aufstellung der fünf verschiedenen Mengen, durch welche ein Automat gekennzeichnet ist. Auch das gleichmäßige brüderliche Nebeneinander der verschiedenen Zustände im Gegensatz zu einer funktionellen Ordnung der einzelnen Elemente liegt in dieser Richtung.

Ein weiteres Schlagwort, welches häufig genannt wird, ist die "künstliche Intelligenz", welche eng verwandt mit dem "general problem solving" ist.

Hierbei geht es um die Lösung solcher Probleme, welche sich mit normalen Algorithmen nicht erfassen lassen. Ein typisches Beispiel ist der Unterschied zwischen Differenzieren und Integrieren. Von der Schulmathematik her wissen wir alle noch, daß die Operation des Differenzierens einer gegebenen Formel nach fest vorgegebenen Regeln erfolgt und systematisch erlernt werden kann. Dieses Erlernen mag manchem zwar mühsam erscheinen; das Differenzieren gehört aber zu denjenigen Fertigkeiten, die der Student vor dem Vorexamen sich beim Repetitor einbimsen lassen kann. Eigentliche mathematische Begabung ist dazu nicht erforderlich. Infolgedessen muß sich der Algorithmus des Differenzierens auch für Rechengeräte programmieren lassen. Tatsächlich gibt es heute bereits derartige Programme. Wesentlich anders liegt der Fall beim Integrieren. Nur in einer beschränkten Zahl von Fällen können hier allgemeine Regeln angegeben werden, nach denen die Bildung des Integrals schematisch möglich

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ist. In schwierigen Fällen gibt es keine solche Regel und das Integral muß auf dem Wege mühsamen Suchens gefunden werden. Dieser Suchprozeß ist sehr schwer in einen Algorithmus zu fassen. Man spricht oft von "Intuition" oder "genialem Einfall", wenn mehr oder weniger durch Zufall die Lösung für ein lange gesuchtes Integral gefunden wird. Typisch hierfür sind bestimmte Einsetzungen, die den Schlüssel für das weitere Vorgehen geben. Ist dieser Schlüssel gefunden, so läuft alles weitere schematisch ab.

So kommt es dann oft vor, daß ein Professor während einer Mathematikvorlesung eine solche Einsetzung an die Tafel schreibt, ohne anzugeben, wie er zu dieser Lösung gekommen ist. Der Durchschnittsstudent nimmt dies einfach als gegeben hin und folgt weiter der Vorlesung des Professors. Der mathematisch wirklich Begabte unter den Studenten wird jedoch an dieser Stelle stutzig und fragt sich: "Warum gerade diese Einsetzung?" Sein Geist arbeitet weiter, ohne die Lösung zu finden. Inzwischen verpaßt er aber den weiteren Verlauf der Vorlesung und fällt deshalb später durchs Examen.

Diese Darstellung mag etwas kraß sein; aber so etwas kommt vor. Tatsächlich hätte der Professor auch beim besten Willen nicht alle die komplizierten Wege angeben können, welche zu dieser Lösung geführt haben, dies schon gar nicht, wenn er die Lösung mehr oder weniger zufällig gefunden hat.

Hier liegt der wesentliche Unterschied zu den Problemen, welche sich durch normale Algorithmen lösen lassen: Ich sage ausdrücklich "normale" Algorithmen, da es gerade die Aufgabe der künstlichen Intelligenz ist, auch für ein solches Suchproblem algorithmische Lösungen zu finden. Ähnlich liegen z. B. die Verhältnisse bei Brettspielen und dergleichen. Da ein Algorithmus

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zur Auffindung des optimalen nächsten Zuges z. B. beim Schachspiel aus quantitativen Gründen ~~(vergl. Seite~~ nicht aufgestellt werden kann, muß ein Kompromiß ~~gemacht werden~~ geschlossen und ein "guter" Zug ermittelt werden.

Beim "allgemeinen Problemlösen" hat man z. B. schon mit Erfolg geometrische Sätze bewiesen. Auch dies erfolgt auf Grund eines komplizierten Such- und Probierprozesses.

Beispiel

Die Erfolge dieser Bestrebungen sind noch verhältnismäßig bescheiden. In die Praxis haben sie wohl noch keinen Eingang gefunden. Das ganze Gebiet steht noch am Anfang. Voreilige Kritiker haben daraus den Schluß gezogen, daß es sich hierbei um ein prinzipiell unlösbares Problem handele, wie etwa die Quadratur des Kreises. Dem muß aber energisch widersprochen werden. Zunächst haben wir es mit einer qualitativen Überlegenheit des menschlichen Gehirns zu tun. Die allgemeine Problemlösung liegt zweifelsohne auf einem höheren Niveau als z. B. das numerische Rechnen. Bei näherer Untersuchung stellt man aber fest, daß diese qualitative Überlegenheit wesentlich auf der quantitativen Überlegenheit in der Anzahl der Ganglienzellen beruht. Assoziatives Gedächtnis und assoziative Speicher spielen eine wesentliche Rolle bei diesen Dingen. Im Vergleich zu biologischen Systemen ist die Anzahl der Elemente in technischen Systemen aber heute noch sehr klein. Durch die hohe Geschwindigkeit der elektronischen Rechengeräte kann dies nur zum Teil ausgeglichen werden. Die Qualität hat ihre Ursache in der Quantität. Wenn das Tempo der Entwicklung der Hardware der Informationsverarbeitungsgeräte weiter so anhält wie in den letzten zwanzig Jahren, ist abzusehen, daß der Tag kommt, an dem auch die Computer die nötigen Voraussetzungen zur Lösung

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

solcher Probleme mitbringen. Man sei vorsichtig mit Prophezeiungen über das, was Rechengeräte angeblich nie können werden. Die Uhr tickt.

Karl Schon wieder

Ein Blick sei noch auf "lernende Systeme" geworfen. Auf diesem Gebiet hat Professor Steinbuch viel gearbeitet. Der Begriff des Lernens in einem lernenden System ist allerdings nicht völlig identisch mit dem uns aus dem täglichen Leben her vertrauten Lernbegriff, z. B. ist das Auswendiglernen eines Gedichtes kein solcher Lernvorgang. Für einen Computer würde das lediglich die Eingabe einer längeren Information beispielsweise über einen Lochstreifen bedeuten.

9 7

typisches Für

Ein ~~elegan~~teres Beispiel eines Lernvorgangs ist folgendes: Einem Kind wird eine Reihe verschieden farbiger Kästen ins Kinderzimmer gestellt. Gelegentlich legt die Mutter unbemerkt ein Stück Schokolade in einen Kasten, jedoch stets in den gleichen Kasten, sagen wir in den mit der Farbe Blau. Das Kind wird zunächst spielerisch und wahllos aus Neugierde die Kästen untersuchen. Nachdem es mehrmals festgestellt hat, daß der blaue Kasten ~~häufig~~ Schokolade enthält, die anderen aber nicht, hat es gelernt, zuerst immer diesen Kasten zu untersuchen. Am Anfang hat das Kind ein solches inneres Bild von der Umwelt, bei dem alle Kästen gleichberechtigt sind. Durch den Lernvorgang ändert sich das innere Bild. Diese Änderung wirkt sich auf seine Verhaltensweise aus. Es kann sich mit größerem Nutzeffekt in seiner Umwelt zurechtfinden. In diesem Falle bedeutet es, daß es im Vergleich zu einem anderen Kind, welches noch nicht diesen Lernvorgang durchgemacht hat, schneller an die Schokolade heran kommt.

in Dresden ist

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Auch die Theorie und Praxis der lernenden Systeme befindet sich noch in den Anfängen. Sie wird z. B. mit Erfolg eingesetzt, um eine Maschine die Bedeutung von handgeschriebenen Zeichen und Texten lernen zu lassen. Man arbeitet hier mit den Operatoren Tadel und Belohnung. Komplizierte Lernprozesse erfordern ein ähnliches Vorgehen wie beim menschlichen Unterricht, also Lernen und Belehren durch einen Dialog zwischen Lehrer und Schüler.

So dürfte es zum Beispiel sehr schwierig sein, einen selbständigen Lernmechanismus bzw. Lernalgorithmus zu entwickeln, der es einer Maschine ~~erlaubt~~ ermöglicht, Schach spielen zu lernen lediglich aus der Kenntnis der Regeln heraus. Mit dem einfachen Rezept Erfolg und Mißerfolg (Belohnung und Tadel) kommt man hier nicht weit. Nach den Spielregeln des Schachspiels ist lediglich die Schachmatt-Situation das Kriterium für den Erfolg oder Mißerfolg. Diese tritt aber erst nach einer langen Reihe von Zügen auf. Einfaches Probieren (so wie das Kind die verschiedenen Kästen durchprobiert und durch Auffinden der Schokolade belohnt wird) scheitert an der Vielzahl der möglichen Züge. Nie wird ein völlig unvoreingenommener Spieler, der außer den Regeln keinerlei Hinweis erhält und auch keine logischen Überlegungen anstellt, durch Probieren herausbekommen, daß die Spieleröffnung $e_2 - e_4$ die relativ günstigste ist.

Wenn zum Beispiel ein zehnjähriger Junge Schach spielen lernt, so ist er durch seine bisherigen Spielerfahrungen bei anderen Spielen schon vorbelastet. Das Räuberprinzip liegt ihm ~~schon~~ im Blut, das heißt in diesem Falle das Schlagen von Steinen als Gewinn zu empfinden und den Verlust eigener Steine als Verlust. Ein völlig neutraler Computer käme nicht ohne weiteres auf diese

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Idee. Weitere logische Überlegungen führen dann zu Angriffstaktiken und Vorsichtsmaßnahmen, die zunächst nicht auf das Endziel des Schachmattbietens bezogen sind, sondern darauf, seine eigene Position zu verbessern. In der Praxis aber lernt wohl jeder Schachschüler seine ersten Erfahrungen mit Hilfe der Anleitung eines Lehrers. Erst später, wenn er bereits über erhebliches Wissen verfügt, wird er seine eigenen Gedanken entwickeln. Auch hier kommen wir wieder zum Dialogprinzip.

Ein so aufgezogener Lernprozeß spielt dann wieder hinüber in das Gebiet der künstlichen Intelligenz, des generellen Problemlösens und des programmierten Unterrichts. So kommen die verschiedenen Zweige der theoretischen Untersuchungen zu einem schönen und leistungsfähigen Zusammenspiel.

Eng verwandt mit den lernenden Systemen sind die "sich selbst organisierenden Systeme", die ebenfalls schon das Thema umfangreicher Untersuchungen sind. Biologische Systeme sind weitgehend sich selbst organisierend. Der Sinn ist der, daß beginnend von einer einfachen Struktur durch einen Anpassungsprozeß, der dem Lernprozeß ähnlich ist, das System seine Struktur ändert und weiterentwickelt. Auch in der Soziologie kann man diesen Gedankengang anwenden. Das ideale liberale Wirtschaftssystem findet durch Selbstorganisation seine optimale Struktur. Jedenfalls steht es so in Büchern der klassischen Lehren des Liberalismus. Die Tatsache, daß dies nicht immer so klappt, wie es im Buche steht, ändert nichts daran, daß sich selbst organisierende Prinzipien dabei eine wichtige Rolle spielen.

Auf sich selbst reproduzierende Systeme wird noch später ausführlicher eingegangen werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Intensive Untersuchungen werden auch zum Thema "Berechenbarkeit" gemacht. Eigenartigerweise hatte dieses Thema zunächst nichts mit Computern im heutigen Sinne zu tun. Der englische Mathematiker und Logiker Turing führte das Problem der Beweisbarkeit auf das Problem der Berechenbarkeit zurück und benutzte hierfür das Modell einer verhältnismäßig einfachen Rechenmaschine. Diese Arbeiten erfolgten rein auf dem Papier ohne Hinblick auf irgendwelche praktischen Anwendungen. Diese "Turing-Maschine" hat heute eine große Bedeutung bei theoretischen Untersuchungen z. B. in der Automatentheorie. Praktische Auswirkungen auf die Computerentwicklung haben diese sehr geistreichen Untersuchungen allerdings kaum gehabt. Ein Rezept zum Bau praktisch einsetzbarer einfacher Computer nach den Regeln der Turing-Maschine ist mir nicht bekannt. Auch hier gehen Theorie und Praxis getrennte Wege.

Die theoretische Berechenbarkeit unterscheidet sich auch sehr stark von der praktischen Berechenbarkeit. Theoretisch ist ein Problem dann berechenbar, wenn es einen Algorithmus gibt, der nach einer endlichen Zahl von Operationen zum Ziele führt. Dabei wird endlich im mathematischen Sinne verstanden, es kann außerordentlich lange Rechengänge bedeuten, die aber doch irgendwann zum Abschluß kommen müssen. Unberechenbar sind nach Turing z.B. solche Probleme, bei denen ein Algorithmus nie zum Abschluß kommen kann.

In der Praxis tritt die Grenze der Berechenbarkeit aber bereits wesentlich früher auf. Die Probleme sind grundsätzlich anders gelagert. Genauigkeit und numerische Stabilität spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

 16 10

Das Wort Kybernetik wurde schon verschiedentlich benutzt. Findet ein Kybernetikerkongreß statt, so kommt eine Reihe von Wissenschaftlern und Fachleuten der verschiedensten Gebiete zusammen: Philosophen, Theologen, Neurologen, Physiologen, Mediziner, Biologen, Ingenieure, Mathematiker, Soziologen usw. Dann sind sie drei Tage lang eifrige Kybernetiker und die Luft schwirrt von kybernetischen Begriffen. Nach drei Tagen fahren sie wieder davon als Philosophen, Theologen, Neurologen, Physiologen, Mediziner, Biologen, Ingenieure, Mathematiker, Soziologen usw.

(Zeitungs Ansicht)

Was ist nun eigentlich Kybernetik? Für diesen verhältnismäßig neuen Zweig der Wissenschaft gibt es noch keine klare Definition. Das liegt vielleicht daran, daß die Kybernetik mit sehr vielen Wissensgebieten in Kontakt steht und daher Abgrenzungen schwierig sind. Die Bezeichnung "Kybernetik" wurde von Norbert Wiener geprägt und heißt eigentlich "Steuerungswissenschaft". Wiener hat in mehreren Büchern kybernetische Gedanken auf Steuerungs- und Regelungsprobleme angewendet, und zwar sowohl bei technischen als auch bei biologischen Systemen, wie dem Menschen. Daraus ergeben sich zwei Charakteristika des Begriffs Kybernetik: Einmal das Regelungsprinzip, welches das Rückwirkungsprinzip als wesentlichen Bestandteil enthält. Diese Definition ist einmal zu weit und zum anderen zu eng. Zu weit, weil es schon lange, bevor der Begriff Kybernetik auftrat, eine gut ausgebaute Regelungstechnik und -Theorie gab. Diese zunächst rein technische Wissenschaft betrachtet man nicht als typische Kybernetik. Der Begriff der Rückwirkungen ist andererseits etwas zu eng. da die Kybernetik durchaus Probleme behandelt, bei denen die Rückwirkung nicht das wesentliche Kennzeichen ist.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wesentlich kybernetischer Natur scheint aber der Gedanke zu sein, das an sich aus der Regelungstechnik bekannte und bewährte Rückwirkungsprinzip auch auf andere, nicht technische Systeme zu übertragen, wie z. B. biologische und soziologische Systeme. Auch diese Gedanken hat vor Wiener schon der vor kurzem verstorbene Mathematiker Hermann Schmidt entwickelt, der daher mit Recht als Mitbegründer der Kybernetik gelten darf.

An einigen elementaren Beispielen sei das Rückwirkungsprinzip demonstriert:

1. Einfache technische Regelungsvorgänge:
Gegeben eine Heizungsanlage, welche einen Raum heizt. Um die Temperatur selbsttätig zu regeln, sind in dem Raum sogenannte Thermostaten angebracht, an denen man die gewünschte Temperatur einstellen kann. Übersteigt die Raumtemperatur das Sollmaß, so wird die Feuerung des Ofens abgeschaltet, fällt die Temperatur unter das Sollmaß, so wird sie wieder eingeschaltet. Solch ein System bezeichnet man als einen Regelkreis.

2. Biologische Regelungsvorgänge:
Die Regelungsvorgänge in biologischen Systemen sind außerordentlich zahlreich und oft derart kompliziert miteinander verschachtelt, daß sie in ihrer Wirksamkeit kaum zu durchschauen sind. Die Temperaturregelung ist nur ein kleiner Teil dieser Vorgänge. Derartige "innere" Regelungsvorgänge werden aber ergänzt durch äußere, ~~Regelungsvorgänge~~. Ergreife ich mit der Hand einen Gegenstand, so genügt es nicht, lediglich Steuerungsbefehle an die Muskeln des Armes zu geben. Die Position

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Hand wird laufend verfolgt durch das Auge mit den zugehörigen Teilen des Gehirns. Durch laufenden Vergleich der "Sollposition" mit der "Istposition" werden die Steuerungsbefehle an die Muskeln laufend so korrigiert, daß die Hand auch wirklich den Gegenstand ergreifen kann. Auch hier liegt ein Regelkreis vor.

3. Soziologische Regelungsvorgänge:
Auch derartige Regelungsvorgänge sind schon lange vor dem Auftauchen des Begriffes Kybernetik bekannt gewesen und theoretisch untersucht worden. Ein Beispiel ist der Zyklus der Konkunktur, der einen wirtschaftlichen Regelungsprozeß in einer freien Wirtschaft darstellt.

Überträgt man die Begriffe "steuern" und "regeln" auf die Tätigkeit des Regierens, so ist folgender Vergleich möglich: In einer reinen Diktatur (die es in dieser Form vielleicht gar nicht gibt) wird nur befohlen und ausgeführt. Es fehlt die Rückmeldung über die Wirksamkeit der befohlenen Maßnahmen. Der Diktator sitzt erhaben auf seinem Thron und kümmert sich nicht um die Folgen seiner Anordnungen. Es ist klar, daß dies bald zu Mißständen führen muß; denn selbst wenn der Diktator kein Unmensch ist und durchaus ehrlich bei seinen Befehlen das Wohl des Volkes im Auge hat, so kann er doch unmöglich alle Folgen so gründlich voraussehen, daß keine Rückkontrolle nötig wäre. Ein kybernetischer Regelkreis der Regierungstätigkeit besteht in dem Augenblick, in dem durch Beobachtung des tatsächlichen Ablaufs der Ereignisse und Vergleich mit der gestellten Zielsetzung die

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Regierungsmaßnahmen entsprechend korrigiert werden. Je schneller und zügiger diese Rückkontrolle erfolgt, desto besser wird im allgemeinen das Regierungssystem sein.

In einer Demokratie mit freien Wahlen besteht ein solcher etwas träger Regelungsmechanismus darin, daß bei schlechten Maßnahmen der Regierung das Volk für die nächste Regierungsperiode eine andere Zusammensetzung der Regierung bestimmt.

4. Komplexe technische Regelungssysteme:
Im Gegensatz zu den einfachen technischen Regelungssystemen, die im wesentlichen Gegenstand der traditionellen Regelungstechnik sind, kommt man heute durch die Prozeßsteuerung zu wesentlich komplexeren Systemen. Das Anfahren eines Kraftwerkes oder die Steuerung und Regelung einer kompletten Walzstraße mit Hilfe von Computern sind so kompliziert, daß sie einer neuen wissenschaftlichen Grundlage bedürfen. Auch hier ist der Kreislauf über Meßgeräte, Computer und Einstellorgane geschlossen. Typisch für solche Prozeßsteuerungen im Vergleich zur eigentlichen Regelungstechnik sind jedoch unstetige Vorgänge. So kann das Verhalten des Gesamtsystems in bestimmten Situationen grundlegend geändert werden. (Z. B. Ausfall wichtiger technischer Teilanlagen.) Die Programmierung dieser Einrichtungen ist außerordentlich schwierig und erfordert jahrelange Vorarbeiten. Es müssen nicht nur die Vorgänge bei normalem Betriebsablauf, sondern auch die eventuell möglichen Notfälle berücksichtigt werden. Dies erfordert eine sorgfältige "Notstandsgesetzgebung", was aber nur in sehr entferntem Sinne mit Kybernetik zu tun hat.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die angeführten Beispiele werfen nur einige Schlaglichter auf das heute bereits sehr umfangreiche Gebiet. Die Beispiele zeigen aber auch, wie schwierig es ist, den Begriff "Kybernetik" abzugrenzen. Fanatische Anhänger der Kybernetik neigen dazu, möglichst alle Fachgebiete, soweit sie in der Kybernetik eine wesentliche Rolle spielen, unter dem Oberbegriff Kybernetik zusammenzufassen. Das stößt selbstverständlich auf den Widerstand der Vertreter der verschiedenen Fachgebiete, welche sich dagegen verwahren, plötzlich in eine Unterabteilung der Kybernetik verwiesen zu werden. So ordnet mancher auch gern die gesamte Datenverarbeitung und Informationstheorie als Teilgebiet der Kybernetik ein. Geschichtlich ist dazu folgendes zu sagen: Die Pionierjahre der ~~Datenverarbeitung~~ Computer lagen etwa in der Zeit von 1935 - 1950, wenn man von Babbage absieht. Wiener entwickelte seine Gedanken zur Kybernetik etwa mit Beginn des zweiten Weltkrieges. Die deutsche Computerentwicklung verlief völlig unabhängig und die amerikanische Computerentwicklung, soweit mir bekannt, ebenfalls praktisch unabhängig von den Arbeiten Wieners. Es besteht zwischen beiden Seiten ein gewisser Gegensatz, zwischen den Praktikern und den Bücherschreibern. Während die Praktiker im Kampf mit den technischen Schwierigkeiten sich darauf konzentrierten, die Apparate überhaupt erst einmal zum Laufen zu bringen, konnte Wiener hiervon unbelastet einige theoretische Perspektiven über weitere Möglichkeiten dieser Geräte entwickeln. Insbesondere die amerikanischen Datenverarbeitungsfachleute lehnten es aber bewußt ab, als Kybernetiker bezeichnet zu werden. Das ist heute noch so. Auf den großen Kongressen IFIP (International Federation of Information Processing) oder AFIPS (American Federation of Information Processing Societies) hört man das Wort Kybernetik ~~praktisch~~ überhaupt nicht.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Modellversuche der Kybernetik hatten zunächst auch kaum praktischen Erfolg. Die bekannte Schildkröte von Grey Walter war eine interessante wissenschaftliche Spielerei. Währenddessen bekamen die Computer sehr schnell eine überraschend große Bedeutung; so daß vielleicht mancher Kybernetiker zunächst neidisch auf diese rasant davoneilenden Rennpferde blickte. Und nun eine etwas böswillige, aber scherzhafte Bemerkung: Angesichts dieses guten Rennpferdes sagten sich die Kybernetiker "Wir ~~können~~ nennen dieses Pferd einfach "Kybernetik", dann sind wir diejenigen, die siegreich durchs Ziel gehen."

Inzwischen hat aber die Kybernetik auch auf ihrem ureigensten Gebiet erheblich aufgeholt und praktische Bedeutung erlangt. Dabei sind die Auffassungen und Abgrenzungen in den einzelnen Ländern etwas verschieden. In Rußland galt die Kybernetik zunächst als eine ~~Kapitalistin~~ dekadente Wissenschaft. Schließlich merkte man aber, daß gerade die Planwirtschaft nur gut funktionieren kann, wenn nicht nur diktiert wird, sondern ein echter Rückwirkungsmechanismus gegeben ist. Damit wurde die Kybernetik gesellschaftsfähig, und heute gehört sie drüben zu den wichtigsten Wissenschaftsgebieten überhaupt, wobei soziologische Probleme im Vordergrund stehen. Man hat natürlich nicht versäumt, auf gewisse Übereinstimmungen kybernetischer Gedanken mit dem Dialektiker ~~Marx~~ hinzuweisen.

In USA wird der Begriff Kybernetik neben der Biologie hauptsächlich auf Vorgänge der Prozeßsteuerung angewandt.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Bei uns gibt es noch keine klare Abgrenzung. Die Tendenzen, den Begriff Kybernetik möglichst weit zu fassen, sind verhältnismäßig stark. Tatsächlich muß festgestellt werden, daß kybernetische Begriffe und Denkweisen immer weitere Kreise erfassen und daß kein anderes Schlagwort existiert, welches einen ähnlichen Oberbegriff für eine ganze Reihe von neuen Wissenszweigen liefern könnte. Wenn also die Datenverarbeitungsfachleute ursprünglich etwas böse waren, daß die Kybernetiker ihr Pferd Kybernetik nannten, so kann es in Zukunft vielleicht umgekehrt sein, daß die Computerleute froh sind, bei der vorwärtsstürmenden Kybernetik mit dabei zu sein.

Typisch kybernetische Gedanken und Probleme der Datenverarbeitung kommen z. B. bei folgenden Gebieten miteinander in Berührung: Beim programmierten Unterricht ist das Verhalten eines Systems Mensch und Computer zu untersuchen und die günstigsten Lösungen sind zu finden. Das gleiche gilt für das allgemeine Problem des Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine.

Eine sehr brauchbare Bezeichnung des Aufgabenbereiches der Kybernetik hat Frank Zemanek mit "Brücke zwischen den Wissenschaften" eingeführt. Damit wäre klar gestellt, daß die Kybernetik einerseits zwar mit sehr vielen verschiedenen Wissensgebieten in Berührung kommt, andererseits aber nicht beansprucht, sich alle diese Gebiete einzuverleiben. Eine solche Theorie und Praxis der Brücke zwischen den Wissenschaften haben wir angesichts der sich immer weiter verzweigenden Fachgebiete bitter nötig. Dies läuft auf ein Sprachproblem hinaus. Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gebieten setzt Verständigungsmöglichkeit zwischen den verschiedenen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Fachleuten voraus. Leider haben wir heute in dieser Hinsicht noch eher auseinanderstrebende als zusammenführende Tendenzen. Selbst theoretisch gut vorgebildeten Mathematikern ist es nicht immer ohne weiteres möglich, eine Abhandlung der theoretischen Physik zu verfolgen. Wie sollen da erst Fachleute der Informations- oder Automatentheorie mit Physikern ins Gespräch kommen? ~~Auf diesen Punkt werde ich noch zurückkommen.~~

Es mag Auffassungssache sein, ob man die neuen Erkenntnisse der Molekularbiologie zur Kybernetik rechnet oder nicht. Tatsache ist, daß kybernetisches und informationstechnisches Denken eine wesentliche Rolle dabei spielen. Zu den wichtigsten ~~unterschieden~~ Fortschritten nicht nur der Biologie, sondern der Naturwissenschaften überhaupt gehört die Analyse des Erbcodes, der in den Molekülketten der DNS verschlüsselt ist. Die Möglichkeiten, die in dieser Richtung liegen, sind unabsehbar. Allerdings ist noch viel Arbeit zu leisten. Wir sind noch lange nicht so weit, daß wir eine DNS-Kette wie einen Lochstreifen in ein Lesegerät einlegen können und die durch diese Kette repräsentierten Informationen auf ein Magnetband übertragen können. Damit stünde diese Information für weitere Analysen durch den Computer zur Verfügung. Der weitere Schritt wäre der der Synthese neuer DNS-Ketten durch ein computergesteuertes Ausgabegerät. Das sind heute noch Zukunftsträume; aber bereits im Laufe der nächsten zehn Jahre sind hier ~~neue~~ Überraschungen zu erwarten.

Schließlich sei die Philosophie erwähnt. Durch die hier nur kurz skizzierten verschiedenen Theorien und praktischen Entwicklungen ist selbstverständlich eine Reihe neuer Aspekte auch für eine philosophische Betrachtung entstanden. Dieses Buch

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ist aus der Sicht des Praktikers geschrieben mit Rückblick, Zwischenbilanz und Ausblick auf zukünftige Möglichkeiten. Bedarf es für solche Entwicklungen einer philosophischen Grundlage? Sicher kann der Naturwissenschaftler und Ingenieur auch ohne Philosophie seine Arbeiten durchführen. Mancher Schritt läßt sich vielleicht sogar leichter ohne Philosophie durchführen. ~~Aber~~ Wer zu viel Philosophie hat vielleicht auch zu viele Hemmungen.

Und doch kommt wohl niemand, der sich nicht nur mit den oberflächlichen Tagesereignissen begnügt und etwas tiefer denkt, an philosophischen Gedanken vorbei. Auch hier zeigt sich allerdings ein gewisses Auseinandergehen zwischen Theorie und Praxis.

Aus der Sicht des Ingenieurs gesehen, hat man manchmal den Eindruck, daß die Philosophen noch nicht die Zeit gefunden haben, die neuen Erkenntnisse dieser oft sehr stürmischen Entwicklung zu verarbeiten. Das Verhältnis zwischen Ingenieur und Philosoph möchte ich scherzhaft etwa so skizzieren: Der Ingenieur dringt mit seiner Arbeit in Neuland vor und macht sich einige laienhafte Gedanken über den tieferen Hintergrund. Bei einem Gespräch mit einem Philosophen belehrt ihn dieser erst einmal, daß seine Gedanken zwar sehr interessant seien, aber der nötigen Einordnung in bestehende philosophische Systeme entbehrten. Er führt ein hochgelehrtes Gespräch mit allerlei Begriffen und "-ismen", die dem Ingenieur neu sind. Schließlich kommt der Philosoph zu dem Schluß, daß die Maschine das und das nie können wird.

Der philosophisch unbelastete Ingenieur sieht sich nicht in der Lage, der haarscharfen Beweisführung des Philosophen etwas zu entgegnen. Wieder in seiner Werkstatt angekommen, besinnt

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

er sich und sagt: "Was hat der weise Schriftgelehrte behauptet? Was wird die Maschine nie können? Das wollen wir doch einmal sehen." Ohne philosophische Gründlichkeit geht er an die Arbeit und kann nach einigen Jahren den Philosophen durch seine praktischen Ergebnisse widerlegen. So weichen die Philosophen oft Schritt für Schritt vor den Ergebnissen der Ingenieure zurück, ohne die Probleme wirklich zu durchschauen.

Diese Darstellung mag etwas übertrieben sein. Aber ich habe es mehrmals auf Kybernetiktagungen erlebt, daß die Thesen der Philosophen auf solche Behauptungen "das wird die Maschine nie können" hinausliefen. In der anschließenden Diskussion wurden ihnen dann einige Möglichkeiten der zukünftigen Technik entgegengehalten. Die Antwort lautete: Selbstverständlich hätten sie ihre Analyse nur für den gegenwärtigen Stand der Technik gemacht. Das ist aber keine echte philosophische Haltung, denn diese sollte nicht nur für die Gegenwart gelten.

Die Folge ist die, daß Wissenschaftler, die zunächst als Philosophen Laien sind, sich aus ihrer Kenntnis des Gebietes heraus der Sache annehmen und versuchen, die fehlenden philosophischen Erkenntnisse zu gewinnen. So haben z. B. Wiener, Steinbuch und Frank, um nur einige zu nennen, eine Reihe von Thesen vertreten, die wohl eindeutig in das Gebiet der Philosophie gehören. Frank ist sogar in einem Buch "Kybernetik und Philosophie" den kühnen Weg gegangen, die Kybernetik neben oder gar über die Philosophie zu stellen.

Der Stand der Auseinandersetzung mit den berufsmäßigen Philosophen ist mir nicht bekannt. Es mag sein, daß die Nichtphilosophen manchmal etwas zu stürmisch sind und es versäumen, ihre Gedanken mit genügender Sorgfalt in die bereits vorhandenen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

philosophischen Lehren einzuordnen. Aber ohne diese Vorstöße aus philosophischen Laienkreisen würden wir wohl noch lange warten können, bis die Fragen einmal gründlich aufgegriffen werden.

Allerdings glaube ich, daß die Frage, welcher von beiden Wissenschaften, Philosophie oder Kybernetik, ein gewisser Vorrang gebührt, falsch gestellt ist. Man kann nicht "beweisen" daß die Philosophie über anderen Wissenschaften steht, denn das ist eine Definition, eine Forderung, Aufgabenstellung oder vielleicht auch nur ein Wunschtraum. Würde man beweisen können, daß eine bestimmte These der Philosophie nicht über anderen Wissenschaften steht, so würde damit lediglich bewiesen, daß diese These nicht spezifisch philosophisch ist; aber man würde keinen Beweis gegen die Philosophie als solche führen. Selbst wenn dies für sämtliche Thesen der Philosophie zuträfe, so hätte man doch nur bewiesen, daß es eben bis jetzt keine Philosophie gibt. Sollten kybernetische Gesichtspunkte übergeordnete universelle Bedeutung für andere Wissenschaftsgebiete bekommen, so wären diese Thesen eben geeignet, Gegenstand der Philosophie zu werden oder zumindest diese zu befruchten. Zweifelsohne können die Philosophen vieles von der Kybernetik und ihren Nachbargebieten (Informationstheorie, Automatentheorie ...) lernen. Es kann sogar sein, daß zukünftige Philosophien durch die Schule der Kybernetik werden gehen müssen.

Ebenso wichtig erscheint mir aber, daß in beiden Gebieten die Strenge der mathematischen Logik mehr Bedeutung erlangt. Diesen Weg ging ja bereits konsequent der Philosoph und Logiker Scholz aus Münster. ~~Schon~~ Auch Leibniz machte ja schon einen Versuch in dieser Richtung. Die Tatsache, daß die Kybernetiker gern mit

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

den Operationen der symbolischen Logik ("und", "oder") arbeiten, beweist noch nicht, daß sie über die rein algebraische Seite dieser Kalküle hinaus gekommen sind (Boole' sche Algebra). Manchmal vermißt man eine streng logische Schulung. Äußerlich erwecken die reichlich benutzten Formeln der mathematischen Logik den Eindruck, daß es sich dabei um logische Ableitungen handelt, was jedoch nicht notwendigerweise ~~xxxx~~ immer der Fall sein muß, wenn diese Formeln lediglich als Werkzeuge zur Darstellung rechnerischer Zusammenhänge und Strukturen benutzt werden.

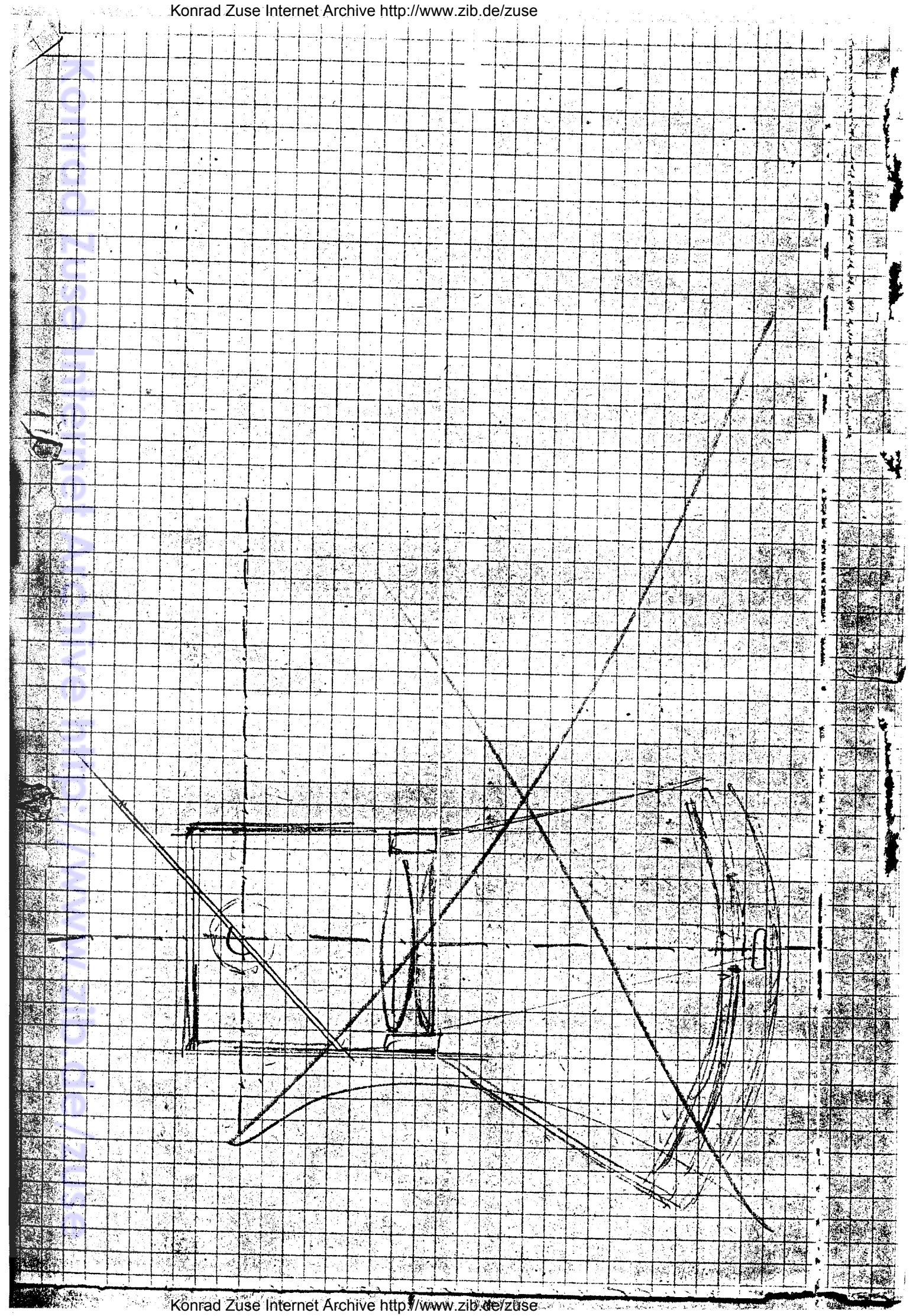
Ob es allerdings möglich ist, ein rein logisch fundiertes Gebäude der Philosophie zu errichten, ist zweifelhaft. Tatsächlich hat jede wissenschaftliche These einschließlich der philosophischen irgendetwas von einer Mutation an sich. Das beste, was sich erreichen läßt, ist vielleicht eine "logisch unterstützte Mutation".

Bei den durch die neuen Wissenschaftsgebiete aufgeworfenen Problemen geht es selbstverständlich hauptsächlich um die Definition und Analyse des Denkens, des Bewußtseins, des Leib-Seele-Problems, der Determination und der Willensfreiheit. Über diese Fragen haben natürlich die Philosophen schon nachgedacht, solange es eine Philosophie gibt. Der Computer mit seiner Fähigkeit, gewisse "schematische Denkoperationen" durchzuführen, bringt lediglich neue Anregungen zur Diskussion dieses Themas. Allein durch die Tatsache seiner Existenz stellt der Computer allerdings manche bisher vertretenen Thesen in Frage.

Tragisch erscheint es dabei, daß insbesondere das Bewußtsein weder von der philosophischen noch von der informationsverarbeitenden Seite bzw. der Kybernetik zufriedenstellend erklärt werden kann. Man hat versucht, den Begriff "Denken" mit Bewußtsein zu koppeln. Dann muß man aber in Kauf nehmen, daß

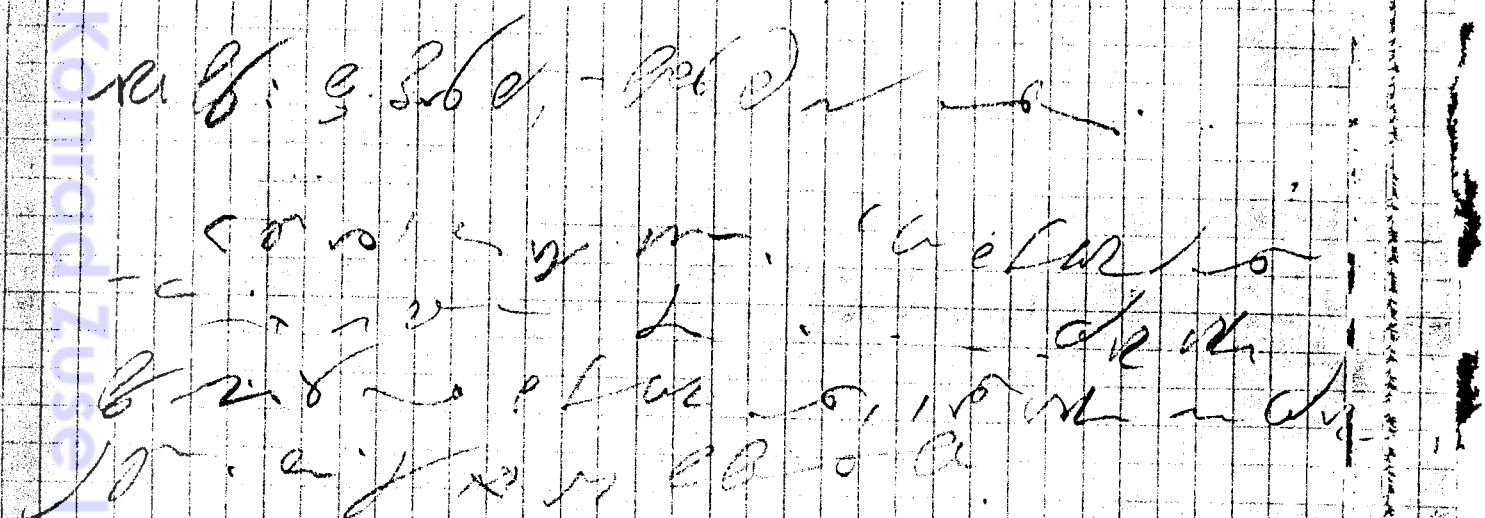
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



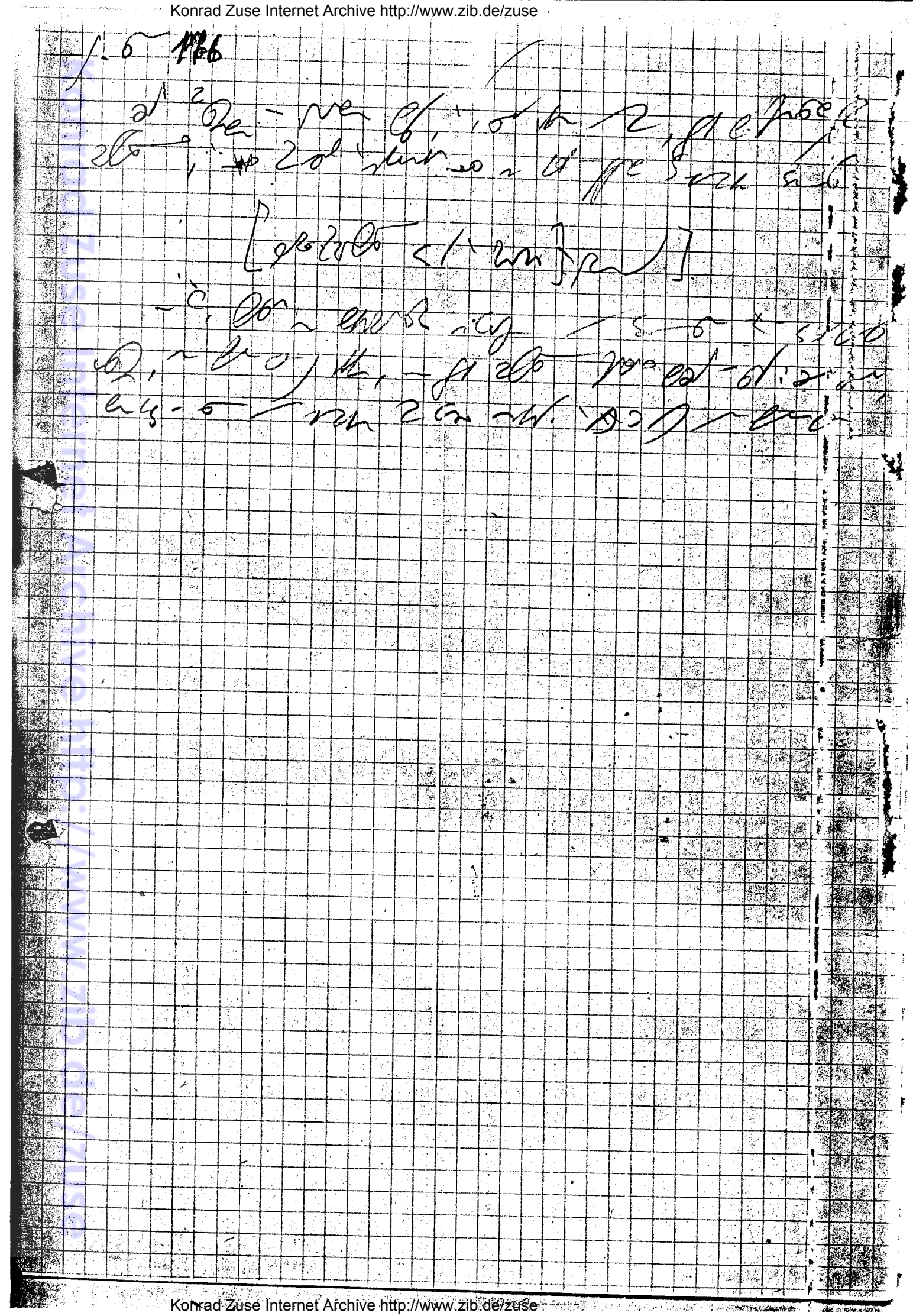
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

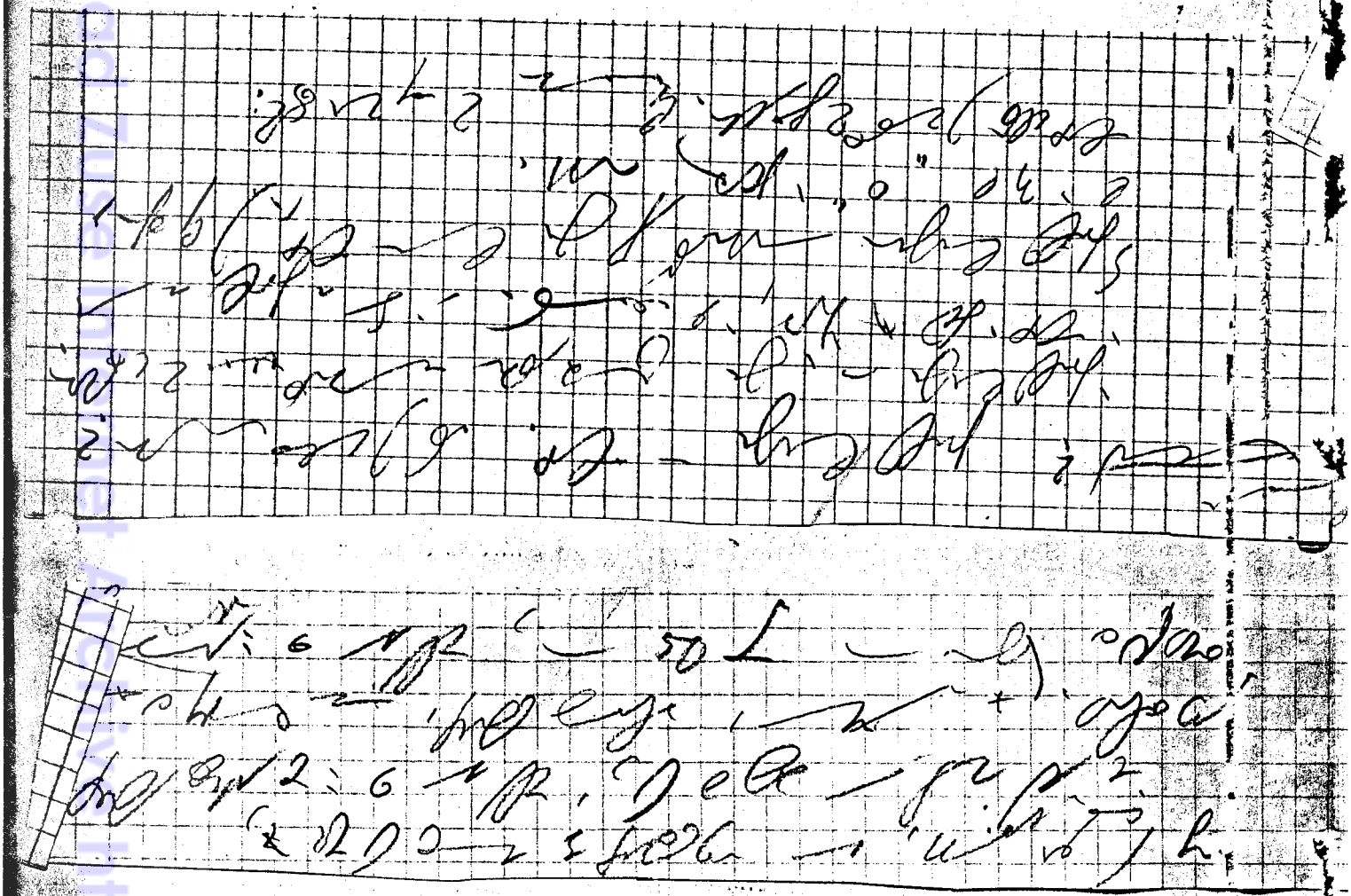
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

hochgezüchtete Computer vieles von dem, was wir normalerweise unter Denken verstehen, simulieren können. Auch die These, daß Bewußtsein in der Natur automatisch überall dort auftritt, wo ein Informationsverarbeitungsprozeß ein gewisses Niveau erreicht hat, ist nicht befriedigend. Manchmal hat man den Eindruck, daß die Philosophen und andere Wissenschaftler lediglich einen Berg Sand hin und her schaufeln. Jede versuchte Lösung wirft neue Probleme auf. Schließlich muß man einfach einen Kompromiß machen und an eine logisch möglichst gut fundierte Lösung glauben. Damit kommen wir wieder zurück zur schon erwähnten "logisch unterstützten Mutation".

So gesehen, verhält sich der praktische Ingenieur und Forscher vielleicht am klügsten, wenn er sich mit derartigen philosophischen Seitenpfaden möglichst gar nicht erst aufhält. Allerdings wäre es auch unfair von den Ingenieuren und Forschern, wenn sie grundsätzlich nur diejenigen Probleme den Philosophen zuschieben würden, die grundsätzlich unlösbar erscheinen. Den Philosophen bliebe dann weiter nichts übrig, als diese unlösbaren Fragen zu sammeln und zu verwalten, ohne selber eine Antwort finden zu können.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

III. Ausblick.

Allgemeines:

Futurologie und Zukunftsforschung sind moderne Schlagworte. Ist hier etwas wirklich Neues im entstehen? Oder haben wir nur neue Namen für etwas, was bereits lange bekannt ist?

Propheten nannte man früher Leute, die fähig sind oder es zumindest behaupten, zukünftige Ereignisse vorauszusehen. Schon immer reichte die Skala derartiger Propheten von Aberglaube, Scharlatanerie und Hellsehen bis zu seriösen Bemühungen, Entwicklungstendenzen über Vergangenheit und Gegenwart hinaus zu extrapolieren und gewisse Schlüsse auf zukünftige Abläufe zu ziehen. Nur diese letzten Bestrebungen können uns hier interessieren. Tatsächlich wäre niemand ohne gewisse derartige Ausblicke auf die zukünftige Entwicklung lebensfähig. Niemand kann völlig in den Tag hineinleben; das geht nicht einmal in den südlichen Ländern, wo fast täglich die Sonne scheint und die Sorge für den kalten Winter in den Hintergrund tritt. Auch im Wirtschaftsleben sind Dispositionen nur möglich, wenn Vorkalkulationen auf spätere Ereignisse mit in die Dispositionen einbezogen werden. Das gilt erst recht auf dem Gebiete der Politik. "Planung" ist kein Vorrecht sozialistischer Staaten. Es geht also gar nicht darum, ob wir Zukunftsforschung betreiben sollen oder nicht; sondern lediglich um das Ausmaß und die Art und Weise ihrer Durchführung. Man wird nun vorteilhafterweise die normalen mehr oder weniger kurzfristigen Analysen der Entwicklung des täglichen Lebens insbesondere des Wirtschaftslebens nicht zur eigentlichen Zukunftsforschung rechnen. Zukunftsforschung wäre somit mehr das, was nicht unmittelbar vorauszusehen ist. Die normale Marktanalyse eines Konzerns sollte man noch nicht zur Zukunftsforschung rechnen; auch nicht Wirtschaftspläne, die sich nur auf einige Jahre erstrecken.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wie gesagt, Propheten gab es schon immer; nur fehlte ihnen vielleicht ein gewisses System und eine wirtschaftliche Grundlage. Oft waren es Schriftsteller von Romanen und Zeitungsartikeln, die mehr oder weniger seriöse bzw. phantastische Aussagen wagten. Bekannt sind die Romane von Jules Verne und Dominik. Was konnten sie nun richtig voraussagen? Sicher haben sie manche überraschende Aspekte gegeben; aber als Grundlage für systematische wissenschaftliche Forschungsprogramme wären ihre Arbeiten wohl kaum geeignet ~~gewesen.~~ Daß der Atomkern noch manches Geheimnis und manche Möglichkeiten für zukünftige Techniken bietet, war nicht nur den Fachleuten bekannt. Es schwebte irgendwo in der Luft und bot Stoff für phantastische Perspektiven. Typisch aber war, daß die meisten dieser Voraussagen sich mit dem Problem der Atomumwandlung befaßten. Der alte Alchimistentraum der künstlichen Herstellung von Gold beherrschte noch das Feld. Wir wissen heute, daß derartige Umwandlungen zwar im Prinzip möglich ~~sind~~, aber wirtschaftlich mit wenigen Ausnahmen völlig bedeutungslos sind. Es ist auch nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse nicht abzusehen, ob sich das etwa in den nächsten hundert Jahren ändern wird. Wer hat aber vorausgesehen, daß der erste nukleare Vorgang von praktischer Bedeutung die Atombombe sein würde? Die Größenordnung der im Kern verborgenen Energie kannte man zwar; aber man dachte mehr an die gezügelte Energieerzeugung in Kraftwerken. Es mag ein gutes Licht auf Propheten und Erfinder allgemein werfen, daß die friedliche Nutzung sie in erster Linie interessierte. Aber ganz nüchtern und ohne solche Vorurteile betrachtet, kann man hinterher leicht einsehen, daß die Auslösung dieser riesigen Energien in ungezügelter Form, nämlich einer Bombe, technisch wesentlich leichter zu erreichen war, als die disziplinierte und in allen Phasen streng beherrschte langsame Energieerzeugung. Es war leider eine logische

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Entwicklung, daß zuerst die nukleare Bombe, dann das nukleare Kraftwerk entstand. Es wurde ja die Kanone auch vor der Dampfmaschine erfunden.

Die Fahrt zum Mond ist ein alter Traum insbesondere unseres abendländischen Kulturkreises. Typisch war auch hier, daß man wohl das Prinzip der Rückstoßrakete richtig voraussah, aber nicht die Entwicklung im einzelnen. Wer hätte vorausgesagt, daß bevor die erste Mondrakete startet, tausend, ja vielleicht sogar zehntausend von Satelliten auf Umlaufbahnen um die Erde geschickt werden würden? Hat ein einziger der "Propheten" den Nachrichtensatelliten und den Wettersatelliten vorausgesagt? Ich selbst muß bekennen, daß ich wohl als Student von Weltraumraketen geträumt habe, aber diese nüchternen primären Dinge nicht gesehen habe.

Clarke 1942

Ich entsinne mich, daß im Jahre 1925 die damalige deutsche Illustrierte "Die Woche" einen Zukunftsartikel "Vorausschau auf 1950" oder so ähnlich herausbrachte. Dort waren viele Dinge falsch gesehen. So z. B. wurde dem Luftschiff gegenüber dem Flugzeug schwerer als Luft hoch der Vorrang gegeben, obgleich Fachleute um diese Zeit wohl schon wußten, daß die Jahre der Zeppeline gezählt waren.

Welcher Prophet hat den Computer vorausgesagt? Die seriösen Bemühungen von Babbage waren vergessen. Aber der Computer gehörte vor 30 - 100 Jahren noch nicht zum Gesprächsstoff der "Futurologen". Wie hätten sich Futurologen damals verhalten, wenn ihnen jemand die phantastischen Möglichkeiten der Computer vorausgesagt hätte? Wäre solch ein Mann unter Futurologen gesellschaftsfähig gewesen oder als Narr aussortiert worden?

Dieses Wort gilt erst ab 1941

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Überraschungen, von niemand vorausgesehen, stellen immer ein wesentliches Moment von Entwicklungen dar. Wer hätte den großen "Black out" in New York und großen Teilen im Nordwesten von USA vorausgesehen?

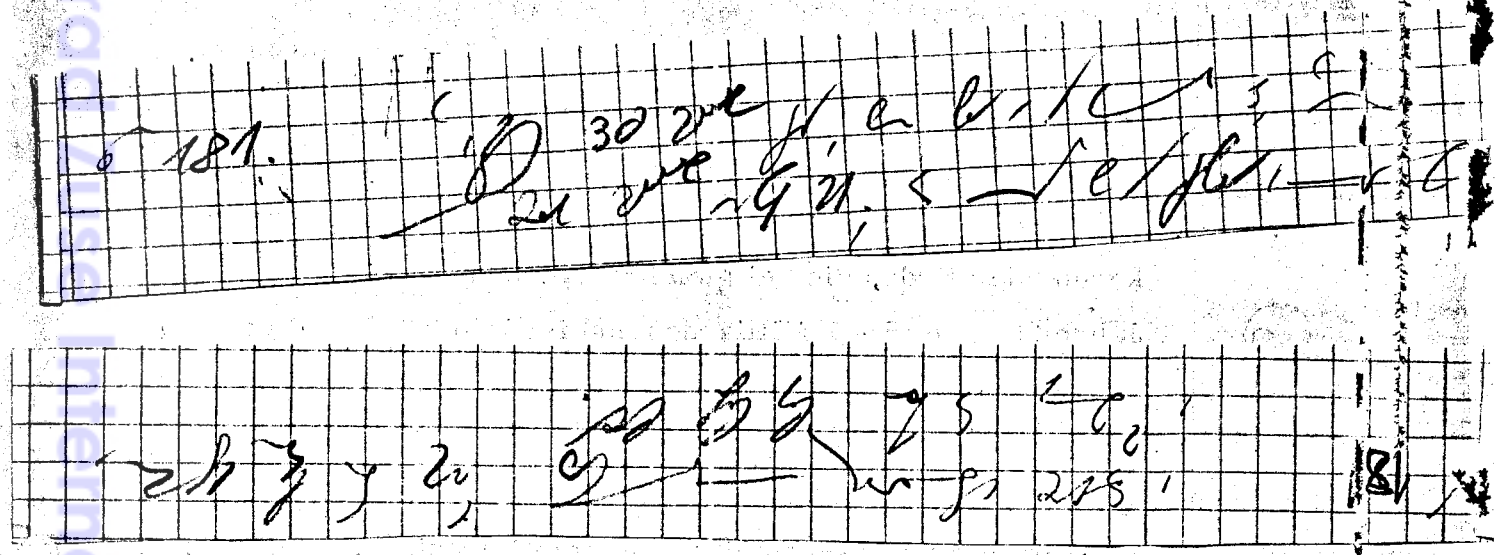
Diese Problematik darf uns nicht daran hindern, ernste Bemühungen kritisch zu betrachten. Bekannt ist das Buch von Olaf Helmer "50 Jahre Zukunft", in welchem durch systematische Befragung anerkannter Wissenschaftler eine Reihe wichtiger Prognosen gewagt ~~ist.~~ Unter Anwendung der nötigen Vorsicht sind diese Perspektiven sicher sehr wertvoll. Nur dürfen wir nicht vorbehaltlos ~~dem~~ an derartige Aussagen glauben.

Es geht aber nicht nur um rein technische Entwicklungen, obgleich diese vielleicht noch am klarsten überblickt werden können. Die technische Entwicklung ist eingebettet in die wirtschaftliche und politische Entwicklung. Die eigentliche politische Entwicklung ist sicher am schwersten zu überblicken. Kein Zukunftsforscher versäumt darauf hinzuweisen, daß große Kriege und andere Katastrophen die Prognose völlig über den Haufen werfen können.

Sehr wesentlich erscheint aber, unsere Gesellschaft überhaupt auf diese Probleme aufmerksam zu machen und ihr die Folgen eventueller Gleichgültigkeit vor Augen zu halten. In diesem Sinne ist Steinbuchs Buch "Falsch programmiert" ~~entschieden zu begrüßen.~~ Es geht nicht nur um rein technische Dinge, die Sache der Ingenieure sind, und rein politische Dinge, die Sache der Politiker sind, sondern um allgemeine gesellschaftliche Probleme, die jeden angehen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Das zeigt sich besonders deutlich am Bevölkerungsproblem. ~~Dies~~ ist ja nun wirklich eine Angelegenheit die uns alle angeht. Typisch ist hier die Verhaltensweise der Futurologen. Man findet im allgemeinen nur Zahlen über die Entwicklung der Gesamtbevölkerung der Erde, die bei gleicher Vermehrung wie heute im Jahre 2000 bei 5 - 7 Milliarden und im Jahre 2100 bei etwa 30 Milliarden Menschen liegen kann. Entscheidend ist hierbei aber die Verteilung dieser Vermehrung auf einzelne Völker, Rassen, Länder und Erdteile. Wenn es im Jahre 2100 tatsächlich 30 Milliarden Menschen gibt, wieviele Europäer sind darunter? Wächst ihre Zahl im gleichen Anteil? Haben wir also etwa 3 Milliarden Europäer? Oder nur 3000? Verteilt auf einige Naturschutzparks und zoologische Gärten? Der größte Teil der Bewohner Nordamerikas und Europas ist natürlich so "vernünftig" und reagiert auf diese Prognosen durch entsprechendes Verhalten und Verwendung passender medizinischer Mittel. Aber gibt es schon Statistiken, die die Entwicklung der in Frage kommenden Bevölkerungsteile vor und nach Einführung der "Pille" erfassen?

Wir regen uns ~~natürlich~~ auf, daß der Papst solche Mittel verboten hat. Wer aber ist der bessere Futurologe? Die katholische Kirche besteht seit beinahe 2000 Jahren. Sie muß wohl immer schon etwas von zukünftigen Entwicklungen verstanden haben. Vielleicht mehr als die meisten ihrer jeweiligen Zeitgenossen. Die Pille wird jedenfalls heute nur von denjenigen Bevölkerungsteilen der Erde genommen, welche sich sowieso wenig oder gar nicht vermehren, jedoch immer noch im wesentlichen die Träger unserer Zivilisation sind. "Intelligenz tötet sich selbst", weil intelligente Frauen es verstehen, sich von der "Last" des Kinderkriegens und Erziehens weitgehend zu befreien. Die anderen, deren Vermehrung uns so in Schrecken versetzt, nehmen die Pille nicht. Sie sind dazu noch zu unreif. Damit will ich nicht

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Maßnahme der katholischen Kirche befürworten, sondern nur die Problematik des Themas beleuchten. Die Kirche rechnet vielleicht so: Wenn wir es schaffen, daß alle Nichtkatholischen die Pille nehmen und alle Katholischen nicht, dann hat die Menschheit gute Aussichten, mit der Zeit im ganzen katholisch zu ~~sein~~ werden. Auch das ist Futurologie. Selbstverständlich darf eine derartige Weisheit nicht offen ausgesprochen werden; sie muß ein moralisches Mäntelchen umgehängt bekommen.

Bisher hat die Natur immer noch dafür gesorgt, daß außer den "geplanten " Kindern ungeplante zur Welt kommen. Diese ungeplanten garantieren die Erhaltung und Vermehrung. Eine Menschheit, bei der die "Familienplanung" dem einzelnen überlassen bleibt, wäre längst ausgestorben.

Man vergleicht das Verhalten der Kirche in diesem Punkt gern mit der Entscheidung gegenüber Galilei. Selbstverständlich ist es für uns Menschen des 20. Jahrhunderts ein Leichtes, dieses damalige Urteil der Kirche als Fehlurteil zu erkennen. Aber es wird dabei gern vergessen, daß das damalige Urteil nicht nur aus ~~Gründen~~ sachlicher Kurzsichtigkeit heraus erfolgte, sondern vielleicht ebenso aus politischer Weitsicht ~~heraus~~: Die Erkenntnisse Galileis wurden von seinen Zeitgenossen nicht nur rein wissenschaftlich verwertet, sondern als Anlaß zum Bruch mit der bisherigen Welt und ihres Machtgefüges überhaupt genommen. Für eine harmonische Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und politischen Reformen war die Zeit damals noch nicht reif. Trotzdem ist es bedauerlich, daß dieser Konflikt nur durch ein Abschwören Galileis gelöst werden konnte.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Futurologie ist also keineswegs einfach. Werden Außenseiter in der Gesellschaft braver Futurologen ~~Wahrheitsverfinder~~ Platz finden? Ist unsere Gesellschaft reif für echte Zukunftsforschung? Das heißt, ist sie auch bereit, die unangenehmen Prognosen einer solchen Wissenschaft anzuhören und zu verarbeiten?

Das ist kein Widerspruch

Sind wir "falsch programmiert", wie Steinbuch sagt? Sind wir überhaupt programmiert? Oder sind wir im Sinne der Kybernetik nicht eher ein sich selbst organisierendes System? Unser westliches Wirtschaftssystem ist im Prinzip das der freien Wirtschaft. Aber das funktioniert nicht immer so, wie es im Buch steht. Also muß doch eingegriffen, geplant, ~~also~~ irgendwie programmiert werden. Aber diese Programme funktionieren nicht immer so, wie es der Gesetzgeber und wir alle es wünschen. Was nun? Also muß richtig programmiert werden; aber wie? Sicher nicht nur auf wirtschaftlichem Gebiet, sondern weitgehend auch auf dem Gebiete der Erziehung und der gesellschaftlichen Struktur. Natürlich soll nicht alles programmiert werden, wie vielleicht im Osten. Nein, das wollen wir auch nicht. Es dürfte also an sich genügend guter Wille da sein, um den Problemen gefaßt ins Auge zu sehen. Es stimmt, wie Steinbuch sagt, daß immer noch eine gut fundierte "Hinterwelt" unser ganzes Wirtschaftsleben beeinflußt und manches Notwendige verhindert. Aber wir wollen es uns auch nicht so leicht machen wie manche primitive Revolutionäre, die prinzipiell gegen alles in der bisherigen Gesellschaftsform sind. Wir Europäer können nicht einfach unsere Tradition über Bord werfen. Die heutige, den ganzen Erdball umspannende Zivilisation ist ein Produkt unserer abendländischen Kultur. Sie ist daraus hervorgewachsen und organisch in diesem letzten Jahrtausend geschichtlicher

Das reicht eben nicht

S!

29

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Entwicklung des Abendlandes verankert. Die anderen haben es vielleicht in mancher Beziehung einfacher. Sie übernehmen unsere zivilisatorischen Fortschritte mit erstaunlicher Geschicklichkeit und Schnelligkeit, wie z. B. die Japaner. Aber können sie den "Faustischen Geist" unserer Kultur wirklich erfassen? Oder werden sie all' das Angenommene einmal ebenso schnell abwerfen, wie sie es erworben haben?

Voraussagen kann man über verschiedene Zeitspannen erstrecken. Charakteristisch ist vielleicht folgende Zeiteinteilung:

Bis zu 3 Jahren: Keine eigentliche Futurologie, sondern Bereich für geschäftliche Dispositionen, Marktforschung, Wirtschaftsplanung usw.

Bis zu 12 Jahren: Dieser Bereich ist besonders für die Industrie interessant, um weitsichtig planen zu können. Mit großen Mitteln geförderte Entwicklungen sollten möglichst in diesem Zeitraum zum Tragen kommen. Dispositionen, die darüber hinausgehen, sind für die Industrie weniger interessant. Bis zu 12 Jahren brauchen noch keine großen unvorhergesehenen Ereignisse berücksichtigt zu werden.

Bis zu 30 Jahren: Dies ist der Zeitraum etwa einer Generation. Die Beteiligten sind also noch unmittelbar an dieser Entwicklung interessiert. Die Vorausschau wird bereits sehr schwierig, da unvorhergesehene Ereignisse wahrscheinlich

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

sind und die besten Prognosen über den Haufen werfen können. In diesem Zeitintervall wirken sich auch schon die Früchte der Erziehungspolitik aus.

Für diesen Zeitraum

Bis zu 100 Jahren: Hier können nur sehr großzügige Perspektiven entwickelt werden über allgemeine Tendenzen. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß in diesem Zeitraum unvorhergesehene Ereignisse eintreten, die die Welt und die Gesellschaft stark verändern.

ist

Über 100 Jahre hinaus: Hier haben wir das eigentliche Feld der Zukunftsromane und anderen Phantasien. Gewisse seriöse Voraussagen sollten aber trotzdem möglich sein.

Im folgenden soll nun einiges zu diesem Themenkreis gesagt werden, auch dies vornehmlich aus persönlicher Sicht und ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit.

Zunächst soll ein Blick auf den gesellschaftlichen und politischen Hintergrund geworfen werden. Wen es stört, daß ich hierbei Spengler heranziehe, der nehme das als eine persönliche Einstellung von mir. Richtig gedeutet, kann Spengler uns auf jeden Fall tiefe Einsicht gewähren. Vielleicht gehört er in manchen Augen der Hinterwelt an. Das soll mich nicht stören. Wir können sowieso nicht einfach diese Hinterwelt stürzen und eine neue Vorderwelt aufbauen, sondern müssen die neue Welt auf der alten aufbauen. Nur wenn diejenigen, die jetzt vielleicht zur Hinterwelt gerechnet werden müssen, aktiv mitmachen, wird es gelingen, uns Abendländer für die Aufgaben reif zu machen, die auf uns zukommen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ein weiterer Ausblick soll auf einige technische Möglichkeiten genommen werden, insbesondere aus der Sicht der Automation.

In gleicher Richtung liegen die biologischen Möglichkeiten, für die ich mich an sich nicht zuständig fühle, an denen wir jedoch keineswegs vorbeigehen können, wenn wir etwas einigermaßen Brauchbares über zukünftige Entwicklungen sagen wollen.

Dann seien einige Gedanken über die Konsequenzen und Anwendungsmöglichkeiten der zu erwartenden technischen und biologischen Entwicklungen in Politik und Regierung gesagt und die Frage nach dem "kybernetischen Staat" gestellt werden.

Schließlich soll die Arbeit mit einem etwas freier gehaltenen und vielleicht phantastisch anmutenden Ausblick auf die fernere Zukunft abgeschlossen werden.

Die Dinge sind vielleicht so ernst, daß sie nur noch mit einer guten Portion Humor ertragen werden können.

Nur Entwicklungstendenzen können angedeutet werden. "Bereit sein ist alles."

Nur eins läßt sich mit Sicherheit für uns Abendländer und für die nächsten Jahrhunderte voraussagen:

"Wer schläft, sündigt." Die Sünde kann unseren Tod bedeuten. Die Uhr tickt.

schon wieder

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Der weltgeschichtliche Hintergrund.

Auch wenn es unserer heutigen Generation nicht schmeckt und sie nur den Kopf schütteln kann: Für mich bringt eine nüchterne Betrachtung das Ergebnis, daß von allen mir bekannten Geistern, die sich mit dem Problem der Weltgeschichte befaßt haben, Spengler die besten und brauchbarsten Perspektiven eröffnet. Ich möchte versuchen, seine Gedanken zur heutigen Situation möglichst prägnant herauszuarbeiten.

Die acht von Spengler unterschiedenen Kulturkreise wurden schon auf ~~Seite . . .~~ genannt. Wir können nun zunächst die Bevölkerung der Welt einer Analyse unterziehen, einmal durch Zuordnung zu den einzelnen Kulturkreisen, was jedoch nur teilweise möglich ist, da einige, wie z. B. die Babylonier, kaum Restbevölkerungen übrig gelassen haben. Wichtig erscheint jedoch folgende Einteilung:

1. Völker, die ihre Hochkultur bereits weit hinter sich haben.
2. Völker, die zur Zeit ~~xxxx~~ einem noch lebenden Kulturkreis angehören.
3. Völker, die an der Schwelle eines eventuell neuen Kulturkreises stehen.
4. Völker, die für eine Hochkultur noch unreif sind.

Die erste Gruppe ist die weitaus zahlreichste. Zu ihr gehören alle die Völker, die Reste einer alten versteinerten Zivilisation darstellen: Insbesondere die Ägypter, Inder, Chinesen, Japaner, Araber, die Indianer Mittelamerikas, zum Teil auch Mittelmeervölker. Die Reste dieser Hochkulturen haben sich in sehr verschiedener Weise erhalten. Das beste Beispiel bietet wohl China,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

dessen Hochkultur etwa 2 - 3 Jahrtausende zurückliegt, dessen Zivilisation sich aber noch bis in die heutige Zeit erhalten hat. Erst im Laufe des 20. Jahrhunderts haben fremde Einflüsse wesentliche Veränderungen hervorgerufen. Ähnlich erhalten ist die indische Zivilisation. Andere haben sich fast völlig aufgelöst. Von den hochzivilisierten mittelamerikanischen Staaten sind nur ein paar degenerierte Nachkommen übrig geblieben. Die Mittelmeervölker, als Reste des antiken aber auch arabischen Kulturkreises, haben sich stark den wechselnden Verhältnissen angepaßt und sind, wie z. B. die Italiener und Spanier, aktiv am abendländischen Kulturkreis beteiligt.

Allen gemeinsam ist eine gewisse abgeklärte Weisheit, die sie auf die westlichen "Barbaren" herabsehen läßt. Solche uralten Völker mit jahrtausendealter Tradition zeigen doch häufig eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit an die neue Lebensform, wie es z. B. die Japaner beweisen. Diese Völker verfügen über sehr intelligente und geistig durchgebildete Köpfe, ebenfalls das Produkt einer jahrtausendelangen Auslese.

Der einzige, zur Zeit wirklich noch lebende Kulturkreis ist der abendländische. Dementsprechend gehören dazu zunächst alle europäischen, insbesondere westeuropäischen Völker; ferner Nordamerika, überhaupt das, was man gern etwas ungenau mit "Weiße" bezeichnet. Die Osteuropäer nehmen bereits eine Sonderstellung ein. Prag gehört jedoch noch eindeutig zum abendländischen Kulturkreis.

Die Frage, nach Völkern, welche an der Schwelle eines neuen Kulturkreises stehen, ist schwer zu beantworten, da sie voraussetzt, daß ein zukünftiger Kulturkreis überhaupt als solcher

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zu erkennen ist. Spengler sieht in den Weiten Rußlands und dem russischen Volk derartige Möglichkeiten. Hiernach befindet sich dieser neue Kulturkreis etwa in einem Stadium, in dem sich der abendländische vielleicht um 800 herum befand. (Diese Zahl ist von Spengler nicht genannt.) Dies hat aber direkt nichts zu tun mit dem derzeitigen Aufstreben der UdSSR als Weltmacht. Im Gegenteil. Spengler bringt in diesem Zusammenhang den Begriff der historischen Pseudomorphose. So wie ein glühendes Gestein, welches aus dem Erdinneren hervordringt, in andere ihm fremde Formen gepreßt werden kann, so wird die erwachende russische Seele durch die heute den ganzen Erdball umspannende abendländische Zivilisation in fremde Formen gezwungen. Diese ~~Darstellung~~ der historischen Pseudomorphose ist, glaube ich, eines der glänzendsten ~~Kapitel~~ Spenglers. Erst wenn man die Dinge aus dieser Perspektive sieht, kann man wohl wirklich die gewaltige Tragik ~~dies~~es Prozesses verstehen. Diese Erkenntnis kann meines Erachtens auch den Schlüssel zum Verständnis mancher Spannungen geben und Extrapolationen auf zukünftige Entwicklungen erleichtern. Eine ähnliche Pseudomorphose sieht Spengler im arabischen Kulturkreis. Auch dieser konnte sich ~~kaum~~ schwer oder zumindest erst sehr spät frei entfalten, da die Decke der römisch-griechischen Zivilisation wie ein Alpdruck über ihm lag.

Die letzte Gruppe der Völker, nämlich diejenigen, die für eine Hochkultur zur Zeit noch unreif sind, dürfte in erster Linie in Afrika zu suchen sein. Die Neger Afrikas befinden sich im Stadium der Vorkulturen, ohne daß bereits das Erwachen eines größeren gemeinsamen Kulturkreises zu erkennen wäre.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Diese Einteilung hat selbstverständlich Übergänge. Schwer unterzubringen sind z. B. die Völker Südamerikas. Die alte indianische Bevölkerung hat wenig Bedeutung. Der westeuropäische Einfluß ist vorwiegend, was jedoch nicht bedeutet, daß dort wichtige Entscheidungen im Rahmen unseres Kulturkreises fallen.

Eine solche Betrachtungsweise ~~Diese Perspektive~~ erlaubt es, einige Dinge klar herauszustellen: So umfaßt z. B. der heute so gern benutzte Begriff der unterentwickelten Völker sowohl Völker der ersten als auch der vierten Gruppe, also sowohl Reste alter Hochkulturen als auch wirklich junge, unentwickelte Völker.

Ebenso besteht ein großer Unterschied zwischen verschiedenen Völkern, die nicht unmittelbar zum abendländischen Kulturkreis gehören, ~~welche~~ die jedoch weitgehend die Errungenschaften unserer Zivilisation angenommen haben, z. B. Japan und Rußland. Japan ist ein altes Kulturvolk, ~~welches~~ das - nach Spengler - ein Rest des chinesischen Kulturkreises ist. Seine großartigen Erfolge in technischer Hinsicht entspringen der Anpassungsfähigkeit ~~eines~~ dieses uralten ~~Kulturvolkes~~, dessen eigene zivilisatorische Formen seit über tausend Jahren erstarrt sind, ~~dessen~~ seine hochgezüchtete Intelligenz aber fremde Formen gierig aufgreift.

In Rußland hat eine erwachende Seele noch nicht die Kraft, ihre eigenen Formen zu prägen. Der überstarke Druck der abendländischen Kultur formt das Denken einer jungen, suchenden Generation. Die Faustische Technik beherrscht das äußere Bild vollkommen, so daß die eigentlichen Regungen der russischen Seele nur schwer zur Entfaltung kommen können.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Dadurch sind auch zukünftige Konfliktstoffe gekennzeichnet: Der Japaner hat seine eigene kulturelle Entwicklung weit hinter sich. Es geht ihm nur darum, in einer neuen Welt zu existieren. Hinter allem, was in Rußland geschieht, steht aber die erwachende russische Seele, die stets auf die Gelegenheit warten wird, ihr ureigenstes Wesen zu entfalten.

Ähnlich liegt der Gegensatz zwischen Rußland und China. ~~Oberflächlich~~ betrachtet sind beide kommunistische ~~Länder~~. Wir wissen, aber daß zwischen ihnen erhebliche Gegensätze bestehen. Für uns westliche Außenstehende sind diese Gegensätze zunächst schwer zu verstehen. Eins aber können wir mit Sicherheit erkennen: Auch hier liegt der Gegensatz vor zwischen einem uralten Kulturvolk, den Chinesen, und einem jungen Volk, das gerade anfängt, seine eigenen Möglichkeiten zu entfalten. Aus der Sicht der großen Kulturkreise gesehen, kann es kaum einen größeren Gegensatz geben, als den zwischen China und Rußland. Im Augenblick verbirgt sich dieser Gegensatz hinter parteipolitischen Ideologien, deren Vokabular uns Kapitalisten schwer verständlich ist. Aber was hinter diesen äußeren Auseinandersetzungen steht, sind grundsätzlich verschiedene Dinge: Für die weitere Zukunft gesehen ist zu erwarten, daß nach ein bis zwei Generationen fanatischen Reformierens die alten Weisheiten Chinas wieder Bedeutung erlangen. Schließlich haben die Chinesen diese Geburtswehen einer Spätzeit, die wir heute durchleben, ja schon einmal vor 2000 Jahren durchgemacht. Alte Weisheiten, wie die des Konfuzius, können wieder zum Durchbruch kommen, wenn neue Formen zu Enttäuschungen führen, vielleicht in einem neuen Gewand und unter neuen Vokabeln.

Vielleicht anders - 192 -

Laotse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

In Rußland ist es aber stets die suchende und ringende russische Seele, die in späteren Jahrhunderten jede Gelegenheit wahrnehmen wird, sich zu entfalten.

Es mag sein, daß diese Gesichtspunkte für unser Zeitgeschehen nicht unmittelbar wichtig sind. Die Tagespolitik wird man darauf kaum aufbauen können. Aber können wir es uns wirklich leisten, wesentliche Entwicklungstendenzen nur aus der Sicht unserer eigenen Zivilisation zu sehen?

Ebenso ist der Begriff des "Asiaten" ~~verhältnismäßig~~ oberflächlich. Gehören die Russen dazu? Jeder gebildete Russe wird das ablehnen, auch wenn er sich bewußt ist, daß die russische Geschichte sehr stark von Asien her beeinflußt worden ist. Aber unter dem Begriff Asiaten werden auch hier wieder Völker zusammengefaßt, die kulturgeschichtlich gesehen große Gegensaätze darstellen. Ebenso betonen z. B. die Tschechen, daß sie zu den Europäern gerechnet werden möchten, was nach einem Besuch auf dem Prager Hradschin auch ohne weiteres verständlich ist.

Und nun zu den Dingen, die uns unmittelbar angehen: Wie schon im ersten Kapitel gesagt, befindet sich der abendländische Kulturkreis zur Zeit in einem Übergangsstadium von der Kultur zur Zivilisation. Es ist die Periode der "kämpfenden Staaten", der Revolution und des Eindringens fremder Völker (~~glücklose~~ Hyksos-Zeit). Diese Periode begann etwa mit der Französischen Revolution und wird, soweit derartige Voraussagen möglich sind, bis etwa 2050 - 2100 dauern. Unsere Generation steckt also mitten in diesem Prozeß und kann auch diesem Schicksal nicht entgehen, sondern lediglich dazu beitragen, daß die Zustände sich möglichst wenig chaotisch entwickeln.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Pax Romana dauerte 400 Jahre

Zunächst das Charakteristikum dieser Übergangszeit. In den einzelnen Kulturkreisen geht es dabei regelmäßig darum, daß sich Kräfte durchsetzen, die zu einer Art Weltregierung mit einem das Gebiet des gesamten Kulturkreises umfassenden Weltfrieden führen. Das Gebiet umfaßt dabei in jedem Kulturkreis diejenigen Länder, die im Machtbereich der dem betreffenden Kulturkreis angehörenden Staaten liegen. Alle bisherigen derartigen "Zivilisationen" umspannten immer nur einen gewissen Bereich des Erdballes, vorderer Orient, Nordafrika, Mittelmeerländer, China, Indien, Mittelamerika. Unsere Zivilisation umspannt aber heute bereits den gesamten Erdball, und zwar noch bevor diese Übergangsperiode abgeschlossen ist. Die sich schließlich durchsetzenden Mächte werden im allgemeinen durch ein bestimmtes, dem Kulturkreis angehörendes Volk repräsentiert, wie z. B. im antiken Kulturkreis die Römer. Jedoch muß das nicht unbedingt so sein. Es können sich durchaus andere Kräftekombinationen bilden, sofern diese in der Lage sind, die Aufgabe zu lösen. Auch sollte man aus derartigen geschichtlichen Vergleichen nicht den Schluß ziehen, daß nun unbedingt Kriege geführt werden müßten. Unsere Erfahrungen mit dem ersten und zweiten Weltkrieg sind bitter genug. Gerade die Erkenntnis, daß es in unserem Jahrhundert um gewaltige Machtkämpfe geht, sollte könnte uns zu äußerster Vorsicht veranlassen. Machtkämpfe können auch ohne Kriege ausgetragen werden, wie wir das ja heute täglich erleben. Fest steht, daß auf den Politikern, die heute an entscheidender Stelle stehen, eine große Verantwortung liegt. und auf einem noch ?

Ein weiteres Charakteristikum dieser Übergangsperiode sind die Revolutionen. Die alten gewachsenen Regierungsformen würden mit mehr oder weniger Gewalt zerstört oder verdrängt oder lösen sich selbst auf. Auch dieser Prozeß ist noch nicht

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

beendet; jedoch machen sich schon Anzeichen bemerkbar, daß gewisse Tiefpunkte durchschritten sind. Kenner wissen, daß bereits heute eine von Spengler vorausgesagte Revolutionsmüdigkeit einsetzt. Die jüngsten Ereignisse in Frankreich haben das gezeigt. Wirtschaftliche Umwälzungen werden heute kaum noch auf den Barrikaden erkämpft, sondern mit den Machtmitteln der großen Politik. Ruhe um jeden Preis wird immer mehr zur Devise der breiten Bevölkerung, von Ausnahmen selbstverständlich abgesehen.

Das dritte Charakteristikum ist das Vordringen fremder Völker in die Machtbereiche, welche bisher von den Völkern des betreffenden Kulturkreises beherrscht wurden. Die ägyptische Hykloszeit, welche den Übergang vom alten zum neuen Reich darstellt, ist hierbei wohl besonders charakteristisch. Durch die Revolutionen im Innern zerfällt die Machtposition der konservativen Macht. Fremde Völker, die Hykos, dringen ein und können ein Jahrhundert lang das Leben bestimmen. Auch diese Erscheinungen sind uns durchaus geläufig. Der Zerfall der europäischen Kolonialreiche, insbesondere des englischen, gehört hierher. Die Tatsache, daß Rußland heute in Berlin steht, muß man allerdings als Sonderfall betrachten, da Rußland wesentlich zum abendländischen Kulturkreis gehört. Auch hier kann man aus der Not eine Tugend machen, wenn man diese Gefahr rechtzeitig erkennt und notwendigen Entwicklungen Rechnung trägt. Die durch die Weltkriege und inneren Wirren geschwächten europäischen Völker sind heute nicht mehr in der Lage, ihre alten Positionen zu halten. Der Kolonialismus hätte aber sowieso durch neue Formen abgelöst werden müssen. Klugerweise haben die europäischen Völker, wenigstens in vielen Fällen, von selbst die Konsequenzen gezogen und haben sich zurückgezogen. Die europäischen Völker haben ferner

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

begriffen, daß weitere Weltkriege ihre Position nur schwächen können. Das ist ein Positivum.

Schließlich gehört zu den charakteristischen Erscheinungen unserer Übergangszeit - nach Spengler - ein allgemeiner Zerfall der bisherigen Kulturen und sittlichen Werte. Da wir in diesem Prozeß mitten drin stehen, ist es schwer, einen über den Dingen stehenden Standpunkt zu wahren. Spengler sieht die Dinge so: Auch die Künste und Wissenschaften durchlaufen zusammen mit der Gesamtkultur die Perioden Jugend, Blütezeit und Alter. Dementsprechend liegt die Blütezeit etwa unserer Malerei und Musik im 16. - 17. Jahrhundert. Zusammen mit dem Zerfall der konservativen politischen Formen setzt der Zerfall dieser Künste ein. Niemand wird bestreiten, daß derartige Entwicklungstendenzen tatsächlich vorliegen. Verschiedener Auffassung kann man allerdings darüber sein, wie weit diese Tendenzen unbedingt negativ bewertet werden müssen. Vieles kann auch als Umbruch und nicht als Zerfall gedeutet werden. Betrachtet man allerdings die kubistischen Bilder Picassos, so kann man sich nur schwer des Eindrucks erwehren, daß hier tatsächlich ein Zertrümmerungsprozeß vorliegt. Auf diesen Punkt möchte ich weiter unten noch zurückkommen.

Was die Wissenschaften anbetrifft, so können wir gerade in unserem Jahrhundert eine ausgesprochene Blütezeit feststellen, jedenfalls aus unserer eigenen Perspektive heraus. Aber für den Tieferblickenden sind auch hier gewisse Entwicklungstendenzen erkennbar, die auf eine gewisse Ausreifung der Früchte der abendländischen Kultur schließen lassen. Zumindest ist eine von Spengler aufgezeigte Tendenz wohl nicht zu bestreiten:

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Faustische Seele wendet sich in dieser Spätzeit von innen nach außen, d. h. wir haben die tiefen religiösen Gefühle, die noch die Gotik und wohl auch noch das Barock beherrschten, überwunden und wenden uns den Problemen des Tages zu. Der greise Faust wendet sich ab von den Problemen der Religion und der inneren Betrachtung zu den gewaltigen Aufgaben, welche die Beherrschung des Erdballs, vielleicht sogar des Weltalls mit sich bringt. Kalte und nüchterne Intelligenz tritt an die Stelle seelischer Verinnerlichung. Noch Goethe konnte die Farbenlehre dichterisch erfassen. Wir kennen heute nur noch Frequenzen, Wellenfunktionen und Matrizen. Das Seziermesser der Statistik und Kybernetik kennt keine Scheu und Ehrfurcht.

Dies ist kein Zerfall, sondern eine Wandlung und uns Menschen des 20. Jahrhunderts ist dieser Weg vorgeschrieben. Auch hier liegt Größe.

Unsere heutige politische Situation wird äußerlich durch den Gegensatz zwischen Ost und West gekennzeichnet. Die Schlagworte Kapitalismus und Sozialismus sind Exponenten dieses Gegensatzes. Beides sind aber Begriffe unserer abendländischen Spätzeit. Die abendländische Zivilisation überspannt mit einer solchen Kraft den gesamten Erdball, daß die soeben aufgezeigten kulturhistorischen Gegensätze dadurch überdeckt werden. Wesentlich ist dabei, daß die beiden derzeitigen Supermächte nicht eigentlich Europäer sind, d. h. die traditionellen Mächte unseres Kulturkreises stehen machtpolitisch nicht mehr an vorderster Front. Nach dem mehr oder weniger freiwilligen Verzicht Europas auf die führende Rolle in der Weltpolitik hat eine ehemalige Kolonialmacht, die USA, die westliche Führungsrolle übernommen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Schmelztiegel der ganzen Welt

In Amerika wurde in den vergangenen Jahrhunderten das Eingeborenenproblem so gründlich gelöst, daß heute die alten Mächte praktisch nicht mehr existieren; im Gegensatz zu anderen Erdteilen, wo die europäische Kolonialschicht stets eine kleine Minderheit blieb.

Der alte "Imperialismus" ist tot. Er existiert nur noch in den Propagandaparolen des Ostens. Hier muß das Bild des imperialistischen Eroberers, der die fremden Völker "ausbeutet", mit Gewalt aufrecht erhalten werden, obwohl jeder Kenner weiß, daß man schon längst ~~nicht mehr~~ eher davon sprechen kann, daß die Europäer die Ausgebeuteten sind, die den unterentwickelten Ländern ihre Unterstützung zukommen lassen.

Die USA sind mehr oder weniger unfreiwillig in ihre heutige beherrschende Rolle hineingepreßt worden.

Es ist in unserem Jahrhundert das Schicksal aller Bewohner der Erde, daß sie Teilhaber an der abendländischen Zivilisation sind und daß hier kein Vakuum erlaubt ist. Moderne Waffensysteme umspannen den ganzen Erdball. Die Tatsache, daß vielleicht schon heute, sicher aber morgen, der Bau einer Atombombe mit verhältnismäßig einfachen Mitteln möglich ist, zwingt zur Kontrolle des gesamten Erdballes. Dieser Prozeß wird immer kritischer mit den zunehmenden Möglichkeiten der Automation. Heute sind die "unterentwickelten" Länder industriell noch weitgehend abhängig von den hochentwickelten Staaten. Das wird sich aber in ein bis zwei Generationen entscheidend ändern. Eine hochgezüchtete automatisierte Industrie wird wirtschaftliche Selbständigkeit auch kleineren Bereichen erlauben. Das wäre völlig in Ordnung, wenn diese einzelnen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Bereiche friedlich nebeneinander leben würden. Besteht jedoch die Möglichkeit, daß solche kleineren Bereiche Waffen entwickeln, die lebensgefährlich für den gesamten Erdball sind, so können die anderen nicht ruhig zusehen. Es ist dies ein schicksalhafter Prozeß, der keine Wahl läßt und folgerichtig zu gewissen Endlösungen der Beherrschung des Erdballes führen muß.

Dabei geht es auch nur mehr oder weniger äußerlich um die Wirtschaftsformen Kapitalismus und Sozialismus. Beide Formen gleichen sich einander an, ohne jedoch miteinander zu verschmelzen. Auf beiden Seiten wird um neue Formen gerungen. In den sogenannten kapitalistischen Ländern wird der Anteil der öffentlichen Einrichtungen an den Gesamtleistungen der Nation immer größer. Zu den großen Verteidigungshaushalten kommen heute bereits die gigantischen Ausgaben für die Weltraumforschung. Der Staat wird zum größten Unternehmer.

Auf der anderen Seite haben wir ein Aufweichen der alten pragmatischen Form des Sozialismus. Eine neuere ökonomische Politik bezieht den Wettbewerb und die Rentabilität mit in das sozialistische Wirtschaftssystem ein.

Man hat ~~allerdings~~ den Eindruck, daß in der Propaganda die alten Gegensätze zwischen Kapitalismus und Sozialismus umso mehr betont werden, je mehr dieser Angleichungsprozeß fortschreitet. Selbstverständlich bestehen auch nach dieser Angleichung noch erhebliche Unterschiede. Was aber wird die nächste oder übernächste Generation auf beiden Seiten zu diesem Thema sagen? Werden die Machtkämpfe dann noch unter diesen Parolen ausgefochten werden?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Schon heute ist es klar, daß die offiziellen Parolen vom Sieg des Sozialismus nur den Vordergrund der eigentlichen Machtkämpfe bilden. Dies gilt vor allem für Rußland, das vor dem Konflikt steht, ob die Ausbreitung des Sozialismus oder die reine Machtpolitik im Interesse Rußlands im Vordergrund stehen soll. Der Sozialismus hat sich als ein sehr gutes Werkzeug bewiesen, um in der Politik die Macht in Rußland aufrechtzuerhalten und Rußland militärisch so in Form zu bringen, daß es außenpolitisch eine Weltmacht darstellt. Der Sozialismus ist jedoch ursprünglich eine europäische, um nicht zu sagen deutsche Idee. Marx und Engels waren Deutsche. Lenin strebte den Beginn der sozialistischen Weltrevolution in Deutschland an. Das Ausweichen nach Rußland war für ihn zunächst nur eine Notlösung, geboren aus der speziellen weltpolitischen Situation 1917.

Die Russen wissen das wohl sehr gut und kennen auch die Gefahren, die darin bestehen, daß die wichtigsten westeuropäischen Länder kommunistisch werden könnten. Schon wenn Gesamtdeutschland kommunistisch würde, bestünde die Gefahr, daß der Schwerpunkt der kommunistischen Weltbewegung wieder nach Europa verlagert würde. Man hat sich darüber gewundert, daß Rußland es zuließ, daß Österreich nicht ganz oder teilweise kommunistisch wurde. Das ist sicher zum großen Teil ein Verdienst der Österreicher selbst, die sich wesentlich geschickter aus der schwierigen Situation herauszuwinden verstanden als die Deutschen. Außerdem wußte Rußland, daß sie keine geborenen Sozialisten sind. Der wesentliche Grund war aber vielleicht folgender: Ein kommunistisches Österreich könnte wieder das Zentrum der alten Donaumonarchie sein und eine beherrschende Rolle, zumindest ideell in den alten Ländern, die dieser Monarchie angehörten, spielen. Auch ohne Österreich hat Rußland mit seinen Satelliten von Polen bis zu den Balkanländern erhebliche Sorgen. Die politischen Ereignisse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

während der letzten beiden Jahrzehnte in diesen Ländern beweisen das. Der Blick dieser Länder ist nicht nach Moskau und Berlin gerichtet, sondern nach Wien und Paris. Der Wille, unbedingt zu Europa gerechnet zu werden, ist vielleicht nirgends so stark wie in der Tschechoslowakei. Trotz allen Fortschreitens des sozialistischen Geistes bestehen nach wie vor die alten politischen Beziehungen und Gegensätze. Polen fühlt sich vielleicht heute schon wieder von Moskau und Ostberlin in die Zange genommen.

Auf diesem wackelndem Boden ist wohl die DDR der zuverlässigste Bundesgenosse Moskaus. Man weiß diese Rolle in Ostberlin wohl auch gut zu spielen. Das geht solange gut, wie die DDR auf ihren jetzigen Bereich beschränkt bleibt. Was aber, wenn tatsächlich Gesamtdeutschland kommunistisch würde? Moskau weiß wohl sehr gut, daß dann das große wirtschaftliche Potential Gesamtdeutschlands und sein hoher Entwicklungsstand gefährlich werden könnten. Wenn die Möglichkeit besteht, daß ein weiteres Vordringen des Kommunismus in Europa machtpolitisch für Rußland gefährlich werden könnte, werden die Russen - entgegen ihren offiziellen Parolen - lieber ein schwaches, nichtkommunistisches Europa vorziehen.

Rußland scheint auch kein besonderes Interesse daran zu haben, daß europäische Länder, wie Frankreich und Italien, kommunistisch werden. Frankreich wäre ein sehr unbequemer Teilnehmer am kommunistischen Weltkonzert. Anders als in Berlin, würde man in Paris nicht daran denken, sich unterzuordnen. Der Blick aller Satellitenstaaten Rußlands würde sich sofort nach Paris wenden. Eine sehr gefährliche Situation für Moskau.

Andererseits darf natürlich in den Augen Moskaus Europa nicht wieder wirklich stark werden und eine selbständ ige Rolle in der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Weltpolitik spielen. Daher kann die Politik Moskaus nur darauf hinauslaufen, Europa zu schwächen. An Unruhen ist Moskau nur insoweit interessiert, als sie die Erstarkung der europäischen Länder verhindern. Sobald die Gefahr einer echten Revolution gegeben ist, wird Moskau sicher zögern, seine Unterstützung zu geben. Die jüngsten Ereignisse in Frankreich haben das gezeigt.

Ebenso dürfte auch ein kommunistisches Japan Rußland vor eine schwierige Situation stellen. Schon das kommunistische China hat für Rußland eine völlig neue Situation in der Politik der Ausbreitung des Sozialismus gebracht. Kenner oder solche, die es zu sein behaupten, meinen sogar, daß der Gegensatz Rußland - China wesentlich bedeutender ist als der Gegensatz zwischen Rußland und dem Westen, und dem entsprechend die zukünftige Weltpolitik auch stark beeinflußen wird. Die Politik Rußlands, seine derzeitige Position zu stärken, ist also nicht unbedingt gegen den Westen gerichtet. Darin liegt eine Chance für Europa, eventuell das nächste Jahrhundert zu überleben.

Die traditionelle Politik Europas ist ~~sowieso~~ zu Ende. Was uns bleibt, ist Konflikte zu vermeiden und vielleicht den anderen ein gutes Beispiel zu bieten. Wir müssen beweisen, daß die Wiege der heute den ganzen Erdball umspannenden Zivilisation immer noch bei uns liegt bzw. liegen kann, wenn wir dies begreifen. Noch gilt in den ehemaligen Kolonialländern der Weiße als der Eroberer und Unterdrücker; aber schon machen sich Anzeichen echten Verständnisses bemerkbar. Man sieht im Weißen auch einen Helfer. Wir Europäer haben es vielleicht schwerer als manche anderen. Unsere gemeinsame Vergangenheit ist zwar die Wurzel der heutigen Zivilisation; sie kann aber auch zu einem

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Hemmnis werden. Verharren wir nun auf unseren alten Traditionen oder können wir auch heute noch entscheidende Ideen beisteuern? Ist es schon so weit, daß der greise Faust von seinen Schülern übertroffen wird oder hat er noch genügend Kraft, um auch im "neuen Reich" (um mit Spengler den Vergleich mit der Ägyptischen Kultur zu ziehen) eine führende Rolle zu übernehmen?

Wir Deutschen sind zwar ein politisch verhältnismäßig unbegabtes Volk. In mancher Beziehung sind wir aber vielleicht den anderen um eine Generation voraus. Wir haben manches bereits hinter uns, was die anderen vielleicht noch vor sich haben. Die konservative europäische Machtpolitik haben wir wohl gründlich überwunden. Kein anderes europäisches Land hat den Verlust alten Bodens so verwinden müssen, wie wir. Ernst zu nehmende Bestrebungen, den alten Zustand wieder herzustellen, sind wohl nicht vorhanden. Während zwischen dem ersten und zweiten Weltkrieg das Problem der Ernährung bei der damaligen geistigen Haltung noch die Gewinnung von Land im Osten lebenswichtig erscheinen ließ, sind wir heute, trotz wesentlich dichterer Bevölkerung, in der Lage, die Ernährung auf wesentlich engerem Raum zu sichern. Teilweise haben unsere Unterstützungs- und Entwicklungsmaßnahmen in der Landwirtschaft sogar zu einer Überproduktion geführt. Die alten Parolen vom Volk ohne Raum stimmen nicht mehr. Was wir brauchen, ist die Organisation eines leistungsfähigen industriellen Europas.

Auch Frankreich und England haben ihre traditionelle Politik überwunden. Gemeinsam haben die europäischen Völker ~~xxxxx gearbeitet~~ in den vergangenen Jahrhunderten daran gearbeitet,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ein einiges, starkes Europa zu verhindern. Werden sie ~~sich~~ jetzt zusammenfinden können?

Hier kann Deutschland bestimmt Entscheidendes beitragen. Das Bild vom "militaristischen Deutschland", ~~welches~~ das immer noch die Propaganda nicht nur unserer Gegner beherrscht, muß überwunden werden. Die Geschichte Europas ist leider weitgehend eine Geschichte von Kriegen, und die Statistik beweist dabei keineswegs, daß ausgerechnet die Deutschen die meisten Kriege geführt haben. Allerdings gehört es zum tragischen Schicksal Deutschlands, daß viele grundlegende Konflikte des abendländischen Kulturablaufs auf seinem Boden ausgetragen wurden. Das war zur Zeit des Dreißigjährigen Krieges so und ist leider heute wieder so. Die Mauer in Berlin ist somit ein tragisches Symbol des deutschen Schicksals, aber auch seines Charakters. Wir sollten Ausländern gegenüber nicht so sehr die Mauer als "Sehenswürdigkeit" Berlins hinstellen. Schließlich waren es Deutsche, die diese Mauer gegen Deutsche gebaut haben. Sie wirft ein Licht auf den deutschen Charakter im ganzen.

In Berlin wird zwar nicht Weltpolitik gemacht, aber einige wichtige Fäden der Weltpolitik laufen über Berlin. Das ist eine große Gefahr. Deutschland ist zwar aus dem Kreis der Großmächte der Erde ausgeschieden; aber es liegt leider nicht am Rande des Weltgeschehens.

Die drohende Gefahr für Deutschland, aufgrund der bestehenden Weltsituation Schlachtfeld zu werden, wurde auch schon von den Nazis erkannt; nur haben sie leider daraus die falschen Schlüsse gezogen. Es hieße Spengler und seine Analyse völlig falsch verstehen, wenn man aus der Situation der "kämpfenden Staaten" heraus die Aufforderung zur "Welteroberung" ableiten

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wollte. Das Gegenteil ist der Fall. Überleben ist wichtig. Nach Spengler erfolgt die Bildung des Imperiums in einer Spätzeit als Abschluß der Übergangsperiode nicht so sehr durch Eroberung, sondern dadurch, daß die letzten Kräfte, die noch in Form sind, die ermüdete Welt übernehmen und neu organisieren. In unserer Zivilisation sollte doch wohl auch Europa dabei sein. In Form bleiben ist alles.

Aufgrund dieser Situation erscheint es auch nicht angebracht, heute bereits Pläne für eine zukünftige Weltregierung zu machen. Sie wären Konstruktionen auf dem Papier. ~~Aber~~ Wir befinden uns noch mitten in der Zeit des Übergangs. Das Bild der Welt ändert sich von Generation zu Generation, ja eigentlich von Jahrzehnt zu Jahrzehnt.

Dieser Übergang von der Hochkultur zur Spätzeit bedeutet den Sieg der kühlen Intelligenz. Das ist der tiefere Sinn hinter den Begriffen Informationsverarbeitung, Kybernetik und Automation. Die in alten Kulturkreisen zu beobachtende Wendung der Seele von innen nach außen während dieser Übergangsperiode nimmt nun aber in unserer Faustischen Kultur geradezu explosionsartige Formen an.

Zieht man aus Spenglers Ideen die Konsequenzen, so kann man sagen, Spengler wird von sich selbst überrollt. Er selbst steckte mit seinen Gedanken noch zu sehr in der Vergangenheit und war zu stark in den kulturellen Werten dieser Epoche verwurzelt. Vielleicht brachte gerade der zweite Weltkrieg die entscheidende Wende in der Geisteshaltung unserer Zivilisation. Der wehmütige Rückblick auf die Vergangenheit muß dem Bewußtsein weichen, daß wir Europäer die Gesetze, nach denen die Spätzeit unseres Kulturkreises ablaufen wird, wirklich in

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

uns haben, während die anderen sie nur äußerlich annehmen können. Das muß uns die Kraft geben, freudig und begeistert die neuen Ideen aufzugreifen und selber führend an der Spitze zu bleiben, anstatt uns von unseren Schülern überrollen zu lassen. Es besteht eine direkte logische Entwicklungslinie von der Zeit der Gotik mit ihren himmelstürmenden Domen zum Raketenzeitalter. Es war der innere Drang der Faustischen Seele, der zur Zeit der Gotik die Menschen nach unseren heutigen Begriffen unvorstellbare Opfer bringen ließ, um die gotischen Dome zu schaffen. Auch heute werden gewaltige Opfer gebracht, um die Aufgaben der Raumfahrt zu erfüllen. Auch diese sind ein Ausdruck der gleichen Faustischen Seele. Nur daß diese Seele sich nicht mehr die Aufgabe stellt, Gott zu dienen, sondern sich nach außen wendet, um weit über den Erdball hinaus die Arme unserer Zivilisation ins Weltall hinaus zu strecken. Man hört oft den Vorwurf, daß diese Weltraumprojekte gewaltige Summen verschlingen, die anders besser verwendet werden könnten. Aber ist es nicht so, daß wir heutigen Menschen endlich einmal wieder erhobenen Hauptes an den gotischen Domen vorübergehen können, ohne uns vor ihren Erbauern schämen zu müssen? Gerade darin, daß hier eine Aufgabe vorliegt, die über die sonstigen Aufgaben unserer Zivilisation hinausragt, liegt ihre Größe. Es geht hier nicht nur darum, dem zivilisierten Menschen immer neue technische Errungenschaften in Gestalt von Radio, Fernsehen, schnelleren und bequemeren Autos usw. aufzudrängen. Auch die militärischen Aufgaben treten dabei in den Hintergrund. Das ist es, was unserer Generation Antrieb und seelischen Halt geben kann, an Aufgaben zu arbeiten, die über den materiellen Bedarf unserer eigenen Generation hinaus gehen und richtungweisend für die kommenden Jahrhunderte, vielleicht sogar Jahrtausende sein können.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Diese gemeinsamen echten Aufgaben unserer Zivilisation können uns auch die Hoffnung geben, daß trotz der angespannten politischen Lage und der furchtbaren Drohung gewaltiger Waffen wir doch die Chance haben, diese Periode zu überstehen. Wenn auch die Welt äußerlich in zwei politische Lager getrennt erscheint, so ist doch der Geist, der auf beiden Seiten an den Problemen arbeitet, zum Teil nur äußerlich verschieden. Der Faustische Geist ist unermüdlich sowohl im Westen wie im Osten tätig.

Auch wenn die politischen Parolen vom Kapitalismus und Sozialismus nach außen hin propagiert werden, so ist der Geist der Ingenieure und Wirtschaftler auf beiden Seiten im Grunde genommen der gleiche. Wir können es als ein großes Glück betrachten, daß wesentliche Teile der gewaltigen wirtschaftlichen und technischen Kräfte auf beiden Seiten für einen edlen Wettbewerb in der Weltraumfahrt und anderen großen Aufgaben unserer Zeit angesetzt werden.

Unter dem Schlagwort Kybernetik bereitet sich im Osten, insbesondere in der DDR der Aufbau neuer Ideen im Rahmen des Sozialismus vor. Die alten Ideen vom Mehrwert im Sinne von Marx, der Abschaffung des Privateigentums und der Ausbeutung einer Klasse durch die andere verblassen mehr und mehr und werden bald nur noch in den Köpfen der ewig Gestrigen Bedeutung haben. Reaktionär sein bedeutet heute, an diesen alten Vorstellungen unserer Großväter festzuhalten. Fortschrittliches Denken bedeutet heute, die Möglichkeiten der abendländischen Wissenschaft und Technik auszubauen und für die gewaltigen vor uns liegenden Aufgaben einzusetzen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

In diesem Sinne sind unsere jungen Studenten, die in letzter Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben, sowohl fortschrittlich als auch reaktionär. Fortschrittlich sind sie mehr aus dem instinktiven Gefühl heraus, daß an unserer Gesellschaft irgendetwas nicht in Ordnung ist, und wir alten unzeitgemäße Vorstellungen und Verhaltensweisen überwinden müßten. Reaktionär sind sie, indem sie mit Parolen aus der Zeit unserer Großväter arbeiten. Haben sie den wirklichen Geist unseres Jahrhunderts begriffen? Um festzustellen, wie sehr unsere Jugend von den Möglichkeiten z. B. der Informationsverarbeitung begeistert werden kann, muß man einmal erleben, mit welcher Zähigkeit und Ausdauer junge Programmierer an der Ausarbeitung irgendwelcher Probleme arbeiten, die sie gerade beschäftigen. Hier liegt der wirkliche Geist einer neuen, jungen Generation. Da werden keine Überstunden gescheut, alles andere wird liegengelassen, bis das Problem wirklich gelöst ist, der letzte Fehler gefunden ist und die Programme so laufen, wie sie sollen. Darüber erfährt man leider nichts in unseren illustrierten Zeitungen, denn für die breite Masse, die an den Fortschritten unserer Zeit nur äußerlich teilnimmt, sind die technischen Fortschritte langweilig, sobald sie in Arbeit ausarten.

Überhaupt das Kapitel Studentenunruhen. Auch diese kann man unter dem Gesichtspunkt "Zukunftsforschung" betrachten. Wer von der älteren Generation hätte sie voraussehen können? Die Generation, die das Glück hatte, den zweiten Weltkrieg zu überstehen, legte ihre ganze Kraft in die Aufgabe, das zertrümmerte Mitteleuropa wieder aufzubauen. Wir glaubten, der nächsten Generation am besten damit zu dienen, daß wir ihr ein zwar arbeitsreiches, aber im wesentlichen von

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wirtschaftlichen Sorgen freies Leben ermöglichten. Der aufsteigende allgemeine Wohlstand ließ uns selbst sogar die bitteren Jahre der Kriegs- und Nachkriegszeit teilweise vergessen.

Man mußte wohl schon ein sehr guter Kenner der menschlichen Seele sein, um voraussagen zu können, daß gerade diese Haltung eine bewußte Opposition bei den jungen Menschen hervorrufen mußte.

Abenteurergeist und der Wille, für eine echte oder vermeintlich echte Aufgabe zu leben, beseelt unsere Jugend genauso wie uns, eine Generation vorher. Wir betrachten es als eines der höchsten Ziele unserer Generation, einen dritten Weltkrieg zu vermeiden. Wir haben die Thesen von den positiven Werten des Krieges gründlich überwunden; auch die Jugend will sicher keinen neuen Weltkrieg; aber trotzdem ist ein Vakuum da. Die Abenteurerlust unserer Jugend und die unserer Vorfahren wurde erstickt in den Erlebnissen der beiden Weltkriege. Sport, Autofahren und James-Bond-Filme können diese Erlebnisse anscheinend nicht ersetzen. Die Jugend will irgenwie an den Wandlungen unserer Zeit aktiv teilnehmen. Da haben wir Eltern wohl eine jahrelange Chance, die Seele dieser Jugend zu gewinnen, versäumt.

Dieses Vakuum ist anscheinend von den Kräften des anderen politischen Lagers besser genutzt worden. Auch hier liegt ein Problem der Informationsverarbeitung und Kybernetik vor: In den Büchern zu diesem Thema hören wir vom syntaktischen, semantischen und pragmatischen Aspekt der Information. Der syntaktische betrifft die rein formalen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Beziehungen der einzelnen Elemente der Information, z. B. die Grammatik einer Sprache. Die Semantik befaßt sich mit der Bedeutung der Informationseinheiten (Zeichen, Worte usw.) Der pragmatische Aspekt betrifft im wesentlichen die Zielsetzung, die mit einer "Informierung" verbunden ist. A informiert B mit dem Ziel, B zu einer bestimmten Verhaltensweise zu veranlassen. Dieser pragmatische Aspekt ist von den drei genannten Aspekten wissenschaftlich am schwersten zu erfassen, und es sind deshalb bisher auch nur wenige ernsthafte Versuche unternommen worden, ihn zu analysieren. In der Praxis jedoch spielt er die entscheidende Rolle, vielleicht schon solange es überhaupt Informationsübertragung und -Verarbeitung gibt. Von diesen Dingen ist allerdings in den Lehrbüchern der Kybernetik kaum etwas enthalten. Man stellt es allgemein als Fortschritt hin, daß zu irgend einem zukünftigen Zeitpunkt über große Informationsbanken und dergleichen jedem Bewohner der Erde sämtliche Informationen, die er zu erhalten wünscht, zur Verfügung stehen. Dieser Gedanke paßt in den Rahmen der westlichen Ideen von der Freiheit des Individuums. Tatsächlich wissen wir aber, daß die Manipulation der Informationen zu den Machtmitteln der Politik gehört, solange es Informationsverbreitung gibt. In unseren westlichen Ländern ist durch die im Prinzip garantierte Pressefreiheit und die gegenseitige Konkurrenz eine gewisse Gewährleistung gegenüber Auswüchsen dieser Manipulation gegeben. In diktatorisch geführten Ländern dagegen besteht ein absolutes System der Informationsmanipulation unter rein politischen Gesichtspunkten. Dies wirkt sich auch weit in den Bereich rein wissenschaftlicher Informationen aus. Man erkennt dies an wissenschaftlichen Büchern mit ~~an sich~~ hohem wissenschaftlichem Niveau, welche es nicht versäumen, das Loblied des dialektischen Marxismus zu singen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Von wem erhält z. B. der Sozialistische Deutsche Studentenbund seine pragmatisch aufgebauten Informationen? Die Informationstheorie allein kann uns hier nicht viel helfen. Es sei denn, daß sie uns lehrt, daß der Lernprozeß voraussetzt, daß bestimmte Sätze immer wieder wiederholt werden müssen, um endlich "zu sitzen", und daß die Aufnahmefähigkeit des Menschen in bezug auf Information beschränkt ist. Dies wissen aber die Gestalter der politischen Information seit langem, auch ohne Informationstheorie. ~~Aber~~ Vielleicht betreibt man auch dieses Geschäft in Zukunft wissenschaftlicher. Der homo sapiens stupidus wird ein Objekt der pragmatischen Informationsverarbeitung bleiben.

Kybernetisch lassen sich die Studentenunruhen auch folgendermaßen sehen: Die Kybernetik kennt den Prozeß der Regelung und der sich selbst anpassenden Systeme. Man arbeitet z. B. mit dem Modell eines ultrastabilen Systems, welches in Anpassung an die Umwelt und unter ihrem Einfluß verschiedene innere Zustände untersucht, bis eine den jeweiligen Verhältnissen angepaßte Gleichgewichtslage gefunden ist. Dieser Prozeß muß nicht zwangsläufig reversibel sein; d. h. ist einmal eine Umschaltung erfolgt, so muß nach Rückkehr der früheren äußeren Bedingungen nicht unbedingt der alte Zustand erreicht werden. So kann z. B. eintreten, daß ein politisches System unter der Kritik einer gewissen Beschränkung der Freiheit in einen anderen stabilen Zustand umschlägt, aus dem es kein Zurück mehr gibt und der keineswegs garantiert, daß der Grund der Kritik und des Wandels wirklich abgestellt ist. Einen solchen Prozeß haben wir bei der Selbstauflösung der Demokratie, die wir in Deutschland ja schon einmal erlebt haben. Dieser Prozeß wird durch in der demokratischen Freiheit begründeten Umstellungstendenzen ausgelöst und ist zumindest von innen heraus nicht umkehrbar.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Studenten stürmen an gegen eine Manipulation der öffentlichen Meinung, die durch Pressekonzerne repräsentiert wird. Sie vergessen oder verschweigen dabei, daß sie ihre Informationen von einer Seite haben, welche die Pressefreiheit, auch wenn sie nur bedingt ist, in unserem westlichen Sinne überhaupt nicht kennen und bei der die Manipulation der Meinung insbesondere der der westlichen Studenten zum festeingebauten Programm gehört.

Dementsprechend gehören auch politische Diskussionen im allgemeinen in den Bereich pragmatischer Informationsbehandlung. Bei dem heute in Kreisen der Computeringenieure und Informationsverarbeiter intensiv untersuchten Thema des Dialogs gehen diese Wissenschaftler natürlich davon aus, daß es bei dem Dialog darum ging, durch gegenseitige Information in enger Zusammenarbeit einen Sachverhalt richtigzustellen. Bei politischen Dialogen dagegen sind im allgemeinen die Teilnehmer gar nicht daran interessiert, durch Gedankenaustausch der wirklichen Wahrheit näherzukommen; sondern lediglich ihren eigenen, vorher längst festgelegten Standpunkt zu verteidigen und die Worte des Gegners lediglich daraufhin zu verarbeiten, sie in Richtung der eigenen Meinung hin umzuformen und zu entstellen.

Diese Art der Beherrschung des Dialogs ist ebenfalls eine uralte Methode. Die Jesuiten sind keineswegs die einzigen, die diese Kunst kultiviert haben.

Die "informierte Gesellschaft" ist ein weitgehend politisches Problem. Diese Art "Informationstheorie" ist nicht Gegenstand offizieller Lehrbücher und wissenschaftlicher Ausarbeitungen. Sie wird in bestimmten Kreisen praktiziert und in bestimmten Schulen weitergegeben. Nur irrt mancher Jugendliche, wenn

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

er glaubt, die entscheidenden Gründe lägen in unserem Gesellschaftssystem, ohne zu überlegen, in welchen anderen stabilen Zustand eine Änderung dieses Systems umschlagen könnte.

Was die "informierte Gesellschaft" in der Praxis bedeuten kann, haben wir erst in jüngster Zeit bei der Debatte der Notstandsgesetze erlebt. Nach unserer Verfassung ist die Einführung solcher Gesetze nur auf dem Wege öffentlicher Diskussionen und Informierung der Gesellschaft möglich. Wenn bei uns ein Bruchteil der Maßnahmen eingeführt werden soll, die auf der anderen Seite längst zur täglichen Praxis gehören, ohne daß diese Dinge ~~jemals~~ dort jemals öffentlich diskutiert zu werden brauchen, dann bewirkt diese Informierung der Gesellschaft eine entsprechende Reaktion, die das gesamte freiheitliche System in Frage stellt. Hier liegt ein kybernetischer Prozeß vor, nämlich die Rückwirkung einer "informierten Gesellschaft" auf den Stabilitätszustand ihres eigenen gesellschaftlichen Systems.

Es gibt kein absolutes "Menschenrecht" auf den Zugang zu allen Informationen. Unsere westliche Idee der Freiheit ~~ist~~ im Rahmen der Evolution des Lebens ist nur eine spezielle Mutation, deren "Richtigkeit" nur dadurch bewiesen werden kann, daß sie im Kampf ums Dasein wirksamer ist. Wir dürfen uns auch nicht der Illusion hingeben, daß die absolute Meinungsfreiheit und die freie Zugriffsmöglichkeit zu den wichtigsten Informationen unbedingte Voraussetzung wissenschaftlicher Arbeit und technischen Fortschritts sind. Die Erfolge der Russen in der Weltraumfahrt ~~beweisen das Gegenteil~~ stellen dies in Frage. Wieviele große Werke der Weltgeschichte sind von Sklaven erreicht ~~worden~~ schufen? Michelangelo hat als Gefangener des Vatikans die Sixtinische Kapelle geschaffen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Tatsächlich bedeutet in einem totalitären Staat die wissenschaftliche und technische Arbeit eine Rückzugsmöglichkeit für freie Geister, die sich dem System allgemein nicht unterzuordnen gewillt sind. In Laboratorien und Konstruktionsbüros können diese Leute eine Art isoliertes Klosterdasein führen, den Blick nur auf ihre Arbeit gerichtet und abgewendet von den täglichen Propagandaparolen der Außenwelt. Die rein wissenschaftlichen Veröffentlichungen stehen den Betreffenden frei zur Verfügung. Der Arm der politisch gesteuerten Informationsstellen reicht nicht bis in die eigentlichen Bereiche von Wissenschaft und Technik. Auch unter dem Naziregime konnte man das sehr gut beobachten. Wir Ingenieure bildeten einen Arbeitskreis, den man in Ruhe ließ, wenn er bestimmt Aufgaben erfüllte. Die dilettantischen Versuche, eine "Deutsche Physik" zu schaffen, verliefen bald im Sande. Kein totalitäres Regime kann es sich bei den heutigen weltpolitischen Machtverhältnissen leisten, gegen die Naturgesetze anzugehen.

Natürlich ist es für diejenigen, die außerhalb einer derartigen Diktatur stehen, leicht, den Eingeschlossenen vorzuwerfen, sie dienten einem teuflischen Regime. Diese Begriffe sind leider sehr relativ. Mit umso größerer Begeisterung wird sich ein Wissenschaftler eines totalitären Regimes aber gerade deswegen auf grundsätzliche, weitblickende Forschungsvorhaben und technische Aufgaben stürzen, wie z. B. die Weltraumfahrt. Hier liegt eine große und erhabene Aufgabe vor, die auch für einen, der sich als Gefangener fühlt, Trost und Zuversicht geben kann. Absolute Freiheit herrscht auch nicht bei uns. Auch wir im Westen sind nicht ganz frei von gewissen orthodoxen Vorstellungen, z. B. auf dem Gebiet der Atomphysik.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Liest man als Angehöriger des Westens ~~z. B.~~ wissenschaftliche Bücher aus der DDR, so fällt einem die häufige Betonung und Hervorhebung und Glorifizierung des dialektischen Materialismus auf. Tatsächlich ist es ja so, daß sich verhältnismäßig leicht gedankliche Brücken zwischen der Kybernetik, der Computerwissenschaft einerseits und dem dialektischen Materialismus andererseits schlagen lassen. Allerdings hat man den Eindruck, daß diese häufigen Zitierungen jedoch mehr oder weniger zum routinemäßigen Handwerk der dortigen Wissenschaftler gehören, etwa so wie das mechanische Herunterbeten des Glaubensbekenntnisses einer Kirche. Ein typisches Beispiel ist das ~~an sich~~ sehr gut geschriebene Buch von Georg Klaus "Kybernetik und Erkenntnistheorie". Klaus versteht es aber auch sehr geschickt, seine echten Gedanken auszudrücken, indem er z. B. auf Seite 136 des zitierten Buches schreibt:

"Der Leviathan im Sinne von Hobbes, d. h. also die Staatsmaschinerie, die von einem Zentrum aus alle gesellschaftliche Aktivität in strenger Weise determiniert bzw. steuert, ist ihrer Denkhaltung nach ein Produkt des mechanischen Materialismus. Sie ist politisch gesehen die absolute, perfekte Diktatur. Die Kybernetik lehrt uns, daß eine solche Diktatur auf die Dauer nicht funktionieren kann, nicht nur deswegen nicht funktionieren kann, weil sie unmoralisch ist, weil sie die Individuen vergewaltigt und deren Widerstand hervorruft, was schließlich zu ihrem Sturz führen muß, sondern, unabhängig von diesen subjektiven Momenten, weil sie wegen mangelnder objektiver Effektivität scheitern muß. Sie kann in einer Welt, in der es Zufall gibt, in der es dialektische Widersprüche gibt, auf die Dauer nicht bestehen."

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Hier zeigt sich auch, auf welchem Wege die dortige Intelligenz versucht, das politische System, dem sie schicksalhaft ausgeliefert ist, durch kybernetische Gedanken in eine auch westeuropäischer Denkweise angepaßte Richtung zu bringen. Das schwere Ringen hinter den Kulissen dieses Regimes wird wohl von uns im Westen kaum in der richtigen Weise gewürdigt.
So ist gerade auf dem Gebiete der Kybernetik auch ein sachlicher Gedankenaustausch zwischen den beiden Teilen Deutschlands möglich, das beweisen z. B. die Bücher von Steinbuch, die drüben verlegt werden und in Fachkreisen große Verbreitung und Anerkennung gefunden haben. (S. das erwähnte Buch von Klaus, in welchem Steinbuch sehr häufig zitiert wird.) Allerdings ist dies wohl nur auf streng sachlicher Ebene möglich oder wenn das politische System des Ostens nicht angegriffen wird. Steinbuchs neuestes, mit großem Schwung geschriebenes Buch "Falsch programmiert" übt ja tatsächlich nur Kritik an der westlichen Gesellschaft und wird daher wohl auch in der DDR erlaubt sein. ~~Interessant~~ wäre es natürlich, von Steinbuch eine ebenso geistreiche Kritik auch auf den Osten erstreckt zu ~~erleben.~~ halten.

In dieser rein sachlichen Arbeit auf beiden Seiten zeichnen sich die Zeichen der neuen Zeit ab, während von den Politikern immer noch die alten Parolen ~~unserer Großväter~~ hochgehalten werden.

Aber auch hier zeigt sich der Gegensatz zwischen uns Westeuropäern und dem eigentlichen Rußland. Der Russe ist vom Materialismus ~~xxxxxxxxxx~~ seelisch tief bewegt. Für uns Angehörige einer Spätzeit gibt es eigentlich nur noch materialistisches Denken, auch dort, wo wir von Idealen sprechen. Unsere religiösen Glaubensbekenntnisse bestehen im wesentlichen aus äußerlichen Zeremonien. Im Sinne der welthistorischen Analyse Spenglers ist

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

das russische Volk zur Zeit wohl das einzige auf der Erde, welches zu echtem religiösem Empfinden fähig ist. Die Russen betreiben selbst den Atheismus mit religiöser Inbrunst.

Dem Russen ist wohl auch in bezug auf unsere spätzeitlichen Gedanken der Freiheit und des Liberalismus eine grundsätzlich andere Einstellung angeboren. Was uns "teuflisch" und böswillig erscheint, stört ihn nicht in seiner Denkweise. Dieser Unterschied könnte wohl Gegenstand einer wissenschaftlichen Psychologie der Völker sein.

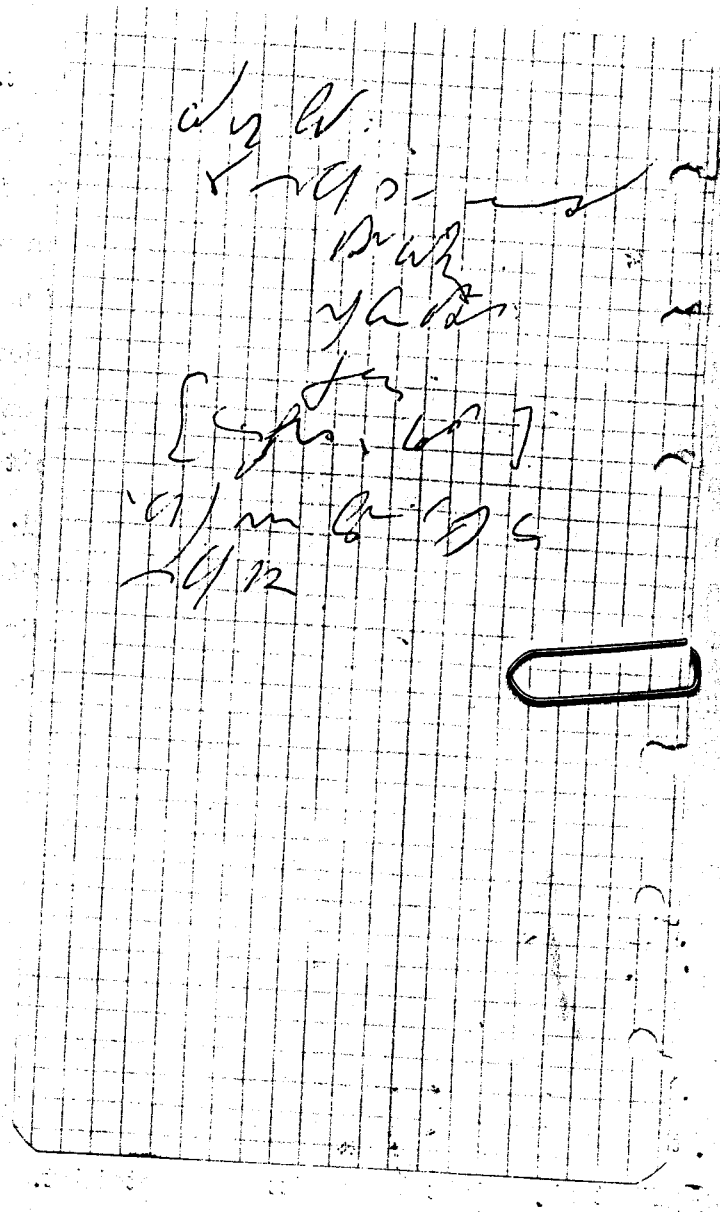
Abstrahiert man von den jeweiligen Bedingungen in den beiden charakteristischen Lagern unsere Zivilisation, so erkennt man, daß die wesentlichen Arbeiten auf technischem und wissenschaftlichem Gebiet auf beiden Seiten in der gleichen Richtung laufen. Rein technische Prognosen sind daher bis zu einem gewissen Grade unabhängig vom politischen System möglich.

Die folgenden in dieser Richtung liegenden Gedanken haben rein persönlichen Charakter und sollen nur einen ~~Diskussions~~-beitrag bieten.

Unter den großen Forschungsprojekten haben wir insbesondere zwei Gebiete, die wesentlich stärker gefördert werden als andere. Es sind dies die Kernenergie und die Weltraumfahrt. Liegt das daran, daß diese Gebiete so entscheidend wichtiger sind als alle die vielen anderen Dinge, die ebenfalls zu den modernen Errungenschaften unserer Technik und Wissenschaft gehören? Zu den rein sachlichen Förderungsgründen, die sicher vorhanden sind, kommen jedoch noch psychologische Gründe: Beide Projekte sind mit einem Knalleffekt verbunden. Die Explosion der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ersten Atombombe erschütterte die ganze Welt. Sämtliche Kreise der Erdbevölkerung wurden dadurch aufgerüttelt. Ähnlich liegt es bei der Raketentechnik. Auch hier ist ein für alle Laien erkennbarer Knalleffekt vorhanden. Das bedeutet, daß beide Projekte von der Gesamtbevölkerung diskutiert werden und auch im Gesichtskreis der Abgeordneten der Parlamente liegen. Das erleichtert erheblich die Bewilligung der gigantischen Summen, welche zur Verfolgung dieser Projekte erforderlich sind. Diese Projekte sind gewissermaßen tabu. Das führt soweit, daß die öffentlichen Forschungsmittel zum größten Teil bereits für diese Aufgaben aufgebraucht werden und die übrigen 100 oder 1000 anderen Forschern sich um den Rest raufen müssen.

So hat man beispielsweise die Datenverarbeitung lange Jahre hindurch überhaupt nicht für förderungswürdig gehalten. Erst der gewaltige Druck aus den USA konnte hier einige psychologische Barrieren überwinden.

Das kann zunächst daran liegen, daß die Datenverarbeitung nicht über einen Knalleffekt verfügt. Die gesamte Weltbevölkerung fühlt sich nicht so unmittelbar beteiligt. Die Atombombe löste eine Welle von Furcht aus, die jeden ergreift. Die Aussichten, mit Hilfe der Kernverschmelzung gewaltige Energien erzeugen zu können, betrifft ebenfalls noch alle Kreise der Bevölkerung, da der Energiebedarf etwas unmittelbar Anschauliches darstellt. Die Fahrt zum Mond ist ein alter Traum der Menschheit. Hier ist ein Ventil für den alten Pioniergeist insbesondere der abendländischen Entdecker, welche nach der Erschließung des gesamten Erdballs ein neues Betätigungsfeld benötigen. Auch das geht weite Kreise der Bevölkerung unmittelbar an.

Die Datenverarbeitung mit ihren logischen Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz usw. stellt nun ~~zwar~~ gegenüber den

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

genannten Gebieten eine grundsätzlich neue Stufe in der Entwicklung der Technik dar. Selbst bei der Atombombe, der Kernverschmelzung und der Raketenforschung geht es letzten Endes nur um eine Verstärkung der Muskeln des Menschen im weitesten Sinne. Mit dem Computer erfolgt aber der Angriff auf die Steuerungs- und Regelungsorgane selbst, welche bis in die Gebiete des logischen Denkens hinein reichen. Die ganze Ungeheuerlichkeit dieses Prozesses ist aber heute noch nicht in vollem Umfang begriffen worden. Zwar haben die Journalisten schon sehr früh das Schlagwort vom "Elektronengehirn" geschaffen. Dieses wurde aber nicht richtig ernst genommen und nur oberflächlich als Propagandaslogan gewertet. Psychologisch war in breiten Kreisen der Bevölkerung eher eine instinktive Abwehrhaltung zu beobachten, als lebhaftes, aktives Interesse, wie bei den anderen Projekten. Allgemeines Unbehagen löste auch die Atombombe aus; aber dieses Unbehagen war aufrüttelnd. Es gab keine Möglichkeit, an dieser Tatsache vorbeizugehen. Die Computer erschienen zunächst jedoch mehr als Spielzeuge einiger Ingenieure und Wissenschaftler. Das wirkt sich selbstverständlich weitgehend auf die Bewilligung von Geldern aus, denn große Summen müssen über ~~dxs~~ Parlamente bewilligt werden, und diese sind, jedenfalls bei uns im Westen, in der Meinung des Volkes verankert.

Was über den Computer gesagt wurde, gilt auch für viele andere Gebiete, für die ich mich jedoch nicht zuständig fühle.

In den USA wurde vieles durch den gigantischen Verteidigungshaushalt ausgeglichen. Wir in Deutschland haben nach dem zweiten Weltkrieg das Kind mit dem Bade ausgeschüttet und nicht nur die Rüstung als solche gedrosselt, sondern auch lebenswichtige Projekte, die bei anderen durch die Rüstung mitgefördert werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Es wird auch gern angeführt, daß z. B. durch die Raumfahrtforschung eine Fülle von anderen Forschungsaufgaben mitgefördert wird. Hierüber existieren überzeugende Aufstellungen. Tatsächlich hängen von der Raumfahrtindustrie insbesondere in USA eine Unmenge kleinerer Industriezweige ab, mit Forschungsvorhaben auf den verschiedensten Gebieten.

Dies ist zweifelsohne richtig; jedoch stimmt es nicht, daß dies die einzige Möglichkeit ist, Forschung zu fördern. Das gleiche gilt selbstverständlich auch z. B. für den Verteidigungshaushalt. Grundsätzlich kann man sagen, daß überall dort, wo der Staat Milliarden einigermaßen gezielt ausgibt, diese Gelder irgendwie nützlichen Projekten zufließen. Früher wurde dieses Argument in bezug auf den großen Etat der europäischen Fürstenhäuser angewandt. Tatsächlich wurden dadurch das Handwerk und die Künste in großzügiger Weise gefördert; jedoch wäre dies nicht die einzige Methode zu ihrer Förderung gewesen. Eine großzügige Förderung der Automation und Datenverarbeitung hätte sicher eine ähnliche Wirkung, wie die Förderung anderer großer Forschungsvorhaben.

Ich glaube, dieses Buch beweist, daß ich ein leidenschaftlicher Ingenieur bin und nicht daran denke, den heutigen Lieblingskindern der Forschung das Wasser abzugraben. Aber trotzdem habe ich das Gefühl, daß wir hier irgendwie "falsch programmiert" sind, um mit Steinbuch zu sprechen, und zwar aus folgendem Grund:

Die Forderungen, die an moderne Staaten gestellt werden, die dazu noch den Ehrgeiz oder das Schicksal haben, weltpolitisch von Bedeutung zu sein, laufen auf eine gigantische Steigerung

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

der Leistungsfähigkeit aller beteiligten Organe hinaus. Das gilt nicht nur für den Verteidigungshaushalt, den ich hier nicht in den Vordergrund stellen möchte; obwohl wir nicht die Wahl haben, an ihm vorüberzugehen. Es gilt z. B. auch in bezug auf die genannten großen Forschungsvorhaben. Eine wirklich großzügig betriebene Raumfahrt erfordert eine derartig hohe Finanzierung, daß sie selbst größte Staaten aus dem Gleichgewicht bringen kann. Dabei stehen wir erst am Anfang dieser Entwicklung. Ebenso wissen wir heute, daß die Kernverschmelzung, wenn überhaupt, dann nur mit gigantischem Aufwand zu verwirklichen ist. Hinzu kommen die ständig wachsenden Aufwendungen für die normalen friedensmäßigen sozialen und sonstigen öffentlichen Leistungen eines modernen Staates. Unsere Städte ersticken in unzureichenden Verkehrsverhältnissen. Auf dem Gebiete des Unterrichtswesens muß noch enorm viel geleistet werden. Schließlich bedroht uns alle die von den Statistikern vorausgesagte Bevölkerungsexplosion, die letzten Endes auch mit technischen Mitteln gemeistert werden muß, auch wenn sie nicht so direkt die zivilisierten Industriestaaten betrifft.

All das bedeutet: Die Steigerung unserer Leistungsfähigkeit muß an erster Stelle stehen. Erst das Werkzeug, dann das Haus. Das ist ein ganz einfacher Gedankengang, den, glaube ich, jeder verstehen kann: Wenn ich Autos bauen will, muß ich erst die Werkzeugmaschinen haben, um diese zu produzieren. Die Werkzeugmaschinen wiederum erfordern Werkstätten, welche wiederum mit einfacheren Mitteln diese Maschinen erzeugen können usw. Selbstverständlich gehört auch die Energieversorgung zu dieser Grundausrüstung.

V: Besser wäre: Erst das Geld, dann das Haus

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Wenn es also vorauszusehen ist, daß die Leistungsfähigkeit unserer Industrie noch gewaltig über den jetzigen Stand hinaus gesteigert werden muß, um zukünftigen Aufgaben gerecht zu werden, dann ist die unmittelbar wichtigste Aufgabe, hierfür die Voraussetzungen zu schaffen. Ebenso wenig, wie wir erwarten können, daß die wichtigen Aufgaben der Atomforschung und der Weltraumforschung und der Computertechnik sich von allein im Rahmen eines liberalen Wirtschaftssystems entwickeln, können wir erwarten, daß die Leistungsfähigkeit der Industrie sich von allein in dem Maße steigert, wie es erforderlich ist.

Das Schlagwort heißt Automation.
Wird nicht schon viel zu viel automatisiert? Haben wir nicht schon Wirtschaftskrisen mit Arbeitslosen? Jawohl, es stimmt, es wird automatisiert, und zwar verhältnismäßig ziellos, ohne daß ein Gesamtplan zu Grunde liegt, wie beispielsweise bei der Raumfahrt. Mit sozialen Auswirkungen muß gerechnet werden und diesen muß rechtzeitig mit den richtigen Maßnahmen begegnet werden, anstatt unvorbereitet in eine schicksalhafte Entwicklung hineinzuschlittern. Denn schicksalhaft ist diese Entwicklung. Ich habe absichtlich erst die Betrachtung der Situation unserer abendländischen Zivilisation vorausgeschickt, um zu zeigen, daß es hier nicht um ein "So-oder-auch-anders-Können" geht. Wir Faustischen Kulturvölker haben die entscheidenden Impulse für die Erschließung des gesamten Erdballes gegeben. Wir können nicht zurück, sondern müssen diesen Weg konsequent zu Ende gehen; entweder wir schaffen es und bewältigen innerhalb des nächsten Jahrhunderts die vor uns liegenden gewaltigen Aufgaben oder der ganze Erdball wird in ein Chaos gestürzt. Es geht für uns nicht um mehr oder weniger komfortablen Wohnungen oder sonstige zivilisatorische Einrichtungen, sondern ganz einfach um unsere Existenz, um Sein oder Nichtsein.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Deshalb brauchen wir: 1.) Einen klaren Blick für die Situation und die Organisation von Maßnahmen, um dieser Situation gerecht zu werden. Andere Länder, insbesondere sozialistische Länder, die ich hier jedoch nicht unbedingt als Vorbild hinstellen möchte, haben z. B. schon längst ein Ministerium für Automation. Die Fragen gehen jedoch nicht nur ein Ministerium an, sondern beeinflussen die gesamte Regierungs- und Wirtschaftspolitik.

2. Eine großzügige Automationsforschung, deren Teilgebiet die Datenverarbeitung ist.

3. Rechtzeitige soziale Maßnahmen. Es muß verhindert werden, daß Maßnahmen der Automation ungeregelt und zügellos unser Wirtschaftssystem aus dem Gleichgewicht bringen.

Zunächst möchte ich im wesentlichen zum Punkt 2 sprechen. Es ist mir klar, daß ich mich mit einer solchen Forderung sehr unbeliebt mache. Aber ich möchte meinen Kollegen von der Raumfahrt und Kernforschung (sofern ich ~~mich~~ sie so nennen darf) zurufen: Was nützt es denn, wenn Ihr heute die staatliche Milchkuh melkt und diese eines Tages nicht mehr die nötige Milch geben kann? Ist das Ziel dann erreicht? Schon heute muß der Raumfahrthaushalt in USA erheblich gekürzt werden. Wenn nicht bald positive Ergebnisse bei der Kernverschmelzung sichtbar werden, kann auch dafür nicht mehr lange mit großzügiger Unterstützung gerechnet werden. Ist es da nicht besser, solche Forschungsprogramme zu bevorzugen, die zunächst zwar ebenfalls erhebliche staatliche Unterstützung brauchen, deren Ziel aber die Steigerung der Leistungsfähigkeit unserer Volkswirtschaft und Industrie ist; mit anderen Worten, dafür zu sorgen, daß die brave Milchkuh "Staat" nicht nur gesund bleibt, sondern noch erheblich leistungsfähiger wird?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Mehrwerttheorie von Karl Marx hat heute kaum noch Bedeutung. Man kann ruhig sagen, sie ist tot. Es lebe der Mehrwert, den uns unsere Erfinder, Forscher und Wissenschaftler zu verschaffen in der Lage sind! Die gewaltigen Kräfte, die in einer heute noch kaum vorstellbaren Automation liegen, müssen entwickelt und in richtige Kanäle geleitet werden. Helft Euch selbst! Es hat nicht viel Sinn, am Bundeshaushalt herumzunörgeln und beispielsweise die Unterstützung der Landwirtschaft zu kritisieren. Wir alle erinnern uns der Zeiten, als wir nach dem Kriege froh waren, ein paar Kartoffeln zu bekommen, von einem Pfund Butter gar nicht zu reden. Ein moderner Staat, der sich eine gewisse Unabhängigkeit bewahren will, braucht eine Landwirtschaft, deren Leistungsfähigkeit über den reinen Tageskonsum hinausgeht. Das kostet Geld. Wir können den Staatshaushalt drehen und wenden, wie wir wollen, fügen wir etwas an einer Stelle hinzu, so fehlt es an anderer Stelle. Auf weite Sicht gesehen fehlt dem Finanzminister nur eins: Neue Geldquellen. Diese können uns nicht die Alchimisten geben. Es gibt nur einen Ausweg: Steigerung der Leistungsfähigkeit unserer gesamten Volkswirtschaft. Und das Rezept dazu: Zunächst großzügige Automationsforschung. Erst das Werkzeug, dann das Haus.

Supertechnik:

Die Entwicklung der Technik ist ein verhältnismäßig stetiger Prozeß. Er begann mit der erstmaligen Benutzung von Werkzeug und führte über Arbeitsteilung und Einsatz von Maschinen bis zur Automation. Eine Technik in unserem heutigen Sinne gibt es allerdings erst seit etwa 200 Jahren. Dabei wechselte das Gesicht und die Problemstellung von Generation zu Generation. Für unsere Großväter stand die Entwicklung der Kraftmaschine im Vordergrund. Es wurden die allgemeinen Grundlagen der Elektrotechnik geschaffen. Zur Zeit unserer Väter war "Rationalisierung"

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

das ~~große~~ Modeschlagwort. Heute sprechen wir von Automatisierung. Durch den Einsatz von Computern wird der entscheidende Schritt möglich, nicht nur die Muskeln des Menschen zu verstärken, sondern auch gewisse Bereiche seiner geistigen Tätigkeit, zu denen hier auch alle steuernden und organisatorischen Tätigkeiten gezählt werden.

Man kann verschiedener Auffassung sein, ob die Automatisierung eine Fortsetzung der Rationalisierung ist oder nicht. Tatsache ist, daß der Übergang im wesentlichen nicht sprunghaft, sondern organisch erfolgt und daß wir heute von einer wirklichen Vollautomation noch weit entfernt sind. Man spricht von einem automatisierten Betrieb, wenn die normalen Aufgaben dieses Betriebes, also im allgemeinen die Produktion bestimmter Güter, ohne direkte Mitwirkung des Menschen stattfindet. Man unterscheidet zwischen Energieerzeugung, Verfahrenstechnik und Fertigungstechnik. Die Energieerzeugung war bereits weitgehend automatisiert, bevor das Schlagwort von der Automation die Geister beunruhigte. Vollautomatische Kraftwerke waren der Stolz der Ingenieure zur Zeit unserer Väter. Als Glanzstück wurde die große Schaltzentrale betrachtet, von der aus einige wenige Angestellte, die Heizer in weißen Kitteln, wie sie damals stolz genannt wurden, den ganzen Betrieb überwachen und steuern konnten. Diese Steuerungstätigkeit wurde technisch lediglich durch einige selbsttätige Regeleinrichtungen unterstützt. Grundsätzlich lag die Steuerung des Betriebes jedoch bewußt in menschlicher Hand oder besser ausgedrückt, im menschlichen Gehirn.

Anders heute. Selbstverständlich haben wir in Kraftwerken auch heute noch große Schaltzentralen, aber der Computer übernimmt auch die Steuerungs- und Überwachungsfunktionen möglichst vollständig. Das ist ein Schritt, der über die bisherigen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

automatischen Regeleinrichtungen wesentlich hinausgeht. Diese konnten im wesentlichen nur stetige Teilvorgänge regeln. Der Computer kann aber auch unstetige Vorgänge erfassen und Optimierungsaufgaben übernehmen.

Ähnlich liegt der Fall in der Verfahrenstechnik, die z. B. in der chemischen Industrie eine große Rolle spielt. Rohmaterialien, Zwischenprodukte und Endprodukte bestehen aus Mineralien, Flüssigkeiten und Gasen, die einen im wesentlichen kontinuierlichen Produktionsprozeß erlauben. Dies erleichtert die Automation.

Wesentlich schwierigere Aufgaben stellt die Fertigungstechnik, also beispielsweise ein Maschinenbaubetrieb. Hier geht es stets um einzelne Stücke. Dort, wo Massengüter herzustellen sind, wie z. B. bei der Kraftfahrzeugherstellung, ist eine Automatisierung selbstverständlich zunächst leichter möglich. Aber sie erstreckt sich im allgemeinen auch da immer nur auf einzelne Teile des Gesamtprozesses. Nur verhältnismäßig einfache Teile werden heute schon voll automatisch gefertigt. Dementsprechend sind zunächst einzelne Werkzeugmaschinen Objekte der zunehmenden Automatisierung. Diese erstreckt sich zunächst auf Positionssteuerung, Streckensteuerung und Bahnsteuerung, also auf den eigentlichen Fertigungsprozeß selbst. Die nächsten Schritte ~~waren~~ sind automatische Zuführung und Abführung der Werkstücke und der automatische Werkzeugwechsel.

Während derartige automatische Werkezugmaschinen oder Maschinensätze heute auch bereits mit Erfolg außerhalb der Massenfertigung zum Herstellen von einzelnen Stücken eingesetzt werden können, werden die automatischen Montageeinrichtungen heute im wesentlichen nur in der Massenproduktion eingesetzt. Typisch hierfür sind die sogenannten "Taktstraßen" der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Kraftfahrzeugindustrie. Hierbei sind allerdings Fertigungs- und Montageeinrichtungen eng miteinander verflochten. Schwierige Montagevorgänge, wie die Endmontage, werden immer noch weitgehend von Hand durchgeführt.

Universelle Montageeinrichtungen, welche individuell steuerbar sind (also z. B. zunächst dieses Gerät, später ein anderes montieren), stellen die Ingenieure vor schwierige technische Aufgaben. Im allgemeinen werden Hilfsvorrichtungen zur Unterstützung des menschlichen Monteurs verwendet. Einen wesentlichen Schritt hat die elektronische Industrie durch grundsätzlich neue Techniken, wie geätzte Schaltungen und integrierte Schaltkreistechnik, getan.

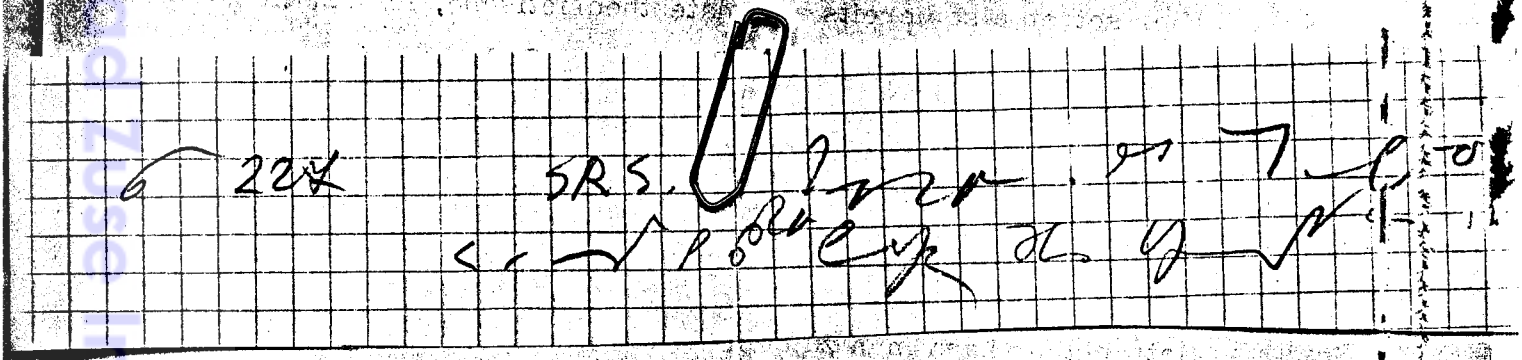
Bei allen diesen automatisierten Vorrichtungen und Betrieben gilt es als selbstverständlich, daß die Reparatur und die Herstellung der Fertigungseinrichtungen selbst nicht mit in die Automation einbezogen ist.

Die Idee der sich selbst reproduzierenden Maschine ist theoretisch schon weitgehend im Rahmen der Automatentheorie untersucht worden. Bis jetzt erstrecken sich solche Untersuchungen jedoch hauptsächlich auf Schaltungen. Zunächst müssen selbsttätig Fehler entdeckt werden, und dies ist was durch laufende Kontrollen und besondere Einrichtungen hierfür möglich ~~ist~~; dann muß der fehlerhafte Teil der Schaltungen entweder ersetzt oder seine Aufgabe durch andere Teile übernommen werden. Das führt zu "redundanten" Schaltungen, d. h. einer solchen, die in sinnvoller Weise überdimensioniert ist. Die Redundanz solcher Systeme kann allerdings unvorstellbar hohe Maße annehmen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Hier setzen also bereits automatentheorietische, informationstheoretische und vielleicht kybernetische Gedanken ein.

Bei konsequenter Verfolgung des Gedankens der Vollautomation stellt sich natürlich auch die Frage der automatischen Herstellung einer Fertigungswerkstatt selbst. Bei unvoreingenommener Betrachtung kann man zu dem Schluß kommen, daß bei konsequenter Weiterentwicklung auch dieses Ziel erreichbar sein müßte. Die weitere Konsequenz wäre eine Werkstatt, die in der Lage ist, sich selbst zu reproduzieren.

Dieser Gedanke sich selbst reproduzierender Systeme wurde in der Literatur erstmalig von dem bekannten Mathematiker John von Neumann ausgesprochen und entwickelt. Seine Untersuchungen sind allerdings mehr theoretischer Natur und betreffen Modelle auf dem Papier. Gelöst werden hauptsächlich Aufgaben der selbsttätigen Entwicklung einer bestimmten Schaltung. Die wesentlich schwierigeren Fragen der Fertigungsautomatisierung bis hin zu sich selbst reproduzierenden Fabriken hat er nicht behandelt.

Im Zuge der Automatisierung kann man die sich selbst reproduzierenden Systeme als eine wesentliche Entwicklungsstufe betrachten. Ich selbst befasse mich mit diesem Gedanken seit etwa 30 Jahren. Eine kurze Ausarbeitung befindet sich in Heft 2/1967 der Zeitschrift "Elektronische Rechenanlagen" (Oldenbourg-Verlag). Mit diesen Gedanken glaubte ich, einen Beitrag zum Thema der Automation geleistet zu haben, der vielleicht der Förderung würdig sei. Bei verschiedenen Diskussionen mußte ich allerdings feststellen, daß anscheinend erhebliche psychologische Barrieren das Verständnis dieses Gedankens erschweren. Eine Schwierigkeit besteht darin, daß die sich selbst reproduzierenden Systeme keinen eigentlichen Selbstzweck darstellen. Die erste Frage ist

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

meistens: "Was nützt es denn, wenn eine Anlage sich selbst reproduzieren kann?" Das ist natürlich auch nicht der eigentliche Sinn der Sache; wesentlich ist meines Erachtens, daß die gesamte Technik eine neue Stufe erreicht, wenn ein Grad der Automation verwirklicht werden kann, für den sich selbst reproduzierenden Systeme zwar charakteristisch sind, aber nur symbolische Bedeutung haben.

Als weitere Schwierigkeit bei der Diskussion kommt hinzu, daß erst eine ganze Reihe von Entwicklungsstufen durchlaufen werden müssen, bevor diese Stufe erreicht werden kann; die technischen Schwierigkeiten sind erheblich. Das bedeutet, daß zunächst nicht ohne weiteres Einsatzgebiete sichtbar sind, die in kurzer Zeit praktische Erfolge versprechen.

Die Verhältnisse erinnern mich dabei an die Zeit, als ich vor etwa 30 Jahren die ersten Gespräche über Computer und ihre weiteren Möglichkeiten führte. Damals war ich in der Lage, in Gestalt der vorwiegend numerischen Aufgaben dienenden Relaisrechenmaschine ein solches Nahziel anbieten zu können, was außerdem noch durch Versuchsmodelle demonstriert werden konnte. Alle weiteren Diskussionen über den Einsatz der Elektronik und der mathematischen Logik verliefen im Sand, und ich hätte wohl nicht die geringste Unterstützung bekommen, wenn ich etwa damals eine logische Universalrechenmaschine vorgeschlagen hätte, welche für symbolische mathematische Rechnungen, allgemeine Problemlösung, Schachspiel und dergleichen bestimmt gewesen wäre. Allein das Wort "Schachspiel" hätte eine unüberwindliche Barriere aufgerichtet, wenn ich auch noch so gründlich betont hätte, daß die Fähigkeit für eine Rechenmaschine, Schachaufgaben zu lösen, keinen Selbstzweck darstellt, sondern nur symbolisch eine sehr bedeutsame Entwicklungsstufe der Rechen-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

maschinentechnik. Eine besondere Schwierigkeit besteht auch darin, daß es z. B. im Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung anscheinend noch keine Stelle gibt, die für derartige Aufgaben der Automationsforschung zuständig ist.

Derartige Möglichkeiten, auch die Idee der Selbstreproduktion baldmöglichst für praktische Aufgaben einzusetzen, zeichnen sich aber ab. Zunächst darf der Gedanke nur eine Leitidee sein und nicht fanatisch verfolgt werden. Technische Systeme sind trotz aller Automatisierungsmaßnahmen immer noch kombinierte Systeme, zusammengesetzt aus Mensch und Maschine. Dehnt man den Begriff System in dieser Weise aus, was für die Kybernetiker längst selbstverständlich ist, so kommt man zu einer Theorie der autarken Systeme. Ein Seitenblick auf die Natur zeigt, daß diese über derartige sich selbst reproduzierende Systeme in Gestalt einer einzelnen Zelle verfügt. Auch hier in der Natur stellt die Fähigkeit der Zelle, sich selbst zu verdoppeln, eine entscheidende Entwicklungsstufe dar, auch wenn die Selbstreproduktion als solche nicht das eigentliche Endziel ist, sondern der Aufbau eines ganzen biologischen Organismus aus einer Keimzelle heraus und die Weiterentwicklung von einfachen Grundformen zu höheren Formen des Lebens in Form von sich selbst organisierenden Systemen.

Die Natur ist dabei in der Lage, einen autarken Produktionsbetrieb auf kleinstem Raum, nämlich dem einer einzelnen Zelle, unterzubringen. Zugeführt werden müssen lediglich hochwertige Nahrungsmittel in Gestalt von Eiweiß usw.

Unsere heutige Industrie kann ein derartiges autarkes System erst im Rahmen einer gesamten Volkswirtschaft bieten. Aufgrund unserer Arbeitsteilung sind selbst sehr große Betriebe stark spezialisiert. Der Aufbau eines kleinen autarken Systems

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wäre mit den herkömmlichen Produktionsmethoden nicht wirtschaftlich. Es bedeutet bereits erhebliche wirtschaftliche Nachteile, wenn ein einzelner Staat sich die Aufgabe stellt, seine Industrie autark zu machen, d. h. möglichst unabhängig von Zulieferungen aus dem Ausland.

Eine systematische Untersuchung dieser Möglichkeiten haben wir noch nicht. Hierbei handelt es sich, wie gesagt, nicht darum, voll zu automatisieren im Sinne der Ausschaltung der menschlichen Arbeitskraft, sondern um die Entwicklung sinnvoll aufeinander abgestimmter Produktionseinrichtungen mit sorgfältiger Beschränkung auf bestimmte Zulieferungen (Nahrungsmittel) zum Gesamtsystem.

Diese Entwicklungen liegen nun in ähnlicher Richtung wie die sogenannte integrierte Schaltkreistechnik, die ja heute bereits eine große Bedeutung hat. Die Entwicklung der Bauelemente der Computer führte bekanntlich von der Mechanik, über Elektromechanik zur Elektronik mit der Stufen Röhrentechnik, Transistortechnik und integrierter Schaltkreistechnik. Letztere bedeutet nicht den Übergang zu einem neuen Bauelement als solchem, sondern mehr zu einer völlig neuen Fertigungstechnik. Die traditionelle Technik bestand darin, Schaltungen aus einzelnen Bauelementen, wie Transistoren, Dioden, Widerständen, Kondensatoren usw. zusammenzusetzen, wobei die Verbindungen durch Lötstellen von Hand hergestellt wurden. Zwischenschritte zur Automation stellen die automatischen Verdrahtungsmaschinen und die geätzten Schaltungen (fälschlicherweise auch oft "gedruckte" Schaltungen genannt) dar, Bei den automatischen Verdrahtungsmaschinen werden die Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen einer Schaltung durch programmgesteuerte Geräte ausgeführt. An Stelle der der Automation schwer zugänglichen einzelnen Lötstelle tritt dabei eine mechanische Verbindung mit gewickelten

Spezialtechnik

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Drähten. Diese Geräte stellen gewissermaßen die Automatisierung einer traditionellen Fertigungsmethode dar.

Einen ~~wesentlich~~ neueren Schritt bedeuten bereits die geätzten Schaltungen. Die Verbindungen werden nicht mehr mit Drähten einzeln verlegt, sondern in einer "integrierten Technik" hergestellt nach einem Verfahren, welches der Herstellung von Radierungen ähnelt. Schaltkreise können nunmehr einfach gezeichnet, fotografiert und vervielfältigt werden. Allerdings müssen die ~~einzelnen~~ Bauelemente noch einzeln auf die vorbereiteten Platten aufgesetzt werden. Die Verbindung dieser Bauelemente erfolgt noch durch Verlöten. Hierfür sind aber auch schon automatische Lötmaschinen entwickelt. Wir haben also einen halb automatisierten Fertigungsprozeß.

Die Weiterentwicklung zu noch weiterer Automatisierung besteht aber nicht darin, nun auch noch die letzten Handgriffe dieses Prozesses zu automatisieren, also z. B. das Einsetzen der Transistoren usw. (auch das ist natürlich stellenweise geschehen), sondern das integrierte Herstellungsverfahren auf die gesamte Schaltung auszudehnen. Das bedeutet, daß auch die Transistoren, Dioden, Widerstände usw. durch Aufdampfungs- und Ätzverfahren anhand von Schablonen aufgebracht werden. Man erreicht damit nicht nur ein automatisches Herstellungsverfahren, sondern auch eine außerordentliche Verkleinerung der einzelnen Systeme. Die Entwicklung dieser Verfahren war außerordentlich schwierig und kostspielig. Zunächst waren diese Schaltkreise außerordentlich teuer und kamen aufgrund ihres geringen Gewichtes in erster Linie für Satelliten usw. in Frage. Heute haben wir den Stand erreicht, daß sie bereits billiger als traditionelle Schaltkreise sind, sofern sie in großen Stückzahlen produziert werden können. Wie weit weitere Verbilligungen möglich sind, kann noch nicht abgesehen werden. Jedenfalls liegt hier die Chance, Computer

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

in Zukunft noch leistungsfähiger, noch billiger und noch kleiner zu bauen.

LSI erwähnen

Was hat das nun mit den sich selbst reproduzierenden Systemen zu tun? Zunächst sehr wenig. Die Brücke kann jedoch über folgenden Gedankengang geschlagen werden: Die Idee der Selbstreproduktion ist ja nur eine Leitidee und kann in verschiedener Richtung ausgebaut werden. Eine solche Richtung ist die systematische Verkleinerung der Systeme, d. h. eine Selbstreproduktion in verkleinertem Maßstab. Auf die erheblichen technologischen Schwierigkeiten soll hier im einzelnen nicht eingegangen werden. Maßstabsgerechte Verkleinerung kommt kaum in Frage. Der Sinn ist der, auf diesem Wege zu Werkstätten zu kommen, die nur noch unter der Lupe oder dem Mikroskop beobachtet werden können. Wir haben dann eine echte Mikrotechnik, im Gegensatz zur integrierten Schaltkreistechnik, bei der die Fertigung von Objekten in sehr kleinem Maßstab in der Makrotechnik verankert ist. Diese Aufgabe ist aktuell und es lohnt sich sicher, entsprechende Voruntersuchungen zu machen.

Sehen wir jetzt aber noch einmal von diesem Nahziel ab und betrachten wir die zukünftigen Möglichkeiten, die sich auf der Idee der Selbstreproduktion aufbauen lassen.

Zunächst können die wirtschaftlichen Konsequenzen erheblich sein. Man überlege sich nur eins: Bisher sind automatische Fertigungsbetriebe außerordentlich teuer. Was man in der Produktion durch Einsparung von Arbeitskräften gewinnt, verliert man oft durch die erhöhten Kosten der maschinellen Einrichtungen. Damit kann die Wirtschaftlichkeit des ganzen Systems in Frage gestellt werden. Können nun aber die Produktionsmittel selbst weitgehend automatisch gefertigt werden, so ist eine neue Situation gegeben. Im Extrem haben wir völlig

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

autarke Systeme, denen lediglich hochwertige Nahrungsmittel in Gestalt von Rohmaterialien, Spezialwerkzeug, Stählen, Energie usw. zugeführt werden müssen. Dadurch sind diese Systeme kostenmäßig auch nur über diese Zulieferungen an die normale Volkswirtschaft angeschlossen. Diese Konsequenzen sollten einmal gründlich durchdacht werden.

Auch hier erscheint die Mikrotechnik zunächst als aussichtsreichstes Anwendungsgebiet. Je kleiner die Systeme, desto weniger spielt der Preis des Rohmaterials eine Rolle.

Eine zunächst phantastisch erscheinende Idee ist die der technischen Keimzelle. In Anlehnung an die Grundidee der Natur, aus einzelnen Keimzellen ganze biologische Systeme aufzubauen, kann man an Minimalformen automatischer Werkstätten denken, die in der Lage sind, nach Zuführung von Nahrung und Energie sich zu kompletten technischen Betrieben zu entfalten. Der Weg bis dahin ist freilich noch sehr weit. Eine Fülle von technologischen Zwischenschritten muß erst durchgeführt werden, bevor dies Wirklichkeit werden kann. Wen aber nicht nur die technischen Möglichkeiten der nächsten zehn Jahre interessieren, dem empfehle ich, sich mit dieser Idee sehr intensiv zu befassen. Ich persönlich bin fest überzeugt, daß in ein bis zwei Generationen diese technischen Keimzellen zu einem der entscheidenden Probleme der gesamten Technik werden. ~~Auf die Möglichkeiten in der Weltraumfahrt werde ich noch zu sprechen kommen.~~

Ob nun mit oder ohne Selbstreproduktion, eines steht fest: Die Automatisierung steht erst am Anfang. Quo vadis? kann man fragen. Auf jeden Fall liegen die Möglichkeiten einer gewaltigen, heute noch unvorstellbaren Leistungssteigerung unserer Technik vor uns. Ich möchte in diesem Zusammenhang von einer Super-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

technik sprechen. Sie wird den gesamten Erdball unter ihren Einfluß bringen und wohl nicht einmal durch große Katastrophen aufzuhalten sein. Es liegt allerdings an uns, ob wir Europäer als die eigentlichen Initiatoren dieser Entwicklung die Zügel in der Hand behalten oder ob wir uns von unseren Schülern überrollen lassen. Die Uhr tickt.

Diese Möglichkeit ist schon immer noch

Diese Entwicklung hat selbstverständlich weitgehende soziale und gesellschaftliche Konsequenzen. Bevor ich darauf eingehe, möchte ich noch einiges über eine bereits am Horizont erscheinende Konkurrenzentwicklung sagen.

Über die sich selbst reproduzierenden Systeme konnte ich einmal mit leitenden Herren eines führenden deutschen Industriekonzerns diskutieren. Ich war zunächst auf die normale skeptische Haltung gefaßt. Die Kritik war auch hart, aber doch sehr sachlich. Man konnte auf negative Erfahrungen mit umfangreichen sich selbst reproduzierenden Systemen hinweisen. Die erforderliche Redundanz sei enorm und die Software für derartige Systeme müsse man unvorstellbar hoch ansetzen. Diese Einstellung bewies, daß man sich mit dem Gedanken tatsächlich intensiv befaßt hatte. Allerdings bedeutet das für mich nicht, daß die Idee als solche falsch ist, sondern lediglich, daß sie in bestimmter Richtung weiterverfolgt werden muß. Das will ich jedoch hier im einzelnen nicht besprechen. Überraschend war nun, daß man der Idee der Automatisierung der technischen Prozesse eine neue Idee gegenüberstellte: Die Möglichkeiten der Biologie. Also nicht die normale Kritik: Die Ideen der Mikrotechnik usw. seien Zukunftsmusik und noch nicht aktuell; sondern im Gegenteil: Sie sind nicht mehr aktuell, da in Bälde etwas noch Besseres zu erwarten ist.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Tatsächlich ist es in der Technik oft so, daß eine gute Idee durch eine noch bessere überrollt werden kann. Großer Aufwand ist z. B. in die Idee der Erzeugung elektrischen Stromes ohne bewegliche Teile (Dynamo) gesteckt worden, was in Fachkreisen unter dem Namen Elektrohydrodynamik läuft. Als Konkurrenzentwicklung lief die Entwicklung der Einrichtungen zur Erzeugung nuklearer Energie. Vor zehn Jahren hätte kaum jemand ein wirklich kompetentes Urteil über den Vergleich der Aussichten der beiden grundsätzlich verschiedenen Entwicklungsrichtungen abgeben können. Heute betonen Fachleute, daß die Kernenergie sich durchgesetzt hat.

Tatsächlich wird mehr oder weniger im stillen seit einer Generation, insbesondere aber im letzten Jahrzehnt, in den Laboratorien der Welt zäh an diesen biologischen Entwicklungen gearbeitet. Ich selbst bin auf diesem Gebiet kein Fachmann. Jedoch ist es vielleicht falsch, nur die Biologen selbst als Fachleute dieses Gebietes zu bezeichnen. Geht die Wirkung einer neuen Idee erst einmal in die Breite, so müssen sich ihrer die Fachleute der verschiedensten Richtungen annehmen.

Was wir eines Tages vielleicht brauchen werden, ist der "biologische Ingenieur". Jawohl, dieser Ausdruck ist genauso gemeint, wie er sich anhört. Es liegt tatsächlich ein so revolutionierendes Neuland vor uns, daß die Phantasie keines Schriftstellers von Zukunftsromanen ausreicht, um uns ein Bild der verschiedenen Möglichkeiten zu geben. Heute noch stehen wir an einem Punkt, an dem es gerade gelungen ist, das Grundprinzip der Erbinformation, die in den DNS-Ketten festgelegt ist, zu verstehen. Wir sind noch weit davon entfernt, den programmgesteuerten Aufbau eines Organismus selbst in allen Einzelheiten zu ~~verstehen~~ analysieren. Die kaum vorstellbare Feinheit der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Vorgänge schützt heute auch noch die Natur vor dem Zugriff der niemals ruhenden Forscher und Erfinder. Wie lange noch? Wann werden wir in der Lage sein, Genketten wie Magnetbänder zu manipulieren? Können wir dann die Konstruktion neuer biologischer Systeme mit Hilfe von Computern durchführen? Werden wir in Zukunft ein Haus mit mehr oder weniger traditionellen Mitteln bauen, oder an Ort und Stelle vollautomatisch fertigen lassen, oder es mit einem großen Hubschrauber fertig von der Fabrik an Ort und Stelle bringen lassen, oder werden wir eine biologische Keimzelle pflanzen, begießen und düngen, bis ein Haus nach unserem Wunsch gewachsen ist, so wie wir einen Baum pflanzen? Werden die Baupläne der zukünftigen Menschen noch im traditionellen sexischen Zufallsspiel der Kombination der Erbinformation zweier Individuen aufgebaut, oder entspringen auch diese den kybernetischen Konstruktionen unserer Computer? Wahrhaftig, die Dinge sind wohl nur noch mit ~~Humor~~ Ironie zu ertragen. Welche Möglichkeiten für unsere illustrierten Zeitungen, neue Genüsse in Aussicht zu stellen. So könnte man gewissermaßen am Reißbrett das ideale Weib konstruieren. Man könnte darüber hinaus z. B. ..., aber das will ich lieber nicht alles erzählen, sonst wird dieses Buch noch von der Zensur verboten.

Was bedeutet das alles aber für unser gesamtes gesellschaftliches, wirtschaftliches, soziales und politisches Leben?

Oder ist es aus höherer Sicht gesehen im Interesse des Ablaufs der gesamten Weltgeschichte vielleicht besser, die Menschheit vernichtet sich vorher mit den Mitteln der traditionellen (also nicht biologischen) Technik selbst?

Natürlich nicht. Also müssen wir diesen Weg gehen. Und wieder gilt: Werden wir Europäer (zu denen ich im weiteren Sinne auch

→ Hier Mitscherlich zitieren

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Nordamerikaner rechne) die Meister bleiben oder unsere Schüler?

Nun zurück zu der Frage: Könnte die Idee der Supertechnik mit Mikrotechnik, Selbstreproduktion und technische Keimzelle durch die biologische Welle überrollt werden?

Ich glaube, daß die Verhältnisse ~~viel~~ noch zu unklar sind, als daß man hierüber schon eine Aussage auf sehr weite Sicht machen ~~kann~~ könnte. Auf keinen Fall kann ich mir vorstellen, daß unsere traditionelle, also die nichtbiologische Technik, durch noch so große Fortschritte der Biologieingenieure überflüssig gemacht werden kann. Zumindest nicht für die nächste Generation. Im Gegenteil, ich glaube, daß die Molekularbiologie noch lange auf die Unterstützung der traditionellen Technik angewiesen ist, und zwar nicht nur dem heutigen ~~Stand~~ technischen Stande entsprechend, sondern gerade in Richtung auf die aufgezeigten Möglichkeiten einer echten Mikrotechnik. Beide Entwicklungen müssen Hand in Hand gehen und gefördert werden, anstatt als Konkurrenz gegeneinander zu arbeiten.

Als die elektronischen Computer anfingen, die Welt mit ihren bis dahin unvorstellbaren Leistungen in Erstaunen zu versetzen, konnte man auch übereilige und begeisterte Stimmen hören, die nur das hohe Lied der Elektronik sangen und der guten alten Mechanik keine Zukunftschance mehr gaben. Tatsächlich hat aber gerade die Mechanik durch die Elektronik einen ungeahnten Aufschwung genommen. In einem geradezu verzweifelten Wettlauf mußten die Konstrukteure der Ein- und Ausgabegeräte, Schnelldrucker, Magnetbandgeräte usw. sich bemühen, einigermaßen Schritt zu halten mit der Geschwindigkeit der elektronischen Geräte. Die daraus entstandenen Peripheriegeräte heutiger Computer sind Wunderwerke der Mechanik. Selbst die mechanische Tischrechenmaschine

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

hat sich erstaunlich lange gegen die Elektronik gehalten und ist heute noch nicht vollständig verdrängt.

Zur Zukunft des Computers:

Einiges sei noch zur zukünftigen Entwicklung der Computer gesagt. An die Nachrichten über immer schnellere, größere und leistungsfähigere Computer sind wir bereits gewöhnt. Geht die Entwicklung in dieser Richtung so weiter wie bisher?

Die Grenze der Geschwindigkeit ist sicher noch nicht erreicht, obgleich gewisse Grenzen erkennbar sind, so z. B. die Lichtgeschwindigkeit. Gleichzeitig werden aber die Ausmaße der Bauelemente und somit auch die Abstände zwischen ihnen kleiner. Die Zeit, die eine elektrische Wirkung also braucht, um auf ein benachbartes Element einzuwirken, verkürzt sich ebenfalls laufend. Die Grenzen sind noch nicht klar abzusehen. Irgendwann muß allerdings die Grenze der möglichen Geschwindigkeitssteigerung erreicht werden. Vielleicht ist das auch gar nicht das wesentliche Problem.

Werden wir in Zukunft noch größere Anlagen haben als bisher? Ja und nein. Einerseits haben wir eine ausgesprochene Tendenz zu Großanlagen bei dem modernen Time-sharing-System. Wie bereits erwähnt, ist der Sinn ja der, eine Reihe von Teilnehmern, bis zu mehreren Hundert, unabhängig in den Genuß einer sehr leistungsfähigen Großanlage zu bringen. Auch die Schwierigkeiten und Grenzen dieses Prinzips wurden bereits erwähnt. Zweifelsohne haben aber derartige "Teilnehmerrechensysteme" eine große Zukunft, wenn sie auf die richtigen Aufgaben angesetzt werden!

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

3000 DM

Daneben haben wir aber eine ausgesprochene Gegenentwicklung: Der Computer in der Westentasche kündigt sich bereits an. Zunächst ist er ~~auch~~ so noch sehr teuer, und nur bestimmte "Spezialisten" können ihn sich leisten. Man muß aber damit rechnen, daß gerade durch die Entwicklung der im vorigen Abschnitt erwähnten neuen Fertigungsmethoden eines Tages eine erhebliche Verbilligung möglich sein wird. Die Einsatzmöglichkeiten der Computer gehen dann abermals erheblich in die Breite. Werden wir - wie wir heute Brillen und Hörgeräte zur Verstärkung unserer Sinnesorgane bei uns tragen - in Zukunft zur Verstärkung unserer Intelligenz einen solchen Taschencomputer bei uns tragen? Für Ingenieure, Geodäten usw. ist das durchaus denkbar.

Alle diese Dinge sind Gegenstand vieler Tagungen mit Hunderten von Vorträgen, und es existiert darüber bereits eine umfangreiche Literatur. Dieses Buch soll aber kein eigentliches Fachbuch sein, welches diese Bibliotheken um ein Buch vermehrt, sondern nur gewisse, wie ich glaube, allgemeinverständliche Perspektiven aufzeichnen. Mehr aus persönlicher Sicht möchte ich in diesem Sinne einige Gedanken aussprechen: Vorwort

Die Entwicklung ging ja zunächst von der Aufgabe aus, umfangreiche numerische Rechnungen automatisch durchführen zu können. Wir sind heute zwar schon weit über dieses rein numerischen Rechnungen hinaus, aber trotzdem haben wir den Traum von Leibniz von einer universellen Berechnungslange methode noch nicht ~~ganz~~ erfüllt. Künstliche Intelligenz, generelle Problemlösung, lernende Systeme, schachspielende Maschinen usw. sind zwar das Thema bereits recht umfangreicher Untersuchungen, können sich aber in der Praxis noch nicht recht durchsetzen.

Vor die theoretischen Grundlagen selbst

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Hier liegt meiner Meinung nach eine erhebliche Chance für die zukünftige Rechenmaschinenentwicklung. Der Weg führt vielleicht über den großzügigen Einsatz assoziativer Speicher. Aber nicht nur die geeignete Hardware ist zu entwickeln, sondern auch eine umfangreiche Software.

Überhaupt wird dieser "Bazillus" der Software von der Computerindustrie aus viele andere Gebiete anstecken und neue Vorstellungen erzwingen.

Nehmen wir als Beispiel die physikalische Forschung. Die "Hardware" dieser Forschung verschlingt heute ungeheure Beträge. Moderne Beschleuniger kosten Hunderte von Millionen oder gar Milliarden. Gewiß, es fallen auch ein paar Milliönchen für den gelegentlichen Einsatz dieses oder jenes Computers ab, aber hat man die Möglichkeiten des Einsatzes nicht nur der neuen Geräte, sondern auch der neuen Arbeitsmethoden und Wissenschaftszweige bereits erkannt?

Nach den großartigen Erfolgen der Quantentheorie mit ihrer Aufklärung der wesentlichen Zusammenhänge in der Elektronenhülle stürzte man sich auf die Erforschung des Atomkerns. Das ist selbstverständlich völlig in Ordnung; aber haben wir uns die Ergebnisse der Arbeit der vorhergehenden Physikergeneration wirklich schon nutzbar gemacht? Können wir denn heute die Elektronenhülle auch etwas komplizierterer Atome und Moleküle ~~technisch~~ rechnerisch beherrschen?

Die Quantenchemie, die auf eine rechnerische Chemie hinausläuft, ist erst am Anfang. Noch immer wird in der Chemie in der Hauptsache "gekocht". Das hat schon seine Gründe, denn erst heute kommen wir langsam dahin, die theoretischen Ideen der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Quantenmechanik auch auf diesem Gebiet in die Praxis umzusetzen. Es sind zunächst noch einige Außenseiter unter den Physikern und Chemikern, die diesen Weg bewußt gehen. (Z. B. Prof. Preuß, der in Stuttgart einen Lehrstuhl ~~für~~ hauptsächlich für dieses Gebiet begonnen hat.)

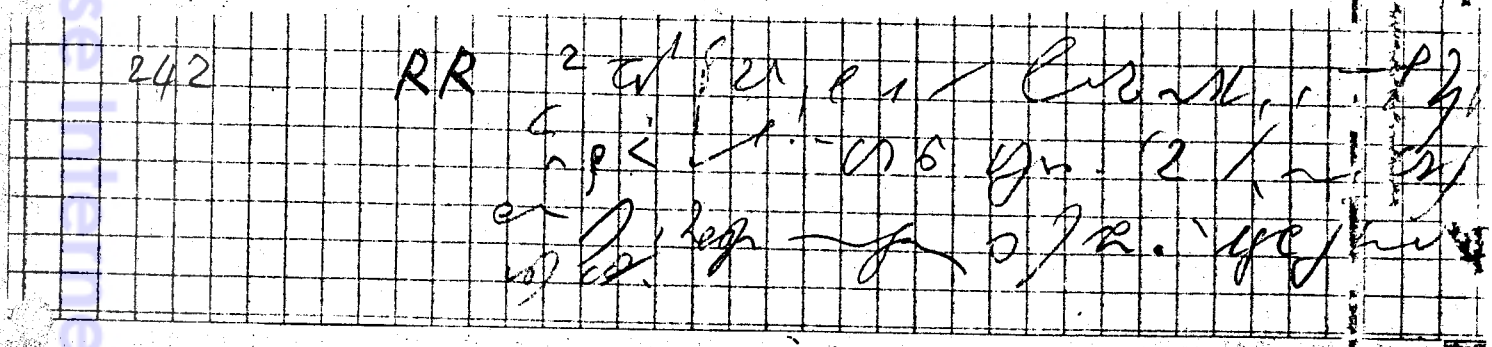
Es geht hierbei nicht nur um numerische Rechnungen. Gerade auf diesem Gebiet sind umfangreiche Formelmanipulationen erforderlich, bevor ein guter numerischer Ansatz gefunden ist, der es erlaubt, ein gestelltes Problem in vernünftiger Zeit zu lösen. Dies liegt aber gerade in Richtung der Bestrebungen der künstlichen Intelligenz. Ein heute schon einigermaßen zu beherrschendes Teilgebiet sind die symbolischen Rechnungen. Wir sind gerade erst dabei, diese neuen Möglichkeiten zu erschließen. Aber auch dabei wird eine neue Geisteshaltung notwendig sein: Ähnlich wie in der Datenverarbeitung wird auch in der Physik die Software im Verhältnis zur Hardware zunehmende Bedeutung erlangen. Wir werden uns daran gewöhnen müssen, daß neben den gigantischen Beschleunigern zur Verstärkung unserer Sinnesorgane ebenso gigantische Anlagen stehen werden zur Verstärkung unserer Intelligenz. Auf den hierzu erforderlichen Programmierungsaufwand sollte man sich rechtzeitig einstellen.

Eine andere Frage ist die, wie weit die neuen Ideen der Informationstheorie, der Automatentheorie und andere Einfluß auf die physikalischen Theorien selbst nehmen könnten. Dieses Thema ist zu schwierig, als daß es in diesem Buch behandelt werden könnte. In einer kleinen Arbeit "Rechnender Raum" habe ich dazu einige Gedanken geäußert. Es sind die Gedanken eines Außenseiters und ~~entweder~~ von Fachleuten kaum beachtet oder bestritten. Umso mehr freut es mich, mit einem kleinen Kreis von Wissenschaftlern sehr interessante Diskussionen zu

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

242



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

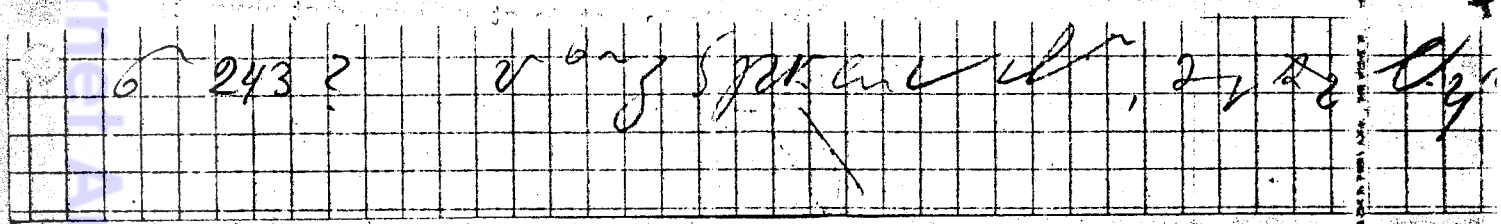
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

diesem Thema führen zu können. Es mag bei dem hohen Stand unserer theoretischen Physik etwas kühn erscheinen, wenn ein Außenseiter zu einigen Fragen aus seiner Sicht Stellung nimmt. Wir Rechenmaschinenfachleute sind es aber gewohnt, in Gebiete einzudringen, die uns zunächst fremd sind. Die ganze Entwicklung der modernen Computer, angefangen von Babbage, wurde ja von Außenseitern in die Wege geleitet. Allerdings kann man die Situation der Rechenmaschinenindustrie vor dreißig Jahren nicht mit der heutigen Physik vergleichen. Die damaligen Rechenmaschinenfachleute hatten ganz einfach geschlafen; die physikalische Wissenschaft ist heute aber äußerst aktiv und hat noch nie einen so hohen Stand ~~eingenommen~~ en. Trotzdem möchte ich an die meiner Meinung nach edelste Seite der Kybernetik erinnern: Brücke zwischen den Wissenschaften zu sein. Auch die Idee des rechnenden Raumes hat ihre psychologische Barriere: Die konsequente Digitalisierung läßt die Idee des Gitterraumes in den Vordergrund treten; aber das ist vielleicht nur ein Übergangsstadium, um zu besseren Theorien zu kommen. Wie auch immer die Entwicklung gehen mag, eins steht für mich fest: Die Automatentheorie und die Informationstheorie werden auch in der theoretischen Physik noch entscheidende Bedeutung bekommen. Es mag arrogant klingen; aber es gilt das gleiche, wie für viele andere Wissenschaften. Wenn sich die Wissenschaftler diese neuen Werkzeuge nicht zu eigen machen, laufen sie Gefahr, daß sie die Zügel verlieren und ein entscheidender Einfluß auf die Automatentheoretiker übergeht. Interessant war allerdings die Reaktion mancher wissenschaftlicher Verlage auf meine Bitte, den genannten Artikel über den rechnenden Raum zu veröffentlichen. Mein sonstiges Renommee als Fachmann der Datenverarbeitung genügte keineswegs, die Tür zu den geheiligten Räumen der Physik aufzuschließen. Man könne nicht etwas veröffentlichen, worauf die Physiker "allergisch" reagieren könnten. Der kürzlich leider tragischerweise früh verstorbene Dr. Schuff war jedoch

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

inkonventionell genug, die Arbeit in der von ihm redigierten Zeitschrift "Elektronische Datenverarbeitung" zu veröffentlichen.

Ich betone die Bedeutung der wissenschaftlichen Rechenmaschine beispielsweise im Zusammenhang mit der Physik nicht nur, weil ich persönlich seinerzeit von der Seite der Wissenschaft aus diese Entwicklung begann. Geschichtlich gesehen, wurden die ersten Computer von Wissenschaftlern für Wissenschaftler gebaut. Die traditionelle Industrie stand zunächst abwartend beiseite. Erst als man sah, daß dieses Spielzeug begann, praktischen Wert zu haben, wurde das Schlagwort von der "Datenverarbeitung" geschaffen und die Computer in größerem Stil für kommerzielle und Verwaltungsaufgaben eingesetzt. Heute haben diese Einsatzgebiete quantitativ die größere Bedeutung, so daß es bald aussieht, als spielten die wissenschaftlichen Rechenmaschinen nur eine Nebenrolle.

Ich bin jedoch nach wie vor der Ansicht, daß die entscheidenden Impulse auch für die zukünftige Entwicklung der Computer von der wissenschaftlichen Seite kommen müssen und kommen werden. Es handelt sich um wissenschaftlich sehr schwierige Probleme, die am besten von Wissenschaftlern gelöst werden.

Da ist z. B. das Problem des Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine. Auf die verschiedenen Möglichkeiten des Dialogprinzips wurde schon eingegangen. Wie steht es mit der direkten Verbindung zwischen Mensch und Maschine? Gerade haben wir ja von den unbekannten Möglichkeiten der Biologie gesprochen. Lassen wir diese Dinge doch erst einmal die Wissenschaftler unter sich ausfechten. Jeder, der etwas Einblick in die heutige theoretische Physik genommen hat, weiß wie schwierig es ist,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die verschiedenen mathematischen Ableitungen zu verfolgen. Erschütternd ist es, daß man sogar aus dem Munde bedeutender Mathematiker und Physiker hören muß, daß sie von bestimmten physikalischen Abhandlungen überhaupt nichts verstanden haben. Können uns die Ideen der Kybernetiker von der Intelligenzverstärkung, von Supergehirnen usw. hier weiterhelfen? Wird der Physiker der nächsten Generation angeschaltet sein an einen gigantischen logischen Großcomputer, der ihm alle die Bereiche der Theorien und Hypothesen zugänglich macht, die ihm bisher verschlossen waren und immer nur einzelnen Spezialisten reserviert blieben?

Wenn man diese Fragen durchdenkt, wird man vielleicht leichter einsehen, daß in Zukunft der Aufwand für die Software der Physik in die gleiche Größenordnung kommen muß wie der für die Hardware.

In diese Richtung gehören auch entscheidende Arbeiten auf dem Gebiet der formalen Sprachen bzw. der Sprachen überhaupt. Auch hier stehen wir erst am Anfang. Die nächste Generation wird Sprachen brauchen, in denen sich Mensch und Maschine miteinander fließend unterhalten können. Die großen Schwierigkeiten, die heute der Einführung einer neuen formalen Sprache entgegenstehen, müssen durch den Computer selbst überwunden werden. Logisch leistungsfähige Computer werden auch auf diesem Gebiet den Menschen weitgehend von schematischer Arbeit, z. B. dem Bau von Compilern, entlasten können. Hier liegt ein wirkliches Generationenproblem in der Rechenmaschinenentwicklung vor.

Bei Betrachtungen über zukünftige Computerentwicklungen wird gern die "Informationsbank" genannt. Manchmal haben

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Laien wohl den Eindruck, daß derartige Systeme heute schon möglich wären. Tatsächlich ist dies heute nur in Spezialfällen durchführbar. Für wirklich leistungsfähige, umfangreiche Bibliotheks- und Dokumentationssysteme müssen noch erhebliche Vorarbeiten sowohl auf der Seite der Hardware als auch auf der Seite der Software geleistet werden. Hardwaremäßig müssen die Anlagen noch wesentlich billiger werden. Softwaremäßig sind noch schwierige sprachliche und logische Probleme zu lösen. Der schöne Grundgedanke, Literaturstellen anhand von vorgegebenen Stichworten vom Computer aus einem großen Vorrat von Schriftstücken heraussuchen zu lassen, stößt auf die Schwierigkeit der Ermittlung dieser Stichworte. Mit menschlichen Arbeitskräften ist das Problem kaum zu bewältigen. Die Versuche, hier Methoden der künstlichen Intelligenz usw. einzusetzen, sind bisher nicht sehr fruchtbar gewesen. Alles das muß man wissen, bevor man voreilig Pläne zu verwirklichen versucht, die die Fachleute selbst erst frühestens in zehn Jahren für realisierbar halten. Auf die rein politischen Schwierigkeiten einer universellen Informationsbank habe ich schon aufmerksam gemacht.

Ich fahre in München mit einem Taxi vor dem Haupteingang des Deutschen Museums vor. Der Taxifahrer sieht auf das große Schild über dem Eingang und versucht zu buchstabieren: "Programmierte Instruktion. Ja mei, was is' n da dös?" - Ich sagte ihm, daß die Menschen ja früher auch zu Fuß gegangen wären und jetzt ein Auto dazu brauchten. Genauso könne ein Lehrer in Zukunft auch nicht mehr ohne technische Hilfsmittel unterrichten.

Die programmierte Instruktion oder auch der programmierte Unterricht erregt heute bereits das Interesse weiter Kreise, wie die Tagung in München bewiesen hat.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Auch hier herrschen oft falsche Vorstellungen. Der Computer kann wohl sehr gut für diese Zwecke eingesetzt werden. Wirklich gute Lösungen sind aber heute noch sehr kostspielig. Es wird noch sehr harte Arbeit seitens der Computeringenieure geleistet werden müssen, um in eine Preislage zu kommen, die den Einsatz von Computern auf breiter Basis für den programmierten Unterricht erlaubt.

Welche große Bedeutung dieses Problem hat, geht aus dem Aufwand hervor, der in einem modernen Staat insgesamt für Unterrichtszwecke aufgewendet wird. In USA schätzt man diesen Betrag auf etwa 50 Milliarden Dollar jährlich. Das wäre mehr als der Verteidigungshaushalt. Also es lohnt sich, meine Herren Ingenieure!

Es geht dabei ja nicht nur darum, die Lehrer bei ihrer bisherigen Tätigkeit zu entlasten, sondern überhaupt die Möglichkeit zu geben, das schwierige und aktuelle Problem des Unterrichts nach neuen Gesichtspunkten zu lösen. Unser lahmes und veraltetes Unterrichtssystem ist für eine moderne Industriegesellschaft wie ein Klotz am Bein. Die Fülle neuen Wissens unseres Jahrhunderts wirkt sich aber zunächst hauptsächlich darin aus, Lehrer und Schüler zu belasten, anstatt zu entlasten. Wir müssen wieder so weit kommen, daß es möglich ist, mit siebzehn Jahren das Abitur zu machen. Verschieden begabte Schüler müssen in verschiedenen Richtungen verschieden schnell ausgebildet werden können. Wenn die zukünftige Computertechnik geeignet ist, für den Menschen als Intelligenzverstärker zu wirken, dann ist es nur auf dem Umweg über den Computer möglich, die Wissensgebiete unserer Zeit einigermaßen zu erfassen und zu verwerten. Es hat keinen Zweck, immer mehr Wissen dem armen Studenten

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

einzutrichtern. Er braucht mehr Werkzeuge, um mehr Wissen zu bewältigen bzw. zu verwerten, und dieses Werkzeug kann der Computer der Zukunft sein.

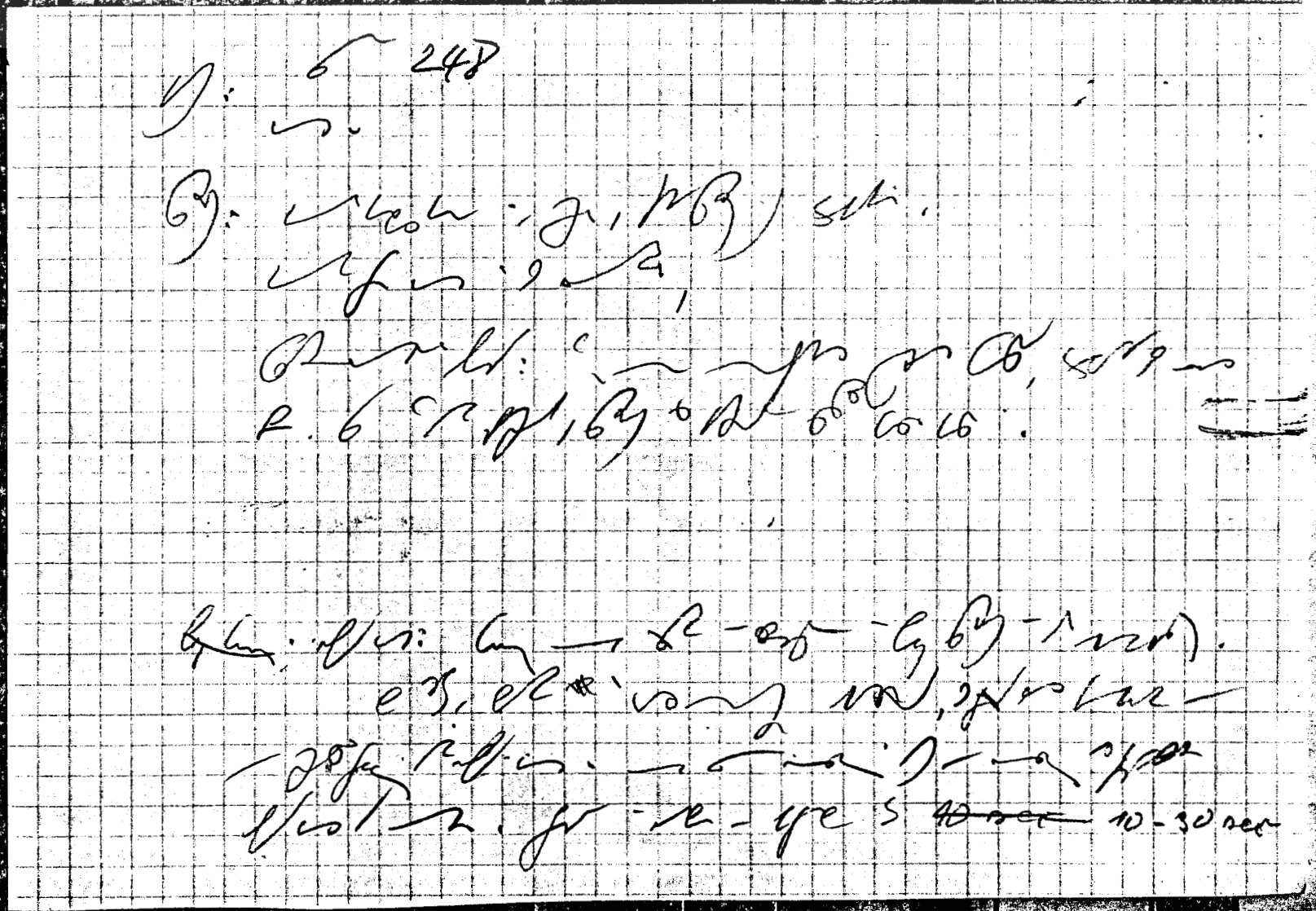
Wie sieht es aber an unseren Hochschulen aus, von den Vorschulen ganz zu schweigen? Das Studium der Computerwissenschaften ist immer noch freiwillig und bei den sowieso stark angespannten Studienplänen zeitlich ein Opfer. Nach langen Diskussionen ist es jetzt endlich geplant, an einigen technischen Hochschulen die Informatik als Studienzweig einzuführen. An Universitäten sieht es noch schlechter aus. Aber alle, die in den nächsten Jahren eine Hochschule oder Universität verlassen, ob Ärzte, Juristen, Soziologen, Volkswirte, Philologen oder andere werden sehr bald mit den Computern in engen Kontakt kommen. In Ermangelung ausreichender Ausbildung sind sie dann oft genug auf die Reklameprospekte der Lieferfirmen angewiesen, um sich ein Bild zu machen. Das genügt aber nicht. Das wissen die Computerfirmen selbst am besten; denn sie verhandeln lieber mit jemand, der die Grundzüge der Informationsverarbeitung und ihre Möglichkeiten schon kennt, als mit jemand, dem sie erst die einfachen Grundbegriffe beibringen müssen.

Neben der Computerentwicklung als solcher kann man die Auswirkungen des Computers auf andere Zweige der Technik, Wirtschaft und Gesellschaft und ihre zukünftigen Perspektiven untersuchen. Bei Voraussagen über technische Entwicklungen geht man oft nur von der isolierten Betrachtung eines bestimmten Zweiges aus. Jedoch werden gerade diese Entwicklungen durch überraschende Beeinflussungen neuer Technologien in völlig andere Bahnen gebracht. Erst eine Gesamtschau könnte uns

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zu einigermaßen brauchbaren Prognosen führen. Voraussetzung für die Entwicklung des Kraftwagens war nicht nur die Erfindung des Explosionsmotors, sondern ebenso die Erfindung der Luftreifen. Ohne brauchbare Materialien hätte der Kraftwagen nie gegen die Eisenbahn konkurrieren können. Sämtliche technischen Zweige hängen von der Entwicklung der Fertigungstechnik ab, Kann billiger und in größeren Stückzahlen produziert werden, so werden auch neue technische Objekte plötzlich interessant, die bis dahin wegen zu hohen Preises ein Schattendasein führten.

So können auch die neuen Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten der Elektronik, insbesondere der Computer, die zukünftige Technik allgemein beeinflussen und vielen Gebieten ein völlig neues Gesicht geben. Ich möchte versuchen, dies am Beispiel der Verkehrsprobleme zu zeigen. Es ist mir klar, daß ich selbst mich an sich für Verkehrsfragen nicht für zuständig halten kann; aber sind unsere heutigen Verkehrsexperten zuständig für die Fragen des Einsatzes von Computern? Also, wir müssen irgendwie zusammenkommen.

Wir haben heute im wesentlichen vier große Gruppen von Verkehrsmitteln: Schiff, Eisenbahn, Kraftfahrzeug, Flugzeug. (Es soll auch noch Leute geben, die zu Fuß gehen; aber die sind nur im Wege und sterben allmählich aus.) Alle dienen sowohl dem Personen- als auch dem Gütertransport. Die Bedeutung der Schiffahrt für den Personenverkehr hat erheblich nachgelassen. Ich möchte mich daher nicht im einzelnen damit befassen. Betrachten wir zunächst das am meisten diskutierte Problem: Schiene und Straße. Zwei Generationen gehörten dazu, das Schienennetz moderner Industriestaaten aufzubauen,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

weitere zwei Generationen ~~gehörten bzw.~~ gehören dazu, unser modernes Straßennetz aufzubauen. Der reinen Wirtschaftlichkeitsrechnung nach wäre die Schiene immer überlegen. Es ist verhältnismäßig leicht nachzuweisen, daß die Deutsche Bundesbahn prinzipiell fast allen Aufgaben des Personenverkehrs gewachsen wäre und dies auch am wenigsten Kosten verursachen würde. Warum also sind unsere Straßen dennoch vollgestopft mit Autos?

Die Antwort kennt jeder: Man möchte unabhängig sein und direkt von Haus zu Haus transportiert werden. Dieses Bestreben ist so stark, daß man dafür erhebliche Nachteile in Kauf nimmt, z. B. die Unbequemlichkeiten, auf verkehrsreichen Straßen und in unbekannten Städten seinen eigenen richtigen Weg zu finden. Wir wissen ferner, daß dieses Dilemma zumindest für unsere Generation nicht zufriedenstellend gelöst werden kann. Wir können aus bestimmten gesellschaftlichen und strategischen Gründen die Bundesbahn nicht abschaffen. Andererseits wollen wir auf die Annehmlichkeiten des Kraftwagens nicht verzichten.

Eine neue Perspektive zeichnet sich allerdings in Japan ab. Während sonst fast überall auf dem Erdball die Stillegung von Eisenbahnstrecken diskutiert wird, baut Japan ein völlig neues, modernes Eisenbahnnetz auf. Die Gründe sind wohl nicht nur technischer Art, sondern auch psychologischer Natur. Hinzu kommt eine außerordentlich starke Zusammenballung der japanischen Bevölkerung, die mit individuellen Verkehrsmitteln einfach nicht zu bewältigen ist.

Können der Computer oder andere neue Techniken hier helfen? Was wir brauchen, wäre eine Lösung, die die

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Vorteile des Massenverkehrs mit den Vorteilen des individuellen Verkehrs verbindet. Ideal wäre es, wenn ich morgens vor meiner Wohnung in meinen Kraftwagen steigen ~~könnte~~, das Ziel der Fahrt an einem Computer einstellen ~~könnte~~ und sicher ohne eigene Mitwirkung an dieses Ziel gebracht werden könnte. Vorschläge, zumindest für eine teilweise Lösung, dieses Problems, liegen schon vor. Sie betreffen einmal den Straßenverkehr, wobei die Kraftwagen durch in die Straße versenkte Leitschienen elektronisch und durch Radar selbsttätig gesteuert werden. Zum anderen betreffen sie einen verbesserten Huckepackverkehr. Das Be- und Entladen der Züge stellt dabei selbstverständlich ein besonders schwieriges Problem dar. Diese verschiedenen Vorschläge, für die es verschiedene Variationen gibt, lösen einmal das Problem nicht vollständig und sind zum anderen nach dem Stand der heutigen Technik unwirtschaftlich, das heißt zu teuer. Abgesehen davon, daß zunächst umfangreiche Umstellungen in unseren Straßen- und Schienennetzen überhaupt vorgenommen werden müßten.

Spezialprojekte für besondere Schnellbahnen mit Huckepackverkehr werden neuerdings zwar diskutiert, sind aber wohl noch nicht reif.

Also bleibt alles beim alten? Leere Bundesbahnzüge, Verkehrschaos auf den Straßen, 20 000 Verkehrstote im Jahr allein in der Bundesrepublik? Tatsächlich könnten aufgrund der heutigen Situation voreilige und halbe Lösungen die Probleme nur noch erschweren. Aber unsere rasch fortschreitende Technik bietet ja in jeder Generation ein anderes Bild. Wenden wir uns also von der unmittelbaren Gegenwart fort zur nächsten Generation. Was ist zu erwarten?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Zunächst einmal ist anzunehmen, daß unsere Fertigungstechnik allgemein Fortschritte macht. Sollten sogar die in einem vorhergehenden Kapitel gemachten Vorschläge zu einer Supertechnik verwirklicht werden, so ist mit einer außerordentlichen Leistungssteigerung der Industrie und somit auch Verbilligung der ~~Waren~~ Industrieprodukte zu rechnen. Das bedeutet, daß in einer Generation völlig andere Kostenverhältnisse vorliegen können. Projekte, die heute noch als Wahnsinn erscheinen, sind dann vielleicht durchaus diskutabel. Das betrifft einmal den Straßenverkehr selbst und ferner die Fahrzeuge und Steuerungsmittel.

Sollte es z. B. möglich sein, in Zukunft den Tunnelbau entscheidend zu verbilligen, die Kosten vielleicht auf den dritten ~~oder gar zehnten~~ Teil zu senken, - was keineswegs völlig absurd ist - so sind ganz neue Möglichkeiten für den Bau eines völlig neuen Straßennetzes gegeben. Stark besiedelte Gebiete und Gebirge wird man dann weitgehend untertunneln.

Die Fahrzeuge selbst können dann ~~vielleicht~~ mit komplizierten ~~und~~ elektronischen Anlagen ausgerüstet sein und trotzdem noch wirtschaftlich gefertigt werden.

Ebenso wichtig ist es aber noch, daß die Steuerungstechnik als solche noch erhebliche Fortschritte machen wird. Angenommen, die Computer entwickeln sich in der nächsten Generation ebenso rasant wie in der gerade vergangenen, so können wir heute überhaupt noch nicht absehen, welche Möglichkeiten sie uns bescheren. Eins dürfte aber sicher sein: Der Kleincomputer und die zugehörigen Steuerungseinrichtungen in jedem Auto, in jedem Eisenbahnwagen, in jeder Steuerungs-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zentrale dürfte möglich und wirtschaftlich ~~tragbar~~ sein.

Der Konstrukteur der nächsten Generation kann also unter völlig anderen Voraussetzungen die Probleme angreifen. ~~Es wird Sache der nächsten Generation sein, diese Projekte auszuarbeiten.~~ Einige Ideen seien im folgenden noch beigesteuert, wobei ich mir im klaren bin, daß sie nur prinzipielle Anregungen geben können:

Beim Eisenbahnverkehr gehen wir heute immer noch von der Vorstellung geschlossener Züge, die in erheblichem Abstand voneinander verkehren, aus. Beim Straßenverkehr haben wir einzelne individuelle Einheiten, die beliebig in den Verkehrsstrom einscheren und ausscheren. Dies ist möglich, weil sich in jedem Kraftfahrzeug in Gestalt des menschlichen Fahrers ein hochgezüchtetes Steuerungs- und Lenkungssystem befindet, wodurch in Anpassung an die jeweilige Verkehrssituation jedes einzelne Fahrzeug in der richtigen Weise (wenigstens ist es so gedacht) bewegt wird. Läßt sich dieser menschliche Fahrer durch einen Computer ersetzen? Die Antwort lautet: Im Prinzip ja, allerdings nur unter gewissen Voraussetzungen. Ich möchte zunächst beim Schienenverkehr bleiben. Kann man anstelle ganzer Züge nur einzelne Wagen verkehren lassen, diese aber in sehr dichter Folge und individuell gesteuert, so daß an den Abzweigungen Einscher- und Ausschervorgänge möglich sind? Auch das dürfte nach heutiger Technik möglich sein. Die Weichenkonstruktionen müssen selbstverständlich geändert werden. Vorschläge und Ausführungen in Transportanlagen weitgehend automatischer Fabriken liegen schon vor. Das würde bedeuten, daß von einem Nebengleis aus ein Wagen in eine Lücke des in voller Fahrt vorbeifließenden Verkehrs einscheren könnte und umgekehrt. Gegenüber dem normalen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Straßenverkehr haben automatische Steuerungseinrichtungen noch den Vorteil, daß ein wesentlich dichterer Verkehr möglich ist. Gegenseitige Beeinflussung und übergeordnete Computer würden das gegenseitige Auffahren verhindern und auch die Zusammenstellung geschlossener Züge gestatten.

Die Steuerungseinrichtungen hierfür sind nach heutigen ~~Begriffen~~ selbstverständlich sehr kostspielig. Aber, wie gesagt, wir müssen eine Generation weiter denken. Betrachtet man die Fortschritte der letzten Generation auf diesem Gebiet, so müßten unsere Söhne nicht wert sein, unsere Söhne zu sein, wenn sie in der nächsten Generation nicht auch diese Probleme lösen würden.

Mit den individuellen Fahrzeugen wäre das Problem noch nicht ganz gelöst. Es gäbe verschiedene Variationen ihres Einsatzes. Einmal wäre es möglich, solche Wagen einzeln an den Bahnhöfen zu vermieten. Man könnte sie aber auch als Huckepackfahrzeuge ausbilden, so daß man die Reise in seinem eigenen Kraftwagen durchführen könnte, den man ja zur Fahrt zum Bahnhof und am Ziel braucht.

Im Stadtverkehr dürften derartige Lösungen etwas schwieriger sein. Individueller Kabinenverkehr von städtischen Untergrundbahnen ~~sind~~ ist ~~schon~~ vorgeschlagen und wohl auch schon erprobt worden. Derartige Lösungen haben den Vorteil, daß individuelle Fahrzeuge, seien es Kabinen oder Kraftwagen, während der Geschäftszeit nicht in der Stadt zu verbleiben brauchen. Sie werden auf äußeren Parkplätzen oder in Großgaragen ~~untergebracht~~ abgestellt und müssen dann allerdings auf die Minute genau zu einer bestimmten Stelle angefordert werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ob für das eigentliche Verkehrsnetz die Schiene, die Straße mit eingebauten Leitschienen, die Allwegbahn oder sonstige Systeme unter diesen neuen Gesichtspunkten die günstigste Lösung darstellen, möchte ich hier nicht entscheiden. Dies hängt stark von der Entwicklung unserer Technik/allgemein ab und sollte Gegenstand rechtzeitiger Vorversuche sein; auch die Frage der erreichbaren möglichen Geschwindigkeiten kann nicht generell vorweg beantwortet werden.

Aber bitte: Keine voreiligen Urteile und nichts überstürzen. Wir haben eine Generation Zeit, diese Dinge vorzubereiten. Das bedeutet z. B., daß die Anmeldung von Patenten kaum lohnen wird, da sie abgelaufen sind, bevor es zu einem größeren Einsatz kommt. Der bisherigen Erfahrung nach sind jeweils zwei Generationen nötig, um ein völlig neues Verkehrssystem mit allen Straßen, Brücken und Tunneln aufzubauen. Also lassen wir uns Zeit; aber auch nicht zu viel Zeit, sonst werden wir wieder einmal von unseren Schülern überrollt. Die jüngsten Erfolge der Japaner im Bau hochmoderner Eisenbahnen sollten uns zu denken geben und uns nicht einschlafen lassen.

Nun noch ein Blick auf den Luftverkehr. Der Aufbau eines wirklich umfassenden Luftverkehrs erfolgte während der letzten Generation. Nicht nur die Gesamtzahl der Fluggäste stieg, sondern auch die Größe der Flugzeuge. Das ist keineswegs selbstverständlich; denn bei den bodengebundenen Verkehrssystemen haben wir ja während der gleichen Zeit eine gegenläufige Entwicklung gehabt. Die großen und langen Züge wurden leerer und das individuelle Verkehrsmittel breitete sich aus. Auch im Luftverkehr haben wir ein Zunehmen der einzelnen kleineren Privatflugzeuge. Diese Entwicklung ist

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

aber quantitativ noch nicht mit der des Kraftwagens zu vergleichen. Insbesondere in Europa ist der individuelle Luftverkehr erst schwach entwickelt.

Typisch für diese Entwicklung innerhalb einer Generation ist, daß die Flugplätze hinter den steigenden Anforderungen weit ~~hinterher hinken~~ zurückbleiben. Das kann nicht nur an den fehlenden Mitteln zu ihrem Bau liegen. Für die sehr teure Entwicklung moderner Flugzeugtypen war das Geld ja schließlich auch da. Vielmehr muß man hier schon mangelnde Voraussicht der beteiligten Stellen, einschließlich der Flugplatzarchitekten und Bauingenieure annehmen. Der Erfolg ist der, daß beim Fliegen alles langsam geht und unbequem ist, nur das Fliegen selbst geht schnell. Was einem Fluggast alles zugemutet wird, dürfte sich die Bundesbahn ~~kaum~~ nie erlauben. Trotzdem, wir fliegen. Es geht eben doch schnell? Geht es wirklich schneller?

Da ist das große Projekt des Airbus, welches die Spalten unserer Zeitungen füllt und an unsere Abgeordneten appelliert, "fortschrittlich" zu sein. Gerade stellen diese Abgeordneten fest, daß wir wohl oder übel unseren Staatshaushalt um weitere Milliarden belasten müssen, um das Defizit der Bundesbahn auszugleichen, da werden schon Projekte gefördert, dieser Bundesbahn weiter zuzusetzen.

Geplant sind gigantische Flugzeuge mit mehreren hundert Fluggästen (~~bis zu 700~~), also der Aufnahmekapazität eines normalen F-Zuges, wobei dieser allerdings auch schon mit der halben Besetzung rentabel ist. Ich bin kein Fachmann des Flugzeugbaus. Wenn die Flugzeugbauer in schwierigen ~~Wirtschaftlichkeits~~Rechnungen herausbekommen haben, daß die Wirtschaftlichkeit der Verkehrsflugzeuge mit der Größe

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zunimmt und bei der geplanten Größe des Airbus ein gewisses Optimum liegt, so wird das wohl aus der Sicht des reinen Flugbetriebes stimmen, aber sind das die einzigen Gesichtspunkte? Warum sind dann unsere Straßen gestopft voll mit Autos, obwohl der D-Zug das wirtschaftlichere Verkehrsmittel ist?

Nein, meine Herren, unter einem "Airbus" (warum eigentlich nicht "Luftbus"?) würde ich etwas anderes verstehen: Ich steige im Zentrum einer Mittelstadt in einen Autobus, werde zum Flugplatz gefahren, dort auf möglichst bequeme Weise in das Flugzeug gebracht und werde nach dem Flug umgekehrt wieder möglichst direkt vom Flugplatz mit einem Autobus mitten in das Zentrum der anderen Stadt gebracht; aber bitte nicht nur Groß- und Weltstädte, ich möchte auch die herrlichen mittleren und kleineren Städte Europas auf diese Weise besuchen können. Ein kurzes Umsteigen am Flugplatz vom Autobus ins Flugzeug und umgekehrt würde ich noch in Kauf nehmen; aber bitte dann den Autobus direkt zum Flugzeug fahren und nicht erst irgendwo aussteigen müssen, mühselig den Abfertigungsschalter aufsuchen, umständliche Wege über lange Gänge und Rolltreppen, Wartezeiten, noch einmal Wartezeit, freundliches Lächeln der Stewardess, zum Omnibus von der Abfertigungshalle zum Flugzeug, Übersteigen im Regen und umgekehrt dasselbe noch einmal. Da müssen sich die Herren Verkehrsexperten schon etwas Besseres ausdenken, wenn sie auch noch vor den Augen der nächsten Generation zu denjenigen gehören wollen, denen der Fortschritt unseres Zeitalters zu verdanken ist. Und wenn uns die Verwaltungsbeamten entgegenhalten, daß so etwas aus diesen oder jenen Gründen nicht ginge, dann geschieht es eben zu Recht, wenn solche Leute eines Tages durch den beweglicheren und ideenreicheren Computer abgelöst werden.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Dieser Vorschlag bedingt natürlich, daß die Größe der Stadtomnibusse und der Flugzeuge aufeinander abgestimmt sind. Also am besten Einheiten von 30 bis 50 Fahrgästen, oder für die Flugzeuge ein Vielfaches davon; aber nicht so viele, daß doch wieder nur morgens und abends je ein Flugzeug rentabel ist und nur die Großstädte miteinander verbunden werden können. Man könnte das Prinzip übertreiben und fordern, daß die Kabine des Omnibusses einschließlich Fahrgästen und Gepäck im Ganzen von dem als Träger ausgebildeten Flugzeug aufgenommen wird; aber das mag vielleicht in den Bereich technischer Phantasien gehören und nicht wirtschaftlich sein. Einfaches direktes Umsteigen mit fester Platzzuordnung ist immerhin noch tragbar.

Ich höre schon den Einwand der Experten: Kleine Einheiten sind einmal nicht so wirtschaftlich, ferner sind unsere Landesysteme und Flugsicherungen nicht darauf eingerichtet. Das Durchschleusen einer Verkehrseinheit erfordert etwa den gleichen Aufwand und den gleichen Verkehrsraum, ob das Flugzeug nun groß oder klein ist. Auch an dieser Stelle müssen wir wieder überlegen, ob diese Verhältnisse nur eine Zeiterscheinung sind, oder ob sie sich in Zukunft wesentlich ändern lassen. Zukunftsplanung erfordert es, den Blick auch auf Nachbargebiete zu lenken. Wenn wir heute in der Planung des zukünftigen Luftverkehrs nicht aus der Entwicklung des bodengebundenen Verkehrs lernen, so müssen wir uns auf entscheidende Fehlinvestitionen gefaßt machen. Bei der Entwicklung dieses bodengebundenen Verkehrs haben wir eindeutig die Tendenz von größeren zu kleineren Einheiten. Die Tendenz geht in Richtung des individuellen Verkehrs. Ist dies auch im Luftverkehr zu erwarten? Es ist kaum anzunehmen, daß es

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

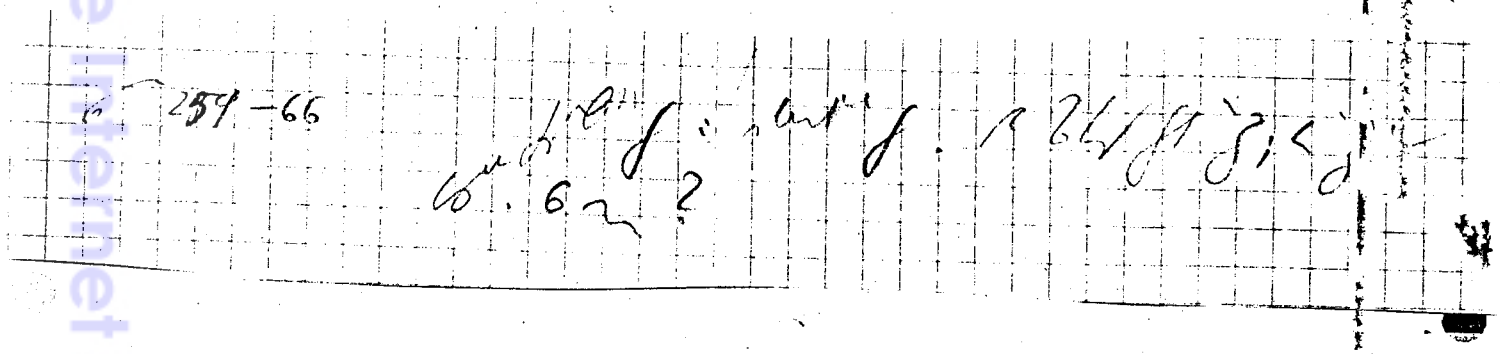
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

einmal heißen wird "jedem sein eigenes Flugzeug", so wie es heute heißt "jedem sein eigenes Auto". Aber immerhin, die Zahl der Kleinflugzeuge wird erheblich zunehmen, seien es nun Privatflugzeuge, Lufttaxis oder Airbusse in vernünftiger Größe, wenn die technischen Voraussetzungen hierfür geschaffen werden. Diese bestehen nicht nur darin, geeignete und preiswerte Flugzeuge zu bauen, sondern vor allem darin, einen wesentlich dichteren Luftverkehr als heute zu ermöglichen. Damit sind wir bei der Kernfrage: Können Computer und elektronische Steuerungseinrichtungen uns hier entscheidend weiterhelfen? Ein Blick auf die heutige Flugsicherungstechnik macht uns etwas mutlos. Wir haben noch nicht einmal das Problem gelöst, mit dem heutigen Verkehr fertig zu werden. Was soll dann erst werden, wenn die Zahl der fliegenden Einheiten sich um das zehn- oder hundertfache erhöht? Auch hierbei kann nur der Blick auf die nächste Generation weiterhelfen. Es ist kein Grund zu sehen, warum unsere technisch auch heute schon sehr entwickelten Möglichkeiten für die Zukunft nicht so verfeinert werden könnten, daß dieses Ziel durchaus erreichbar ist. Auch hierbei gilt es natürlich nicht nur, diese Steuerungseinrichtungen als solche zu entwickeln, sondern gleichzeitig ihre Fertigungsmethoden so zu verbessern, daß entscheidende Verbilligungen möglich sind.

Es sollte dann folgendes möglich sein bzw. sich endgültig durchgesetzt haben: Flugzeuge werden grundsätzlich elektronisch gestartet, gelenkt und gelandet. Jedes Flugzeug, sei es noch so klein, verfügt über einen Computer mit den zugehörigen Steuerungseinrichtungen. Die Ortung des Flugzeuges vom Boden aus muß auf 10 Meter genau möglich sein in der Höhe, ~~zumindest~~ beim Landevorgang noch wesentlich

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

genauer. Das bedingt, daß ein dichtes Netz von Peilstationen auch außerhalb der Flugplätze über das ganze Luftverkehrsnetz verteilt sein muß, alle mit kleinen Computern ausgerüstet und an größere Zentralen angeschlossen. Mit derartigen Einrichtungen muß es möglich sein, mit der nötigen Sicherheit Flugzeuge in wesentlich dichterer Folge starten und landen zu lassen, selbstverständlich bei jedem Wetter, außer bei orkanartigen Stürmen, ferner die eingeplanten Luftstraßen in wesentlich dichterer Folge zu befliegen. Wesentlich mehr Flugplätze sollten ebenfalls vorhanden sein.

Das ist natürlich ein Fernziel, und es bleibt wieder unseren Söhnen überlassen, diese Probleme zu lösen. Aber dieses Ziel läßt sich auch schrittweise erreichen. Es fragt sich, ob unter diesen Gesichtspunkten Projekte, wie der Airbus, nicht doch gründlich überlegt werden sollten.

A propos "individueller Verkehr". Das hängt natürlich auch von der Entwicklung der politischen Systeme ab. Ist dieser erwünscht? Oder müssen wir uns auf jeden Fall in jeder Hinsicht für die Zukunft auf riesige Menschenmassen einstellen, die in großen "Stückzahlen" geplant, geboren, erzogen, transportiert, numeriert, gepaart, vernichtet und begraben werden? Vielleicht bin ich mit meiner Propagierung des individuellen Verkehrs auch nur ein hoffnungsloser Reaktionär.

(6) Computer und Gesellschaft. Dieses Thema beschäftigt heute nicht nur die Fachleute der Computertechnik. Breiteste Schichten der Bevölkerung sind an dem Problem interessiert. ~~Das beweist unter anderem die Tagung der Deutschen Angestellten~~ "Computer und Angestellte" der IG Metall für die Bundesrepublik Deutschland in Oberhausen vom 5.-8. März 1968. Es geht nicht nur darum, wie man den

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Computer am besten einsetzen kann, sondern in erster Linie darum, wie der Computer das Gefüge unserer Volkswirtschaft verändern wird. Welche Auswirkungen ergeben sich für uns alle, insbesondere für diejenigen, die bisher die Arbeit geleistet haben, welche nun von Computern übernommen werden soll?

Solange der Computer vorwiegend technisch-wissenschaftlichen Aufgaben diente, bestanden derartige soziale Aspekte nicht. Kein Ingenieur oder Mathematiker ist durch Computer arbeitslos geworden. Im Gegenteil. Welche Aussichten hatte vor 30 Jahren schon ein Mathematiker, der sein Studium mit Erfolg abgeschlossen hatte? Es gab ein paar Versicherungsmathematiker, auch in der Industrie wurden hier und da Mathematiker eingesetzt. Die meisten mußten jedoch zusehen, irgendwie als Lehrkräfte zu arbeiten. Bei den Ingenieuren wurde die Arbeit der Mathematiker oft etwas von oben herab betrachtet. "Was der da macht, ist ja doch nur Spielerei". Im übrigen wurde über den Daumen gepeilt, und das Flugzeug flog dann schon.

Erst die schwierigeren Aufgaben der Aerodynamik, der Atomphysik und andere brachten dem Mathematiker wirklich wesentliche praktische Aufgaben.

Wie ist es heute? Man braucht nur den Annoncenteil einer großen Tageszeitung aufzuschlagen, um sich ein Bild von der Wichtigkeit der Mathematiker und Programmierer zu machen. Überhaupt der Programmierer. Es hat lange gedauert, bis die Behörden begriffen haben, daß hier ein neuer Beruf im Kommen ist, der rechtzeitig gründliche Maßnahmen zu seiner Ausbildung erfordert. Es sind erst bescheidene Anfänge gemacht. Wesentlich ist, daß ein Programmierer keineswegs ein voll ausgebildeter Mathematiker zu sein braucht. Wir brauchen eine ganze Hierarchie

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

von Kräften mit verschiedener Ausbildung und unterschiedlichem mathematischen Niveau. Dazu kommen alle die Fachkräfte der verschiedenen Gebiete, in denen Computer eingesetzt werden sollen. Neue Berufe, wie z. B. der Systemanalytiker, entstehen. Also auf dem Gebiete von Technik und Wissenschaft braucht bis jetzt niemand in Sorge zu sein, daß der Mensch durch die Maschine verdrängt wird.

Leider liegen die Verhältnisse im wirtschaftlichen und kommerziellen Bereich etwas anders. Für die eigentlichen Fachkräfte ergibt sich auch hier neue Arbeit in Hülle und Fülle. Der Einsatz von Computern erfordert neue Organisationsformen und umfangreiche Planungen; und wenn die Computer heute noch nicht überall da eingesetzt sind, wo es nötig oder sinnvoll wäre, so liegt das oft nicht so sehr daran, daß die geeigneten Computer fehlen, sondern daß die Wissenschaftler und Organisatoren fehlen, welche ihren Einsatz vorbereiten und organisieren.

Aber in der kommerziellen Datenverarbeitung sind auch eine Menge von Arbeitskräften tätig, die keine schöpferische Arbeit leisten, sondern lediglich solche, die eben heute der Computer besser, schneller und billiger leistet. Was wird aus ihnen? Es ist erfreulich, daß sowohl die betreffenden Betriebe als auch die Gewerkschaften die Gefahren dieser Entwicklung rechtzeitig erkannt haben und gewillt sind, in gemeinsamer Arbeit vernünftige Lösungen zu finden. Großzügige Umschulungsprogramme sind in Vorbereitung. Trotzdem wird das ganze Problem damit nicht gelöst werden können. Ich kann in diesem Moment nur auf meine Ausführungen in den nächsten Kapiteln verweisen, wo ich auf dieses Problem aus einer anderen Sicht noch eingehen werde.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die rein technische Seite, welche Aufgaben Computer in Zukunft in Wirtschaft und Verwaltung übernehmen können, ist heute bereits Gegenstand einer umfangreichen Literatur. Auch hierzu möchte ich nur einiges aus meiner persönlichen Sicht sagen.

Heute geht es im allgemeinen noch darum, Arbeiten der Datenverarbeitung, die bisher ohne Computer gelöst wurden, nunmehr mit Computern auszuführen. Oft besteht die Umstellung darin, schon vorhandene Lochkartenanlagen durch Computer zu ergänzen. Die Lochkarte wird dabei heute immer mehr nur noch zur Dateneingabe verwendet. Die eigentliche Speicherung der Daten erfolgt auf Magnetbändern, Plattenspeichern und den ~~eigentlichen~~ großen Arbeitsspeichern der Computer.

Damit würde im wesentlichen etwas, was auch bisher schon geschah, in Zukunft ~~etwas~~ wirtschaftlicher getan. Wollen und werden wir dabei stehen bleiben?

Sicher nicht. Es gibt auch schon genügend Ansätze dafür, daß grundsätzlich neue Möglichkeiten in Verwaltung und Wirtschaft erschlossen werden. Das fängt an mit der Verbesserung des gesamten Informationskreislaufs einer Wirtschaft bzw. Verwaltung. Jeder von uns hat sich schon über den "Papierkrieg" geärgert, der nötig ist, wenn irgendeine personelle Angelegenheit ihren verwaltungsmäßigen Niederschlag findet, "von der Wiege bis zur Bahre Formulare, Formulare".

Wie oft hat da jeder von uns seinen Namen, sein Geburtsdatum, seine Adresse, Ausweisnummer usw. schon wieder und wieder aufschreiben müssen? In einem ideal organisierten Staat sollte

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

das jeweils nur einmal nötig sein. Die Verteilung der Information an die richtigen Stellen sollte eine technische Angelegenheit sein. Idealer Staat? Nun, ein Staat, der es einem so bequem macht, hat allerdings auch ganz neue Möglichkeiten der Kontrolle. Vielleicht ist das erwünscht, vielleicht unerwünscht, doch wohl unvermeidlich. Wie dem auch sei, um eine großzügige Organisation des gesamten Informationssystems kommen wir so und so nicht herum, und es liegt an uns, dieses System so vernünftig wie möglich zu gestalten.

Da wäre die Informationserfassung und Verteilung. Was geschieht mit diesen Informationen? Kann eine gut organisierte Informationsverteilung uns weiterhelfen?

Die "informierte Gesellschaft", ein Schlagwort, welches Karl Steinbuch geprägt hat, ist zu einem Symbol unserer Zeit geworden. Über Möglichkeiten und Gefahren großer Informationssysteme habe ich schon gesprochen. Mediziner, Juristen und andere sind schon dabei, die neuen Möglichkeiten zu erforschen und teilweise sogar zu erproben. Optimisten sind der Ansicht, daß eine Auswertung von Krankengeschichten auf breiter Basis zukünftige Diagnosen erleichtern wird. Es ist durchaus denkbar, daß im Laufe der nächsten Generation hier entscheidende Änderungen zu erwarten sind. Auch die Juristen glauben, der Kriminalität durch bessere Dokumentation wirkungsvoller entgegentreten zu können. Es muß nur davor gewarnt werden, daß sich diese neuen Verfahren über Nacht einführen lassen. So ist es z. B. praktisch unmöglich, die Millionen in Krankenhäusern lagernden früheren Krankengeschichten für den Computer aufzubereiten. Man muß neu bei null anfangen. Dasselbe gilt für die Kriminalität. Erst

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wenn ein solches System etwa ein Jahrzehnt arbeitet, kann man größere Erfolge erwarten.

Lassen sich juristische Entscheidungen als solche verbessern? Das juristische Denken unterscheidet sich wesentlich vom Denken des Mathematikers und Ingenieurs. Juristische Beweise und mathematisch-logische Beweise haben nicht viel miteinander gemeinsam. Trotzdem besteht vielleicht die Möglichkeit, mit gründlicher Datenerfassung und besser den Umständen angepaßten Gesetzen einiges zu erreichen. Verbesserte Möglichkeiten der Datenverarbeitung erlauben es zum Beispiel, gesetzliche Bestimmungen wesentlich detaillierter auszuarbeiten. Ein gut programmierter Computer kann vielleicht "menschlichere" Entscheidungen fällen als mancher sture Verwaltungsbeamte, dem man nur einfache Paragraphen zumuten kann.

Werden wir überhaupt in Zukunft besser verwalten, schneller entscheiden, mit anderen Worten besser regieren können? Das wollen wir hoffen. Wenn wichtige Entscheidungen, die bisher auf dem Instanzenweg über verschiedene Schreibtische liefen, in Zukunft über Computer laufen, können sie vielleicht in Sekunden gefällt werden, während vorher Monate erforderlich waren.

Eins ist aber sicher: Alle diese Aufgaben kann man nicht einfach vom Menschen loslösen und der Maschine überlassen. Ein gutes Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine im schon erwähnten Dialogverkehr ist Voraussetzung für ein Gelingen solcher weitgespannten Pläne.

Können Computer überhaupt unser Gesellschaftssystem beeinflussen oder sogar von Grund auf neugestalten?

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Die Schwächen der heutigen Gesellschaftssysteme sind bekannt, wenn auch sehr verschiedene Meinungen darüber existieren. Auch die Schwächen der Demokratie. Trotzdem halten wir im Westen bewußt aus grundsätzlichen Gründen, die für uns entscheidend sind, daran fest. Ein Zweiparteiensystem z. B. legt die Entscheidung bei einer Wahl in die Hände einer kleinen schwankenden Mitte. Auf den Aufstieg eines Politikers innerhalb der Partei hat der Wähler nur sehr geringen Einfluß. Die Stabilitätsprobleme einer Demokratie sind bekannt. Die Gefahr der Selbstauflösung ist grundsätzlich gegeben. Nur wenn die ganze Nation dauernd auf dem Posten ist, kann die Demokratie gedeihen.

Schon längst haben wir ein festes Verwaltungssystem, welches im Grunde genommen unabhängig vom Ausgang einer Wahl ist. Auf diese fest eingefahrene Maschinerie kann kein Politiker verzichten. Nur die grundsätzlichen Entscheidungen bleiben dem Politiker überlassen. Verbessert und verfeinert man jetzt diese Verwaltungsmaschinerie, so bekommt sie auch mehr Einfluß. Es wird immer schwieriger für einen Außenstehenden, das komplizierte Getriebe dieses Apparates zu durchschauen. Damit wird der Einfluß dieses Apparates auf die Politik selbst immer stärker. Das gilt insbesondere für eine Diktatur, aber auch für eine Demokratie.

Schon werden Geschichten erzählt, daß in Washington die Entscheidung eines Krieges von der Antwort eines Computers abhängig gemacht wird. Die Aussichten sind an sich nicht schlecht. Ein Computer rechnet schnell aus, daß die durch den geplanten Krieg zu erwartenden Belastungen durch die Nation nicht ertragen werden können. Also kein Krieg. Ein anderes Ergebnis ist bei neutraler, psychologisch nicht

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

vorbelasteter Betrachtung kaum möglich. Also, es lebe der Computer! Andererseits wird niemand von uns gewillt sein, einen Krieg auf sich zu nehmen, weil der Computer es befiehlt.

Tatsächlich kann die Frage auch nie so gestellt werden. Nötig ist auch hier die enge Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine. Es ist zu hoffen, daß zukünftige Regierungen durch Computer sehr schnell die nötigen Informationen erhalten, um politische Entscheidungen vernünftig fällen zu können. Das ist heute noch keineswegs der Fall. Oft müssen Entscheidungen im "Blindekuhspiel" gefällt werden.

In diesem Sinne kann man durchaus hoffen, daß der Computer dazu verhilft, auch das Niveau der politischen Entscheidungen zu verbessern. Den Angsttraum von dem alles beherrschenden Roboter brauchen wir vorläufig noch nicht zu träumen. Aber muß es wirklich ein Angsttraum sein? Wäre ein Angsttraum von den traditionellen menschlichen Politikern nicht viel realistischer?

Nebenbei: Eine Partei der Kybernetiker wäre wohl nicht sinnvoll. Diese Dinge sind nicht geeignet, Gegenstand von Parteiparolen zu werden. Aber alle Parteien sollten sich rechtzeitig um diese Dinge kümmern und sich auf ihre Möglichkeiten einstellen.

Reich des Menschen und Reich der Technik.

Die in den vorhergehenden Kapiteln aufgezeigten Perspektiven mögen manchen erschrecken. Muß es wirklich so kommen? Hier kann ich leider nur den Spenglerschen Schicksalsbegriff entgegenhalten. Es bleibt uns nur übrig, das Notwendige zu

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

meistern oder vor der Geschichte zu versagen. Wir können natürlich weiterhin die Augen verschließen und die Dinge treiben lassen. Ein trauriges Erwachen ist dann die Folge. Leider vielleicht erst für unsere Kinder. Wie wollen wir als Väter in der nächsten Generation vor ihnen bestehen?

Die Kräfte der Automation sind zu stark und zu gefährlich, als daß wir sie der Entwicklung des Wirtschaftssystems selbst überlassen können. Bei einem bestimmten Stand der Automation, den wir heute noch nicht erreicht haben, kann man direkt von einer Kettenreaktion sprechen. Ungezügelte Ausbreitung muß uns vor harte Probleme stellen, wenn wir nicht rechtzeitig darauf gefaßt sind.

Und die Lösung? Auf die Dauer werden wir uns nicht darauf verlassen können, daß die durch die Automation freigesetzten Arbeitskräfte an anderer Stelle wieder aufgesaugt werden. Wir alle wünschen keinen dritten Weltkrieg, der diese Probleme vielleicht auf die bekannte traurige Art vorübergehend lösen könnte.

Nein, wir müssen rechtzeitig die Trennlinie zwischen dem Reich des Menschen und dem Reich der Maschine vorbereiten und zu gegebener Stunde ausbauen.

Betrachten wir erst einmal den Menschen:
Wir regen uns gern darüber auf, daß die Menschheit so schlecht und so unvernünftig ist. Wenn man aber das Spiel der Chromosomen betrachtet, so muß man sich eigentlich wundern, daß es noch so viele begabte und anständige Menschen gibt. Auch die Betrachtung der Entwicklungsgeschichte des Lebens kann

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

uns eigentlich nicht gerade davon überzeugen, daß die höchste Stufe dieser Entwicklung ein braver, friedlicher, allen guten Dingen zugewandter homo sapiens sein sollte. Da frißt jeder, was ihm zuträglich ist, der Kampf ums Dasein ist höchste Weisheit, zu der sich die Biologen durchringen können, moralische Prinzipien haben nur die Bedeutung von versuchten Mutationen und da erwarten wir, daß nun auf einmal alles ganz anders sein soll und schimpfen insbesondere auf die grundsätzlich bösen Politiker, die eben unvernünftig sind und keinen Frieden halten können. Daß sie letzten Endes auch nur arme Würstchen sind, die manchmal nur das Pech haben, in dem allgemeinen Kampf ums Dasein an repräsentativer Stelle zu stehen, vergessen wir dabei gern.

Haben wir eigentlich schon eine Wissenschaft, welche die Frage beantworten kann, wie sich die Menschheit unter den modernen Verhältnissen überhaupt entwickeln kann? Gewiß, wir verfügen über Anthropologie und Soziologie. Erstere beschäftigt sich wohl mehr mit dem, was war, letztere mehr mit Wunschträumen.

Ist zum Beispiel ein Bevölkerung ohne eine "Unterschicht" überhaupt auf die Dauer lebensfähig? Wie entwickelt sich eine Menschheit, die in einem idealen Staat lebt und durch Generationen hindurch nur einen allgemeinen Weltfrieden kennt?

Eine Betrachtung der bisherigen Menschheit mit ihren erwachenden, aufstrebenden und vergehenden Kulturen könnte uns hier weiterhelfen. Spengler arbeitete in dieser Richtung. Aber seine Arbeitsmethode, "physiognomische" Betrachtungsweise paßt nicht mehr in unsere Zeit. Wir müssen alles statistisch erfassen und kybernetisch in einzelne Bits zerlegen können. Also gut,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

dann eben auf diese Weise; aber es müßte geschehen. Das bequeme Schlagwort "alle Menschen sind gleich" stimmt leider nicht.

Wir leben heute noch in der Periode der kämpfenden Staaten. Aber die Zeichen der neuen Zeit machen sich schon bemerkbar. Unser Ziel muß selbstverständlich sein, weitere Weltkriege zu vermeiden. Wie aber entwickelt sich eine satte und müde Menschheit? Wie können wir vermeiden, daß die Spätzeit einer Kultur zum Untergang wird, anstatt der Übergang zu einer Zivilisation noch nie gekannten Ausmaßes?

Betrachten wir die Reste alter Kulturkreise, so stellen wir immer wieder fest, daß namenloses Elend der Massen neben üppigem Reichtum einiger weniger Familien existiert. Ist das nur die Schuld des jeweiligen gesellschaftlichen Systems oder liegen dem tiefere Gesetze zu Grunde? Ich höre schon den Einwand der Sozialisten, daß dies eben das Produkt veralteter "feudaler" Herrschaftsformen sei und in einem sozialistischen Staat nicht eintreten könne. Aber das stimmt nicht. Man studiere doch Konfuzius und Mohammed. Die Bemühungen der maßgebenden Kräfte dieser Zeitalter gingen durchaus in ähnlicher Richtung wie die Bestrebungen des heutigen Sozialismus, allerdings unter anderen Parolen und den Verhältnissen des jeweiligen Kulturkreises angepaßt.

Anscheinend haben aber alle ernsthaften Bemühungen der Menschen, die Menschheit glücklich zu machen, auf die Dauer keinen Erfolg gezeigt. Irgendwie muß dem ein Naturgesetz zu Grunde liegen, das wir entdecken und dem wir entgegentreten müssen, wenn unsere Erfolge in den nächsten Jahrhunderten glücklicher sein sollen. In den ungeheuren Weiten des Weltalls

- 270 -

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

haben wir einen kleinen verlorenen Planeten, auf dem es der Natur gelungen ist, komplizierte Eiweißstoffe zu Lebewesen zu entwickeln. Ist es vielleicht so, daß das "Leben" unter allen Umständen herein will in dieses "Paradies", gleichgültig unter welchen Umständen und welches Elend es erwartet, Hauptsache Leben?

Man kann es schon beobachten, wie eine kurze Periode des Wohlstands und des Friedens sich auswirkt. Die Abenteuerlust hat zu wenig Gelegenheit, sich auszuwirken. Das Autofahren ist eine der letzten Tätigkeiten des friedlichen Menschen, seinen Betätigungsdrang ~~in dieser Richtung~~ zu entfalten. Das macht sich auch immer wieder in Unruhen bemerkbar, die nicht immer logisch begründet sind, sondern oft nur der Ausdruck verdrängter "Abenteurerkomplexe". Deswegen hat der Sport eine so große Bedeutung, was z. B. die Engländer rechtzeitig erkannten. Für die US-Amerikaner ist der Vietnamkrieg ein trauriges Ventil für Abenteurer; aber wir müssen es lernen, auch für friedliche Zwecke unseren Betätigungsdrang einzusetzen.

Hat für die Zukunft nur noch ein Mensch Chancen, der wie ein Computer arbeitet? Diese Art Wettbewerb ist wohl von vornherein aussichtslos. Wir müssen schon Menschen bleiben und auch die Herren der Entwicklung bleiben.

Droht uns Gefahr von der Medizin? Oder gar von den zukünftigen Möglichkeiten der Biologie? Sicher. Eben deshalb müssen wir den Dingen gefaßt entgegentreten. Vielleicht besteht die Genialität Picassos darin, daß er die Contergan-Kinder voraussah. Dann sollten wir nach einer Periode des Umbruchs wieder zu vernünftigen Formen übergehen.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Es sieht im Moment so aus, als ob unsere Zivilisation der Menschheit recht gut bekommt; jedenfalls sagen das die Bevölkerungsstatistiken aus. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß diese Statistiken leider nur die Menschheit im ganzen behandeln, eine Spezifizierung nach Völkern, Rassen, Zivilisationsgrad usw. ist dringend erforderlich.

Tatsächlich müssen wir uns darüber im klaren sein, daß jede Spätzeit auch entgegengesetzte Tendenzen zeigt. Das Buch "Europa stirbt und merkt es nicht" von ... war sicher zu pessimistisch, denn die tatsächliche Entwicklung ist günstiger verlaufen. Die dort aufgezeigten Tendenzen und Gefahren bestehen aber durchaus. Tatsächlich gibt es verschiedene Begrenzungen für Bevölkerungszuwachs. Die natürliche Begrenzung ist im allgemeinen Nahrungsmangel bzw. begrenzter Lebensraum. Auf die Menschheit übertragen bedeutet das, daß meistens das Elend die Grenzen der Bevölkerung setzt. Dem gegenüber hat der Einfluß von Kriegen, so tragisch dieser auch im einzelnen Fall ist, auf die Dauer weniger Bedeutung. In zivilisierten Staaten jedoch tritt die gegenteilige Wirkung ein. Der Wohlstand setzt die Grenzen. Insbesondere die Frauen der hochzivilisierten Perioden entfernen sich von ihrer ureigenen Aufgabe, Mutter zu sein. Diese Erscheinungen können in allen Spätzeiten beobachtet werden. Dies betrifft insbesondere die führende und herrschende Schicht, welche sich an ihrer Aufgabe verbraucht. Was wir an Bevölkerungsresten dieser Zivilisation vor uns haben, sind im allgemeinen nicht die Nachkommen der eigentlichen Trägerschicht dieser Zivilisation, sondern Restprodukte einer verbrauchten Gesellschaft, die aber die Fähigkeit, sich zu vermehren, nicht verloren haben.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Nicht die Atombombe, sondern Greta Garbo ist das Symbol des untergehenden Abendlandes. Die überzüchtete intellektuelle, "kultivierte", nein "zivilisierte" Frau ist das Endprodukt einer jeden Hochkultur.

Diese unsere heutigen Frauen sind intelligent und klug. Sie wissen genau, wie man Kinder verhüten, ihre Zahl begrenzen und wie man Kinder erziehen muß. Aber Kinder sind kleine Bestien. Alle Theorie versagt, sobald sie das sind und ihre Mutti strapazieren. Keine friedensmäßige Tätigkeit ist wohl so nervenzerrüttend, wie das Aufziehen von schwierigen Kindern. Und sie sind fast alle schwierig; wären sie es nicht, so müßte man in Sorge um die Entwicklung der Menschheit sein.

Wo geht schon die Familienplanung über zwei Kinder hinaus? Man kann sich aber leicht ausrechnen, wann die Menschheit dann ausgestorben ist.

Die Emanzipation der Frau gilt als Errungenschaft unserer Zeit. Man kann sie kybernetisch als einen Regelungsprozeß betrachten, der sich selbst auflöst. Die für die Emanzipation kämpfenden Frauen vermehren sich nicht oder nicht ausreichend. Oder doch? Wissen wir über diese Dinge Bescheid? Und ist die Emanzipation wirklich so gut? Die meisten Frauen wollen ja gar nicht emanzipiert sein. Sie sind froh, wenn die Männer dafür sorgen, daß sie in Ruhe ihren häuslichen Pflichten nachgehen können. Es ist natürlich bedauerlich, wenn ein Verstandesmensch zufällig doch einmal als Mädchen auf die Welt kommt. Er hätte wohl als Junge die besseren Chancen, sich zu entfalten. Andererseits stürzen sich die Reporter auf jedes Mädchen, das einmal mit Erfolg etwas tut, was eigentlich Sache der Männer ist, zumal wenn sie dabei noch ein niedliches

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Köpfchen hat. (Z. B. bei den von der Wochenzeitschrift "Stern" veranstalteten Wettbewerben "Jugend forscht".)

Welchen Weg gehen wir? Noch werden Kinder auf natürliche Weise "produziert", meistens auch gezeugt; aber entfernen wir uns nicht Schritt für Schritt von der Natur? Gibt es das nette natürliche Mädchen noch, das unseren Vätern oder vielleicht Großvätern als Ideal vorschwebte? Selbstverständlich haben wir heute unsere der Zeit angepaßten Ideale; aber immer mehr wird technisch an den Menschen, insbesondere an den Frauen. Sie können nicht mehr froh und frei singen, sondern brauchen ein Transistorradio. Sie verdrängen jeden natürlichen Duft und ersetzen ihn durch Chemikalien. Sie brauchen Schminke und Puder, da sie als blasse Großstädterinnen nicht mehr über ausreichende eigene Farben verfügen. Sind ihre Haare noch echt? - Sofern sie überhaupt welche tragen?

Vielleicht sind die letzten natürlich gezeugten und geborenen Exemplare der Menschheit bald Mangelware und werden in Naturschutzparks gezeigt bzw. haben hohen Seltenheitswert, wie ein echter Rembrandt.

Andererseits überstehen die Frauen die kybernetische Welle vielleicht besser als die Männer, denn sie sind nicht so verstandesmäßig eingestellt (jedenfalls die besseren Exemplare unter ihnen). Sie sind erlebnisnäher (hoffen wir, daß sie es bleiben). Vielleicht haben überhaupt die Frauen in Zukunft die Oberhand; denn der Mann mit seinem albernen Verstand, auf den er so stolz ist, kann ja leicht durch Computer ersetzt werden. Es ist schon genug, wenn Computer anfangen, Denkaufgaben zu lösen. Was soll denn werden, wenn nun auch noch

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

die Frauen anfangen logisch zu denken?

Leider haben diese scherzhaften Bemerkungen einen ernsten Hintergrund. Unsere heutige Generation ist dadurch noch nicht direkt betroffen. Aber unsere Nachkommen sollten auf allerlei gefaßt sein. Bei dem heutigen Kampf um den Erdball stehen sich nicht nur die Waffen gegenüber. Auch das russische Weib steht der zivilisierten Amerikanerin gegenüber.

Setzt man das Seziermesser der Psychologie nicht auf einzelne Menschen, sondern auf die Entwicklung der Gesamtbevölkerung unserer Übergangszeit von der Hochkultur zur Spätzeit an, so müssen verschiedene Tendenzen herausgeschält werden. Neben den schon aufgezeigten allgemeinen Entwicklungslinien in Richtung einer späten ausgereiften und vielleicht unfruchtbaren Führungsschicht bestehen in diesen Jahrhunderten revolutionäre Tendenzen. Die Sucht, Revolutionen um der Revolution willen programmgemäß abrollen zu lassen, ist wohl im wesentlichen schon überwunden, obgleich noch keineswegs ganz tot. Hier gilt, daß diese Tendenzen keineswegs vom sozialen Wohlstand oder seinem Gegenteil allein abhängen, sondern es sind Explosivstoffe, die auf jeden Fall irgendwie ihr Ventil brauchen. Die jüngsten Ereignisse scheinen aber zu beweisen, daß heute grundsätzlich Änderungen revolutionären Charakters von innen heraus kaum noch zu erwarten sind. Das weiß man vor allem auch sehr gut in Moskau. Gewisse Ermüdungserscheinungen, auch bei den Gewerkschaften, sind unverkennbar.

Allerdings hat der Wohlstand, auf den wir so stolz sind, auch seine negativen Seiten: Kommt es zu kämpferischer Auseinandersetzung, so hat der im Wohlstand Lebende mehr zu verlieren,

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

als derjenige, der einfachere Verhältnisse gewohnt ist. Einmal ist der im Wohlstand Aufgewachsene weniger den Strapazen eines Kampfes gewachsen als der andere; zum anderen muß der Wohlstandsmensch ja zunächst auf diesen Wohlstand verzichten, um diesen vielleicht für seine Nachkommen zu sichern. Diese Dinge sind, soweit mir bekannt, nicht Gegenstand soziologischer Studien, sie sind aber einigen weitsichtigen Politikern instinktiv bekannt. Alle Tendenzen einer "härteren" Erziehung gelten diesem Umstand.

Umgekehrt können wir im Westen hoffen, daß unsere zivilisatorischen Errungenschaften zur Aufweichung östlicher Systeme beitragen. ~~Scherzhaft~~ sagte man 1945: Stalin hat zwei Fehler gemacht; erstens - er hat den Russen ~~Berlin~~ den Westen gezeigt, zweitens - er hat den ~~Berlinern~~ Westen die Russen gezeigt.

In bezug auf die Leidensfähigkeit werden uns die anderen allerdings noch lange überlegen bleiben. Da bleibt nichts anderes übrig, als auf unseren eigenen Gebieten möglichst überlegen zu bleiben. Wie lange noch?

Das Reich des Menschen.

Welche sind nun die typischen Gebiete, die dem Reich des Menschen vorbehalten bleiben müssen? Dabei bedeutet die Trennung in das Reich des Menschen und das Reich der Maschine natürlich nicht, daß etwa im Reich des Menschen keine Maschinen verwendet werden und im Reich der Maschinen keine Menschen tätig sind. Es bedeutet lediglich gewisse soziale Abgrenzungen ohne eine strenge Trennungslinie.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Sicher gehören zum Reich des Menschen:

Kindererziehung, Schulung, Ausbildung,
Forschung,
Landwirtschaft, Gartenbau,
tägliche Versorgung,
Verkehr, wesentliche Teile der Verwaltung,
kulturelle Angelegenheiten, Ausübung der Künste,
Sport,
Militärdienst.

Unklar

Die derzeitige Tendenz der Konzentration der Industrie wird nach einem gewissen Maximum gegenteilige Tendenzen zeigen, bzw. wir müssen in dieser Richtung arbeiten. In weitgehend automatisierten Betrieben wird der Arbeiter sowieso als Massenerscheinung verschwinden. Als Gegenpol müssen wir wieder das Handwerk und kleinere Betriebe fördern. Rentabilitätsgesichtspunkte dürfen nicht unbedingt im Vordergrund stehen, sondern der Mensch als solcher. Heute stehen diese Entwicklungen alle noch unter dem Zeichen der "Wirtschaftlichkeit". Was haben wir schon alles aufgegeben und technisiert? Wir können uns auf größeren Strecken nur noch mit Hilfe des Motors bewegen. Der Tierwelt werden wir mehr und mehr entfremdet. Das Pferd hat schließlich nur noch Bedeutung für die großen Wettrennen. Aber wozu umständlich Pferde laufen lassen? Das Zahlenlotto macht es doch auch? Wer musiziert noch selber? Radio, Plattenspieler und Fernseher beherrschen unser Privatleben. Das kleine Fachgeschäft muß der Großhandlung weichen. Irgendwo müssen wir die Grenzen setzen und Bedingungen schaffen, unter denen es auch in der modernen Welt der Zukunft sich lohnt zu leben.

Tendenzen, die dieser allgemeinen Technisierungssucht entgegenwirken, sind schon bemerkbar. Wer in aalglatten modernen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Bauten lebt, möchte wieder einmal in einem alten winklichen Städtchen leben, und wenn auch nur für die Urlaubszeit. Nur daß der moderne Mensch nicht mehr den Geruch dieser mittelalterlichen Städte dabei haben möchte. Der stört nur noch.

Überhaupt, die Müllabfuhr und Abfallbeseitigung ist eins der brennendsten Probleme der Zukunft. Auch ein "Software-Problem".

Rein technisch gesehen ist es mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln selbstverständlich möglich, die Probleme eines Lebens in angemessenem Wohlstand zu lösen. Jedenfalls für eine Menschheit, die sich nicht zügellos vermehrt und damit stets wieder neue Probleme schafft. Es geht aber nicht nur darum, Menschenmassen zu ernähren, zu kleiden und ihnen Wohnungen zu verschaffen, sondern auch darum, sie organisch in das Gesamtgefüge der Gesellschaft einzuordnen. Die Trennung zwischen dem Reich des Menschen und dem Reich der Maschine ist dann ein Fehlschlag, wenn der Mensch sich gewissermaßen von der Maschine durchfüttern läßt, wie ein Parasit. Es darf nicht so weit kommen, daß aus der Perspektive der Technik heraus diese komischen Menschen eigentlich überflüssig sind und nur stören. Man kann das Problem also nicht rein technisch sehen.

Es ist sicher nicht schwer, ein Bild auszumalen, in dem die Menschen immer weniger zu arbeiten haben und schließlich im wesentlichen nur noch ihrer Freizeitgestaltung leben. Derartige Perspektiven kann man von Zukunftsplanern manchmal entwickelt sehen. Für jeden geistig hochstehenden Menschen wäre es kein Problem, noch so viel Freizeit nützlich zu verwenden. Aber was geschieht auf die Dauer, wenn kein eigentlicher

5 x Proble

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ansporn mehr da ist, das Leben zu meistern und seine Voraussetzungen zu sichern? Nicht jeder ist für ein Kloster-leben geeignet. Es gibt selbstverständlich die Möglichkeit, künstliches Leben und künstlichen Wettbewerb in Gestalt von Sport usw. zu schaffen. Aber wie lange hat dieses künstliche Leben Bestand? Ein altes Sprichwort sagt: Wer rastet, rostet. Eine Menschheit, der es zu gut geht, läuft Gefahr zu verfaulen. Aber diese Sorgen brauchen wir uns heute noch nicht zu machen. Zumindest die nächsten hundert Jahre bringen uns andere Sorgen genug.

Reich der Technik.

Zum Reich der Technik, besser zum Reich der Supertechnik möchte ich folgende Gebiete zählen:

Allgemeine Aufgaben -
hochautomatisierte Betriebe,
Grundversorgung der Gesellschaft mit Energie usw.,
Verkehrswesen, jedoch nur teilweise, insbesondere Aufbau großer Verkehrssysteme,
große Forschung,
Eroberung des Weltalls,
Rüstungsindustrie,
Aufbau umfassender technischer Verteidigungssysteme.

Die Abgrenzung zwischen hochautomatisierten Betrieben, die zum Reich der Technik gehören, gegenüber dem bewußt mehr handwerklich eingestellten Reich des Menschen ist selbstverständlich fließend. Es kann z. B. die "do-it-yourself-"Bewegung einen großen Auftrieb bekommen, indem Bauelemente, Werkzeuge usw. in gut vorbereiteter Form aus dem Reich der Technik ins Reich des Menschen geliefert werden. Unter diesen Umständen können wir wieder dahin kommen, daß jeder sein

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

eigenes Haus baut, ausgenommen vielleicht der Rohbau, ~~der wohl besser unter Einsatz von technischen Hilfsmitteln erstellt wird.~~ Diese Tendenz zeichnet sich heute schon in USA ab. Es gibt bereits eine eigene do-it-yourself-Industrie, welche die für die inneren Einrichtungen und den Ausbau eines Hauses nötigen Materialien und Einzelteile dem Kunden in einer derartig präparierten Form liefert, daß dieser ohne wesentliche Fachkenntnisse die Montage vornehmen kann.

Bei der Energieversorgung ist es klar, daß diese in Zukunft noch mehr als heute Angelegenheit hochautomatisierter Betriebe sein muß. Ähnliches wird wohl auch für die Grundstoffindustrie gelten.

Das Verkehrswesen sollte natürlich noch weitgehend zum eigentlichen Reich des Menschen gehören. Jedoch ist der Aufbau zukünftiger Verkehrssysteme so kostspielig, daß wir nur mit einem hohen Grad von Automation diese Aufgaben werden bewältigen können. Die umfangreichen Flugsicherungssysteme z. B. müssen zum Reich der Technik gehören, selbstverständlich unter menschlicher Leitung.

Ein wichtiges Gebiet ist das der Großforschung. Schon heute bilden manche unserer großen Forschungszentralen eine Welt für sich. Leistungssteigerung bis zum Äußersten ist hier erforderlich. Die Verwertung der Produkte dieser Forschungsergebnisse muß allerdings einer strengen Kontrolle unterliegen, damit keine unbeabsichtigten Nebenwirkungen auftreten. Hierher gehört auch die Eroberung des Weltalls. Die normale Wirtschaft muß nach Möglichkeit davon entlastet werden, auf dem Wege über Steuern diese gigantischen Beträge aufzubringen. Die Erschließung

Wer hat ohne

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

anderer Himmelskörper ist sowieso weitgehend eine Angelegenheit von Automaten und Robotern. Hier ist das ureigenste Gebiet der Supertechnik. Die Rüstungsindustrie und der Aufbau umfassender Verteidigungssysteme gehören aufgrund der bestehenden politischen Situation immer noch zu den wichtigsten Aufgaben der Volkswirtschaft. Auch hier muß die Supertechnik weitgehend eingesetzt werden, um die normale Wirtschaft zu entlasten.

Gegenseitige ~~Zulieferungen~~ zwischen dem Reich des Menschen und dem der Technik müssen einer Kontrolle unterliegen. Das Reich der Technik muß auch weitgehend vor politischen Unruhen, Streiks usw. geschützt werden. Das Reich der Technik muß so abgesichert werden, daß bei der Durchführung der Automation keinerlei soziale Rücksichten erforderlich ~~sind~~ und keinerlei negative soziale Auswirkungen zu erwarten sind.

Die Supertechnik erlaubt es auch, in Zukunft wieder kleinere, wirtschaftlich unabhängige Bereiche zu schaffen, die in sich autark sind. Dadurch wird die Krisenfestigkeit erhöht.

Bevor wir einen Blick auf fernere zukünftige Möglichkeiten werfen, möchte ich noch, mehr aus persönlichem Interesse, einiges zur Kunst sagen, insbesondere zur Malerei und Grafik.

Betrachten wir den welthistorischen Hintergrund, so läuft nach Spengler die Entwicklung der Künste parallel mit dem allgemeinen Ablauf einer Hochkultur. Die Kunstrichtungen durchlaufen daher ebenfalls die Phasen der Frühzeit, Reifezeit und der Spätzeit. Im abendländischen Kulturkreis entsprechen dem die Gotik, das Barock und die Jetztzeit. Demnach hatte die abendländische Malerei ihren Höhepunkt etwa in der Zeit vom 15. bis 18. Jahr-

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

hundert. Was danach kommt, sind im Sinne Spenglers bereits Zerfallserscheinungen, was nicht ausschließt, daß auch diese späteren Perioden ihre künstlerischen Höhepunkte aufweisen können, wie z. B. im Impressionismus. Mit Picasso steigerte sich der Zerfallsprozeß zu einem Zertrümmerungsprozeß, der noch heute anhält; obgleich inzwischen so viel zerschlagen ist, daß bereits wieder aufbauende Kräfte zu erkennen sind. Was im Sinne Spenglers auf die eigentliche Blütezeit und ihre Zerfallsperiode folgt, ist ein geschichtsloses Auf und Ab verschiedener Kunstrichtungen, die am besten als Kunstgewerbe bezeichnet werden können. Diese Periode kann mit dem politischen Schicksal einer Kultur entweder bald abgeschlossen sein oder noch Jahrhunderte bzw. Jahrtausende anhalten. So haben wir nach Abschluß der chinesischen Hochkultur noch eine zwei Jahrtausende währende chinesische Zivilisation, und was uns als chinesische Kunst bekannt ist, gehört eigentlich dieser späten Zeit des Kunstgewerbes an. Auch hier wechselten noch einzelne Perioden mit überraschend hohem Formenreichtum einander ab. Es hat also keinen Sinn, das Spenglersche Schema zu streng anzuwenden und mit Gewalt jede Kunstperiode irgendwie darin unterbringen zu wollen. Auch hier zeigt sich die unglückliche Wahl des Terminus "Untergang". Was Spengler als Untergang bezeichnet, wird von den Generationen einer späteren Zivilisation gar nicht mehr als solcher empfunden.

Der allgemeine politische Hintergrund einer Übergangsperiode gilt also auch für die Kunst. Wer einen offenen Blick hat, wird das sehr deutlich erkennen. Insofern geben Ausstellungen zeitgenössischer Kunst, wie z. B. die Dokumenta, zum Teil ein gutes Spiegelbild unserer kulturellen Situation. Mit wenigen Ausnahmen ist es eine Dokumentation der Unruhe, der

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Seelenlosigkeit und leider auch der Impotenz. Bei der Dokumenta 1968 in Kassel wurde dies durch den gigantischen Phallus (2), der nicht hochkommen wollte, symbolisch dokumentiert. Es ist aber insofern doch wieder eine mangelhafte Dokumentation unserer Situation, als die eigentlich wesentlichen schöpferischen Arbeiten unserer Zeit nicht zur Geltung kommen können. Die Versuche heutiger Künstler, mit Hilfe von Metall und anderen technischen Mitteln Plastiken oder andere Kunstwerke zu schaffen, sind - mit wenigen Ausnahmen - nur ein kümmerlicher Abglanz dessen, was draußen von Bauingenieuren und Architekten täglich in die Praxis umgesetzt wird. Ein einziger Brükkenpfeiler enthält mehr vom Geist unserer Zeit als die meisten jämmerlichen Blechkompositionen, die uns in Kunstausstellungen als Kunst der Zeit vorgesetzt werden. Das "Mobile" bietet z. B. viele reizvolle Möglichkeiten. Tatsächlich sieht man manchmal auch gute und witzige Arbeiten. Erschütternd ist aber die Masse der durchschnittlichen und geistlosen Erzeugnisse ~~auf diesem Gebiet~~. Gebrauchsgrafiker und Gestalter ~~xxx~~ von Messeständen stellen, was Witz und Geschmack anbetrifft, ihre Kollegen von der nicht angewandten Kunst im allgemeinen weit in den Schatten.

Wer entscheidet überhaupt, was Kunst ist und was nicht? In den Perioden der Hochkultur wurde eine solche Frage wohl kaum gestellt. Die schöpferischen Kräfte waren so stark, daß bestimmte Kunstrichtungen einfach zum Durchbruck kamen und allgemeine Anerkennung fanden; aber heute? Einerseits will man natürlich nicht, daß Diktatoren von oben befehlen, was als Kunst zu gelten hat. Die Erinnerung an die Periode Hitlers ist uns noch zu stark und abschreckend gegenwärtig. Andererseits darf auch auf keinen Fall etwa das "gesunde Volksempfinden" entscheiden, denn

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Warum ?

so viel wir auch von Demokratie reden, das Volk hat ja bewiesen, daß es von Kunst nichts versteht, schon gar nicht von sogenannter "volksnaher" Kunst. Jedenfalls darf es darüber nicht entscheiden. Was nun? Es bleiben die Kunstexperten; wer aber wird heute Kunstexperte? Diese müssen natürlich "unabhängig" sein. Aber sind sie es wirklich? Bilden sie nicht mit dem zeitgenössischen Kunsthandel eine Art Lebensgemeinschaft, deren Glieder aufeinander angewiesen sind und sich gegenseitig die Bälle zuspielen? Kein Abgeordneter eines Parlamentes wird es wagen, ~~gegen diese Diktatoren anzugehen~~ zu protestieren, wenn ein großer Betrag für die Anschaffung eines modernen Kunstwerkes bewilligt werden muß. Er will ja nicht als Spießbürger gelten. Man hat vor diesen Kunstwerken den gleichen Respekt wie vor den Formeln der theoretischen Physik, die man ja auch nicht versteht. Nur mit dem Unterschied, daß das eine mehr oder weniger Bluff ist, während bei dem anderen im allgemeinen wirklich etwas dahinter steckt.

Wollte ein unbefangener Außenstehender aufgrund der Betrachtung westlicher und östlicher Kunstausstellungen sich ein Bild von der kulturellen und geistigen Situation in den verschiedenen Lagern machen, so würde ihm eine Entscheidung wohl schwerfallen. Es würde ihm zumindest widerstreben, die so viel gepriesene kulturelle Überlegenheit des Westens anzuerkennen. Dies mag symbolisch sein für die welthistorische Situation überhaupt. Mit welcher Verachtung mag wohl mancher Angehörige eines "unterentwickelten" Landes auf die nordamerikanische und westeuropäische Zivilisation herabblicken, angesichts ihrer "künstlerischen" Schöpfungen.

Man kann den Unterschied zwischen West und Ost nicht einfach mit den Vokabeln "Freiheit" und "Diktatur" abtun. Typisch ist

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

auch, daß die "Revolutionäre" in bezug auf Kunst ausgesprochen konservativ sind. Kommunistische Künstler oder solche, die es gern sein möchten, waren noch nie die Lieblingskinder der Revolution. Der kommunistische Picasso wird politisch weder im Westen noch im Osten für voll genommen. Rußland hat zwar viele Bilder von Picasso, jedoch werden nur die nichtkubistischen Bilder ausgestellt. Abstrakte Kunst erfüllt nicht den Zweck, das Volk pragmatisch zu beeinflussen. Man muß einmal Moskauer Galerien besucht haben, um zu sehen, wie hier tatsächlich das Volk lebhaften Anteil an der Kunst nimmt. Das sind nicht nur Touristenströme, wie im Louvre von Paris. Unsere modernen Ausstellungen sind dagegen leer. Es fällt einem besonders in der Tretjakov-Galerie auf, daß die Bilder eng gehängt sind. Unsere westlichen Galerien brauchen viel Platz. Manches moderne Bild wirkt erst als dekorativer Farbfleck vor einer großen leeren Wand. In konsequenter Weise besteht manches moderne "Gemälde" dann tatsächlich nur aus einem großen Farbklex. Vielleicht wirkt es auch besser, wenn sich nichts zum Vergleich Herausforderndes in der Nähe befindet. Die Folge ist die, daß drei Viertel der Bestände unserer Galerien in den Kellern lägern. Erhebliche Kapitalien liegen hier nutzlos vergraben. Der Besucher bekommt sie nie zu sehen, er hat auch keinen Einfluß darauf, welche Bilder gezeigt werden, denn davon versteht in einem demokratischen Staat das Volk ja nichts. Das ist Angelegenheit der Kunstexperten.

Für die Situation auf dem Gebiete der Kunst gilt selbstverständlich auch der Gesichtspunkt der historischen Pseudomorphose zwischen der Spätzeit des Abendlandes und der Periode der ersten Regungen eines eventuell russischen Kulturkreises. Auch hier ist die Decke der Faustischen Zivilisation so stark, daß die echte russische Seele nur schwer zur Entfaltung kommt. Auch ist noch nicht zu erkennen, in

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

welche Richtung sie schließlich gehen wird und ob sie überhaupt zu einer selbständigen Entfaltung kommen wird. Das nächste Jahrhundert kann hier schon ein neues Bild bieten. Eine Vorahnung russischer Kunstschöpfungen geben selbstverständlich die russischen Kathedralen, die mit ihren vielen nebeneinander liegenden Türmchen, die das "Brüderchen-Prinzip" versinnbildlichen (Spengler ...). Dieses findet sich bei den modernen ~~Wolkenkratzern~~ Hochhäusern Moskaus wieder. Es steckt mehr dahinter, als der etwas kitschig wirkende "Zuckerbäckerstil". Das russische Empfinden verträgt es anscheinend nicht, daß ein Hochhaus als einzelner Turm ausgeführt wird. Die "Brüderchen" müssen in Gestalt der vier um diesen einzelnen Turm herum gebauten kleinen Türmchen zumindest angedeutet werden.

Bei uns im Westen hat sich inzwischen eine Tradition des "Schockierens" herausgebildet. Die Tatsache, daß einige moderne Kunstrichtungen, wie z. B. Impressionismus und Expressionismus, zunächst das Publikum schockierten, bevor sie sich durchsetzten, bewirkt, daß dieses Schockieren oft als Kriterium für den künstlerischen Wert einer neuen Richtung genommen wird; aber das allein genügt nicht. Die Tatsache, daß jemand zur Nazizeit als "entarteter Künstler" eingeordnet wurde, ist kein Beweis für den künstlerischen Wert seiner Fabrikate. Mancher "zeitgenössische Künstler" möchte gern ebenfalls schockieren, und sei es mit Gewalt und unter Zuhilfenahme von Exkrementen. Die "Spießbürger" müssen sich entsetzen, so wie sie sich bei den ersten Expressionisten und Kubisten entsetzten. Aber auf die Dauer werden die "Spießbürger" - sofern es sie überhaupt noch gibt -- müde. Ja heute gilt sogar ein umgekehrtes Spiel zwischen Künstler und Betrachter. Keiner will als Spießbürger gelten, alsdann nur lustig voran. Wir wollen doch einmal

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

sehen, ob ihr Künstler es schafft, uns Betrachter heute noch in Wut zu versetzen. Ihr Künstler könnt uns noch so großen Unsinn vorsetzen, wir Betrachter regen uns nicht auf. ~~Das wollen wir doch einmal sehen~~. Aber das hat nicht mehr viel mit den Durchbrüchen der modernen Kunstrichtungen um die Jahrhunderwende zu tun. Nein, meine Herren Supermodernen, ihr fordert das Jahrhundert nicht mehr in die Schranken. Zugegeben, manchmal habt ihr direkt etwas Witz; aber meistens seid ihr ganz einfach langweilig.

Die Unruhe unserer Zeit wird sich allerdings noch lange auch ~~xxx~~ auf dem Gebiete der Kunst äußern. Aber dem Zertrümmerungsprozeß muß langsam wieder eine Aufbauphase folgen. Auch die krampfhaften Versuche, dauernd neue Kunstrichtungen zu propagieren, müssen sich totlaufen. Das zeigt sich heute schon bei der Dokumenta. Alle vier Jahre kann und sollte sich die Kunstwelt nicht grundlegend ändern.

Und nun zur Informationsverarbeitung. "Kunst aus dem Computer", "Computer-Grafik" und ähnliches sind neue Schlagworte.

Die ersten Pioniere der Datenverarbeitung haben wohl kaum daran gedacht, ihre Computer oder deren Weiterentwicklungen einmal auf das Gebiet der Kunst anzuwenden. "Das lag nicht im Sinne des Erfinders", wie man so schön sagt. Die Sache fing damit an, daß man versuchte, musikalische Kompositionen aufzubauen. Kaum irgendwo anders trifft die Voraussage Spenglers, daß in unserer Zeit die schöpferische Seele durch den Geist der Statistik abgelöst wird, so gut zu wie hier. Was tat man? Versuchte man die schöpferischen Prozesse im Gehirn eines Mozart oder Beethoven tatsächlich zu simulieren? Nein. Man betrieb Statistik. Man untersuchte Dutzende oder Hunderte ähnlich

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

aufgebauter, schon vorhandener Kompositionen und ermittelte die Wahrscheinlichkeiten der Aufeinanderfolge von verschiedenen Noten. Dann errechnete man mit diesen Wahrscheinlichkeitswerten unter Benutzung von Zufallszahlen neue Kompositionen. Selbstverständlich mußten diese eine gewisse Ähnlichkeit mit den der Statistik zu Grunde liegenden Kompositionen haben.

Das war der Anfang. Heute ist man wesentlich weiter. Neben der reinen Statistik versucht man auch schon mit mehr oder weniger Erfolg, die Gesetze des Kontrapunktes und der Harmonie zu programmieren. Man begnügt sich auch nicht mehr mit dem Aneinandersetzen reiner, unmodulierter Töne, sondern untersucht die Klangbilder der verschiedenen Instrumente und kann dann nicht nur diese simulieren, sondern auch neue Klangfarben nicht vorhandener Instrumente herstellen. Das Ganze läuft dann unter dem Namen "kybernetische Musik" oder dergleichen. Das äußere Bild solcher Kompositionen ist aber keineswegs charakteristisch für die hier vorliegenden Möglichkeiten. Das maschinenartige Gheul und Geschnarre, was uns da manchmal vorgesetzt wird, ist nicht typisch kybernetisch, sondern lediglich ein Ausdruck unseres verarmten Gefühls. Mit Hilfe der modernen Methoden ist es im Prinzip ebenso möglich, Werke im Stil von Mozart mit allen Feinheiten zu komponieren. Dergleichen Kompositionen, die keine Nervenbeanspruchung, sondern einen Genuß darstellen, kann man tatsächlich auch schon hier und da hören.

Die Versuche, Ähnliches auf dem Gebiete der Grafik zu tun, begannen etwas später. Das liegt einmal daran, daß grafische Gebilde, im Gegensatz zu Musikstücken, zweidimensional sind und ihre Auflösung in einzelne Zeichen und Zeichenfolgen daher

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

wesentlich schwieriger ist; zum anderen wurden technische Darstellungsmittel, wie z. B. automatische Zeichentische erst verhältnismäßig spät entwickelt. Diese sind zwar nicht eine notwendige Voraussetzung für Computer-Grafik, jedoch erleichtern sie die Arbeit erheblich. Allerdings gab es schon vor der Zeit des Computers und der Kybernetik interessante Versuche, mit Analoggeräten Grafiken herzustellen. Heute laufen diese auch unter dem Zeichen der Kybernetik, obwohl sie damit kaum etwas zu tun haben. Auf Geldscheinen werden derartige Gravuren bereits seit langem angewandt.

Ist es denn aber grundsätzlich überhaupt zu verantworten, Computer in dieser Richtung einzusetzen? Computer mögen das Wetter berechnen, den Verkehr regeln, Akkordlöhne berechnen, Flugplätze reservieren usw., aber sollten sie nicht vor dem heiligen Tempel der Kunst halt machen? Sollten wir im Sinne der Einteilung unseres gesellschaftlichen Lebens in das Reich des Menschen und das Reich der Technik nicht die Kunst eindeutig dem Menschen überlassen, gewissermaßen als Naturschutzpark, in dem die Künstler nach Herzenslust pinseln dürfen, wie es ihnen gefällt?

Zunächst: Ist dieser Tempel der Kunst heute noch ein Heiligtum? Die Ansichten über die zeitgenössische Kunst mögen noch so verschieden sein, ~~aber~~ von Gefühlen ehrfürchtiger Andacht wird man durch sie kaum überwältigt werden.

Man kann sogar sagen, daß die moderne Kunst sich schon durchaus in Richtung Mechanisierung und Automatisierung bewegt. Besonders charakteristisch ist hierfür vielleicht Vasarely, aber auch viele

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

andere. Also, wenn man sowieso schon diesen Weg geht, dann kann man es doch auch richtig machen und gleich den Computer zu Hilfe nehmen.

Außerdem ist ja der Einsatz rechnerischer und mathematischer Mittel in der Kunst nicht völlig neu. Gerade unsere abendländische Malerei entwickelte als eines ihrer stärksten Charakteristika die Perspektive als rein geometrische Konstruktion. Also bitte, keine Angst vor dem Computer.

Für den Begriff "Computer-Grafik" sind zwei grundsätzlich verschiedene Auffassungen möglich:

1. Die künstlerische und ästhetische Komposition selbst wird mit Hilfe des Computers errechnet.

2. Der Computer dient nur als Hilfsmittel und neues Werkzeug für den entwerfenden Künstler.

Die erste Auffassung setzt voraus, daß sich die Gesetze der Ästhetik bis zu einem gewissen Grade mathematisieren lassen. Rein statistische Methoden genügen hier nicht. In dieser Richtung arbeitet vor allem Max Bense. Das Gebiet ist schwierig und umstritten. Von informationstheoretischen Begriffen wird reichlich, manchmal vielleicht zu reichlich Gebrauch gemacht. Diese "Informationsästhetik" arbeitet mit Begriffen wie "ästhetische Redundanz", "Auffälligkeitswerte", "Überraschungswert", "Originalität", "Banalität" usw. Eine gute Übersicht gibt z. B. das Buch "Kunst und Kybernetik".
Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind nicht immer überzeugend; jedoch muß man bedenken, daß wir hier noch am Anfang neuer Möglichkeiten stehen. Man hat allerdings manchmal den Eindruck, daß die Vertreter dieser Richtung etwas in höheren Sphären

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

schweben, die dem normalen Menschen nicht mehr zugänglich sind. Vielleicht braucht man eines Tages, um Computerkunst zu verstehen, wiederum den Computer als "Kunstkonsumenten". (Der Ausdruck "Kunstbetrachter" ist wohl nicht wissenschaftlich exakt genug.) "Rezipient"

Die zweite Auffassung von Computer-Grafik ist weniger problematisch und entspricht dem modernen Standpunkt eines guten Zusammenspiels zwischen Mensch und Maschine. Eine solche Computer-Grafik entstand zunächst ohne künstlerische Absichten durch das Bestreben, über zeichnerische Darstellungen mit dem Computer zu verkehren. Die schon erwähnten Sichtgeräte erlauben das Anzeigen von grafischen Darstellungen verschiedenster Art auf einem Schirm. Mit Hilfe des Lichtgriffels ist es dem Benutzer der Gerätes möglich, bestimmte Stellen dieser von dem Computer errechneten und projizierten Zeichnung zu markieren und auf diese Weise die Zeichnung zu ändern, zu ergänzen und überhaupt aufzubauen. Diese Technik hat sich zur "computerunterstützten Konstruktion" (computer aided design) weiterentwickelt und wird heute bereits praktisch von Architekten und Ingenieuren eingesetzt. Die Möglichkeiten, die sich hier dem Konstrukteur bieten, sind geradezu traumhaft. Es ist durchaus denkbar, daß sich hieraus eine völlig neue Technik des Konstruierens überhaupt entwickelt.

Diese Verfahren lassen sich selbstverständlich auch auf die Konstruktion von zwei- und dreidimensionalen Kunstwerken anwenden. Eine mathematische Analyse der ästhetischen Gesetze ist dabei nicht nötig. Dies bleibt völlig dem Künstler überlassen. Ein anschauliches Anwendungsbeispiel mag dies zeigen.

Der Künstler möchte einen Teppich entwerfen und geht dabei von der Idee des Teppichs der fal lenden Blätter aus. Er entwirft

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

zunächst gewisse Grundformen, z. B. stilisierte Ahornblätter, und gibt dem Computer ein Variationsprogramm, um diese Grundformen durch Zufallszahlen abzuwandeln. Er kann dann noch das gesamte Feld in Gebiete verschiedener Wahrscheinlichkeit einteilen, z. B. so, daß am Rand die Blätter dichter liegen sollen, als in der Mitte. Er läßt dann den Computer anhand dieses Programms mit Hilfe von Zufallszahlen die Verteilung der Blätter vornehmen. Den Verlauf der Rechnung kann der Künstler verfolgen und mit Hilfe von Änderungsprogrammen eingreifen.

Der so hergestellte Entwurf kann zunächst auf einem Sichtgerät angezeigt ~~werden~~ und dann auf einem automatischen Zeichengerät herausgezeichnet werden. Von diesem im Computer zahlenmäßig gespeicherten Entwurf aus können dann auch gleichzeitig weitere technische Prozesse, z. B. der Teppichherstellung, gesteuert werden. (Steuerung der Kartenschlagmaschine oder direkte Webstuhlsteuerung.)

Der Künstler bleibt bei diesem Prozeß voll eingeschaltet, und der Mensch bleibt das Maß aller Dinge.

Könnte diese "Computer Art" nun eine neue Kunstrichtung sein? Vielleicht. Jedenfalls birgt sie die Möglichkeit für viele Kunstrichtungen in sich und wird in Zukunft zweifelsohne Bedeutung erlangen.

Allerdings sind diese Verfahren heute noch sehr teuer. Im allgemeinen wird ein einzelner Künstler sich diese Mittel nicht leisten können, selbst wenn er nur mietweise an ein großes Gerät angeschlossen ist. Außerdem fehlt es heute noch an dem nötigen Interesse, um die Finanzierung solcher Arbeiten zu

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

erleichtern. Das ist auch der Grund, warum diese Entwicklungen etwas langsam vorangehen und seitens der Industrie etwas von oben herab als Spielerei betrachtet werden. Außerdem fehlen wohl noch die Kräfte, die einerseits die nötigen künstlerischen Voraussetzungen erfüllen, andererseits genügend von Programmierung verstehen und darüber hinaus noch genügend Zeit für diese Dinge haben. Die einschlägige Industrie ist vollgestopft mit wichtigsten Programmierungsarbeiten auf anderen Gebieten; aber all' das kann sich ja ändern.

W. A.

Das Interesse an diesen Dingen scheint jedenfalls sehr lebhaft zu sein. Das zeigte die Tagung "Der Computer in der Universität" - Computer und bildende Kunst - MIT - TUB in Berlin. Durch das Verhalten einer gewissen Gruppe Berliner Studenten bekam die Diskussion allerdings eine unsachliche Richtung. Man warf den Vortragenden vor, daß nunmehr durch Computer auf dem Wege über Computer-Grafik die öffentliche Meinung manipuliert werden solle. Dies betrifft den pragmatischen Aspekt der Informationsverarbeitung und auch der Kunst. Gebrauchsgrafik ist von jeher ihrer Bestimmung nach pragmatischer Natur. Das hat nichts mit Computern zu tun!.

Ein Blick in die fernere Zukunft.

W. A.

Es ist auf jeden Fall gewagt, einen solchen Blick zu versuchen. Immerhin bewegt man sich in solchen Zeiträumen, daß man für seine Voraussagen nicht mehr zur Rechenschaft gezogen werden kann. Das Gebiet ist auch durch phantastische Zukunftsromane in Mißkredit gekommen; aber vielleicht sollte man gerade deswegen versuchen, in etwas sinnvollerer Weise zukünftige Entwicklungen aufzuzeigen. Nur um Tendenzen kann es sich handeln, einigermaßen genaue Voraussagen sind sinnlos und nur Spielerei.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Kommen wir wieder auf Spengler zurück; aber nicht auf den Titel seines Hauptwerkes "Untergang des Abendlandes", sondern zu seinen eigentlichen Gedanken. Unbestreitbar ist wohl seine Feststellung, daß wir nach einer Entwicklung unseres Kulturkreises von der Gotik über das Barock uns jetzt in einer Übergangsperiode befinden. Diese Übergangsperiode geht uns heutige Menschen unmittelbar an und kann in ihren einzelnen Phasen sehr wohl verfolgt werden, auch was die Entwicklungstendenzen anbetrifft. In diesem Buch habe ich versucht, diesen Gedanken als Leitstern zu verwenden, da er meiner Meinung nach die besten Einblicke in die Probleme der Gegenwart und der unmittelbaren Zukunft gibt.

Was kommt nun nach dieser Übergangsperiode? Spengler selbst spricht vom "Cäsarismus". Gegen dieses Wort empfindet unsere Zeit eine ausgesprochene Abneigung. Im Westen sieht man darin die Verkörperung der Diktatur, im Osten die Verkörperung des Imperialismus. Dabei stimmt beides nicht. Man müßte wohl eine genaue Analyse nicht nur des antiken Kulturkreises, von dem dieses unselige Wort stammt, sondern den anderen Kulturkreisen entsprechende Perioden durchführen, z. B. des neuen Reiches in Ägypten, der großen Zeit der arabischen Zivlisation zur Zeit des , der Jahrtausende währenden Zivilisation des chinesischen Kulturkreises, der hochzivilisierten mittelamerikanischen Kulturen usw. Von Geschichtsforschern werden diese Perioden keineswegs als "Untergang", sondern im Gegenteil als ausgesprochene Blüteperioden bezeichnet. Wir, die wir selbst die Angehörigen einer Spätzeit sind, sind kaum noch in der Lage, nachzufühlen, warum noch Spengler die hinter uns liegende Periode unseres Kulturkreises als "Hochkultur" bezeichnete. Die 50 Jahre von 1910 bis 1960 haben wohl schon den entscheidenden Umschwung in der Geisteshaltung gebracht. Es liegt eine große Kultur hinter

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

uns, auf die wir mit Recht stolz sein können; aber es liegen mindestens ebenso gewaltige Aufgaben vor uns. Es ist sicher richtig, wenn wir heutigen Menschen es instinktiv ablehnen, Angehörige einer Periode des Untergangs zu sein. Also, was soll dann überhaupt die Bezugnahme auf Spengler?

Eben gerade das ist das Falsche, daß wir aufgrund eines unglücklichen gewählten reißerischen Titels alle die kostbaren und wertvollen Gedanken mit in den Müllkasten werfen, die uns so entscheidend beim Verständnis unserer Zeit und unserer Zukunft weiterhelfen können. Zieht man aus Spenglers "Morphologie der Weltgeschichte" die Konsequenzen für die Zukunft des Erdballs und nicht nur des Erdballs, so sind diese so gigantisch und ungeheuer, daß die Menschen späterer Perioden vielleicht nur kopfschüttelnd feststellen können, daß vor dieser "neuen Zeit" auch noch etwas da war, was geschichtlich erwähnenswert ist. Rein ausdehnungsmäßig und quantitativ übersteigt unsere Zivilisation heute schon alles vorher Dagewesene.

Vielleicht kann man dann einmal sagen, daß die Entwicklung von der Gotik zum Barock nur die Wurzel des gigantischen Baumes war, den wir Faustische Zivilisation nennen können.

W. A.

Diese Gedanken hat Spengler selbst allerdings nicht ausgesprochen. Diese Perspektive ist auch nich die einzig mögliche. Chaos und tatsächlicher Untergang der europäischen Staaten liegen ebenso im Bereich der Möglichkeiten. Die technischen Möglichkeiten hierfür hat der Faustische Geist ja selbst geschaffen. So liegen noch im zeitlichen Schoße die schwarzen und die heiteren Lose.

Warum auf einmal Schiller?

Es ist wenig wahrscheinlich, daß die endgültigen Machtgruppierungen unter den Schlagworten stattfinden werden, die heute die Welt in

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

ein westliches und ein östliches Lager teilen, nämlich Kapitalismus und Sozialismus. Die Krise in der CSSR und ihre zunächst gewaltsame Lösung durch die Russen hat schon gezeigt, daß plötzlich kommunistische Staaten zu gehätschelten lieben Kindern des Westens werden können. Ein paar Reformer, etwas Widerstand gegen Moskau, und ein sozialistischer Staat erscheint auch aus westlicher Perspektive erträglich. Was z. B. wenn in diesen östlichen Ländern eines Tages auch Leute mit Humor an die Regierung kommen?

Werden wir einen kybernetischen Staat haben? Vielleicht. Vielleicht heißt er aber auch anders und verwendet nur kybernetische Gedanken. Vielleicht gewinnen auch noch weitere Thesen an Bedeutung. Die Idee der Freiheit wird einen Kompromiß mit der Notwendigkeit kschließen müssen, den ganzen Erdball unter scharfer Kontrolle zu halten. Technisch gesehen, werden wir vielleicht umfassende Registersysteme haben, die den Aufenthalt jedes Menschen laufend erfassen, was von diesem jedoch kaum bemerkt und auch nicht als lästig empfunden werden wird. Die Menschen der Zukunft werden in diesem Punkt eine ganz andere Einstellung haben.

Werden wir im Laufe der kommenden Jahrhunderte einen Konfuzius oder Mohammed erleben? Vielleicht. Auch ob diese als Gründer einer neuen Religion auftreten, kann noch nicht vorausgesagt werden. Nach Spengler sind nur die Menschen einer Frühzeit (Gotik) und allenfalls einer Reifezeit (Barock) fähig, echt religiös zu empfinden. Die Menschen der Spätzeit sind irreligiöse Verstandesmenschen. Andererseits bereitet sich der Boden für eine "zweite Religiosität" vor, diese ist unschöpferisch und primitiv.

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Ich erinnere dabei an das schon Gesagte: In unserem Zeitalter ist der ~~echte~~ vielleicht echte Russe der einzige, der zu schöpferisch tief religiösem Denken fähig ist. Wie wird sich das auswirken? Wie ist der Verlauf der von Spengler so glänzend gezeichneten Pseudomorphose im einzelnen? Werden weiterhin die Ideen der Faustischen Zivilisation die russische Seele in eine ihr ~~an sich~~ fremde Richtung zwängen können? Ist diese Richtung der Faustischen Zivilisation aber der russischen Seele wirklich so fremd? Waren es nicht gerade die Russen, die zuerst den Traum der Faustischen Seele von der Weltraumfahrt energisch in Angriff nahmen und den müden Faust selbst aufrütteln mußten?

(2) (18)

Werden wir vielleicht nach dem Jahre 2000 Mönchsorden haben, bestehend aus Physikern, Kybernetikern und anderen Wissenschaftlern, die in der Abgeschlossenheit von Klöstern für Geistesarbeiter oder in gigantischen Bezirken des "Reiches der Technik" einer neuen religiös formulierten Weltanschauung leben? Mit einer ~~hohen Präsidentschaft~~ iester der Atomphysiker und der Automatentheoretiker, die ihre eigene Sprache sprechen und zu denen das gewöhnliche Volk aufblickt wie zu überirdischen Wesen?

Wir wissen noch gar nicht, wo die Grenzen unserer Faustischen Technik liegen. Der Erdball ist weitgehend erschlossen. Seine restlose Durchdringung ist nur eine Frage der Zeit, vorausgesetzt, daß der Verlauf der Periode der kämpfenden Staaten dies zuläßt.

Werden unsere Expeditionen innerhalb unseres Planetensystems nur interessante wissenschaftliche Exkursionen bleiben oder kommt es zu einer wirklichen Durchdringung des gesamten Planetensystems unter Ausnutzung aller technischen und biologischen Möglichkeiten?

→ Hermann Hesse, Glasperlenspiel

- 297 -

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Werden unsere Nachkommen als "biologische Ingenieure" es schaffen, die Pflanzenwelt, die Tierwelt und den Menschen so umzugestalten, daß Leben auch auf den anderen Planeten in größerem Stil möglich ist? Ich meine, nur diese Aussicht kann uns den Mut und den nötigen seelischen Halt geben, um zielbewußt und voller Kraft alle Möglichkeiten unserer Technik und Wissenschaft zu entwickeln.

Und warum halt machen bei unserem unscheinbaren, kleinen Planetensystem? Schon längst hat unser Forschergeist mit seinen Fernrohren den Gesichtskreis erweitert. Unsere Sonne ist nur ein unscheinbares Pünktchen innerhalb einer Galaxie. Und nicht einmal diese Galaxie mit ihren 300 Milliarden Sonnen steht allein. Auch sie ist wieder nur ein unscheinbares Fleckchen neben Milliarden anderer Galaxien.

Ist dieser Gedanke, über unser Planetensystem hinaus in andere Gebiete unserer Galaxie zu dringen, technisch absurd? Das glaube ich nicht. Er ist auch schon verschiedentlich diskutiert worden, nur verbieten die Tagesprobleme die ernsthafte Verfolgung dieses Gedankens. Der bekannte, inzwischen verstorbene Raketenforscher Sänger hat die Idee der Photonenrakete entwickelt, mit der es seiner Meinung nach möglich wäre, so hohe Geschwindigkeiten zu erreichen, daß innerhalb der Lebenszeit eines Menschen andere Sternsysteme erreicht werden könnten. Der Gedanke der Verlängerung der Lebenszeit aufgrund der Relativitätstheorie bei Geschwindigkeiten, die der Lichtgeschwindigkeit nahe kommen, spielt bei dieser Überlegung ebenfalls eine Rolle. Allerdings liegen wohl noch keine gründlichen Untersuchungen vor, woher dann die

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

gewaltigen Energiequellen kommen sollen, welche diese Photonenstrahlen in einer bestimmten Richtung zwingen, ohne die Rakete explodieren zu lassen. Das ganze Projekt von Sänger scheint daher mehr in den Bereich der Phantasie zu gehören.

Aber müssen wir denn unbedingt eine solche Reise während der Lebenszeit eines Menschen durchführen? Die nächsten Fixsterne haben eine Entfernung von 6 - 10 Lichtjahren. Nehmen wir an, daß wir es schaffen, den betreffenden Raketen eine Geschwindigkeit von ein Tausendstel bis ein Hundertstel der Lichtgeschwindigkeit zu geben. Dann dauert die Reise vielleicht einige Tausend Jahre. Jetzt kommt wieder die entscheidende Frage: Müssen wir, um Leben zu anderen Fixsternsystemen zu transportieren, dieses während der ganzen Reise am Leben erhalten? Wenn ja, so wäre eine Möglichkeit diejenige, die ich schon als spielerisches Projekt im ersten Kapitel erwähnt habe: Gigantische Raketensysteme, auf denen Hunderte von Menschen die Reise ins All antreten und sich auf diesen Raketen fortpflanzen. Wahrlich ein reichlich phantastisches Projekt, zu dem die Unbekümmertheit der Jugend gehört, um es nicht sofort beiseite zu legen; aber müssen wir wirklich diesen umständlichen Weg gehen? Zeichnen sich nicht schon andere Möglichkeiten ab? Zum Beispiel das Einfrieren von Menschen? Zumindest können die Keimzellen auf diese Weise lange erhalten bleiben. Wer aber garantiert denn, daß diese nach tausend Jahren irgendwo in mehreren Lichtjahren Entfernung erwachenden Wesen wirklich eine Seele haben? Werden wir auf diese Fragen eine Antwort finden, bevor sie vielleicht im nächsten Jahrhundert aktuell sind?

Wie ist es z. B. mit dem Gedanken der künstlichen Verlangsamung der Lebensfunktionen und des Bewußtseins? In jeder Sekunde laufen

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

10^{23} Elementarzeiten des physikalischen Geschehens ab. Unser Bewußtsein kann also sowieso schon nur ungeheuer langsame Vorgänge erfassen. Was kommt es da auf ein paar Zehnerpotenzen mehr an?

Wie dem auch sei. Zur Lösung dieser Probleme stehen uns ja auch noch einige hundert oder gar tausend Jahre zur Verfügung.

Auch diese Perspektiven entspringen ~~aus~~ der konsequenten Analyse einer Morphologie der Weltgeschichte. Vielleicht besteht die Rettung des Abendlandes vor dem Untergang gerade darin, daß diese Perspektiven möglich sind und die Basis für die beherrschende Stellung abendländischer Gedanken bilden.

Wird nach dem Jahre 2000 jemand kommen und den Menschen sagen: "Ungeheuer groß ist die Redundanz des Kosmos. In seinen Weiten haben sich Galaxien mit Sonnen und Planeten gebildet; aber nur ~~auf~~ ganz wenigen dieser Planeten weisen so außergewöhnlich günstige Bedingungen auf, daß sich Leben entfalten konnte. Dieses Leben brauchte Milliarden Jahre, um sich über Pflanzen und Tiere zum Menschen zu entwickeln. In mehreren Kulturkreisen machte die Natur den Ansatz, Lebensformen für eine bleibende Zivilisation zu schaffen; aber erst im abendländischen Kulturkreis lagen die Voraussetzungen für solche Mutationen vor, die geeignet sind, von dieser kleinen Erde aus den Kosmos zu erobern. Wir Menschen der Erde sind dazu ausersehen, dieses Werk zu vollbringen. Nach mehreren Milliarden Jahren einer Geschichte des Kosmos, nach Durchspielung verschiedenster Variationen organischer Lebensformen, nach Ablauf verschiedener Formen der Hochkulturen ist es jetzt

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

so weit, daß die Periode zufälliger Mutationen und des Zufallsspiels mit den Genkombinationen abgelöst werden kann durch eine Zeit wohldurchdachter technischer und biologischer Konstruktionen. Entfalten wir also alle Kräfte und dienen wir nur dieser Idee."

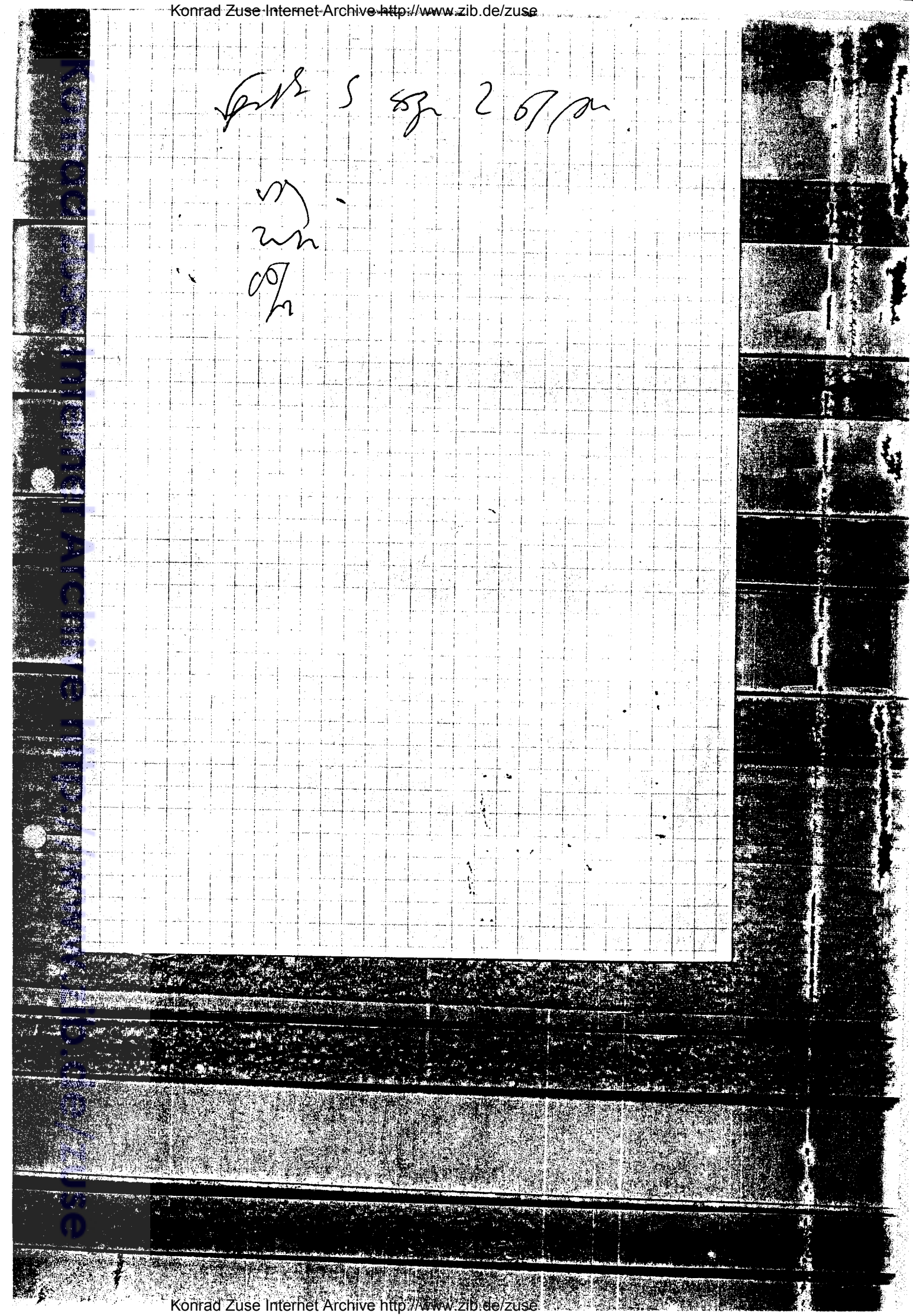
Wird Faust selbst noch die Kraft haben, diesen Weg zu gehen? Oder liegt er am Ende der kämpfenden Staaten ermattet und zertrümmert am Boden? Bleibt er Herr der Entwicklung oder werden seine Schüler ihn überflügeln? Wie verläuft die russische Pseudomorphose angesichts dieser Entwicklung?

Und die Gegenfrage: Ist es für einen verantwortungsbewußten Wissenschaftler und Ingenieur überhaupt möglich, ohne solche Perspektiven weiter an der Entwicklung unserer Technik und Wissenschaft zu arbeiten?

Und sind nicht gerade diese Gedanken für uns der einzige Trost und die einzige Hoffnung, daß trotz der aufs Äußerste angespannten Situation unseres Erdballs eine Lösung möglich erscheint, die allen Bewohnern des Erdballs eine Aufgabe gibt, an der zu arbeiten es sich lohnt?

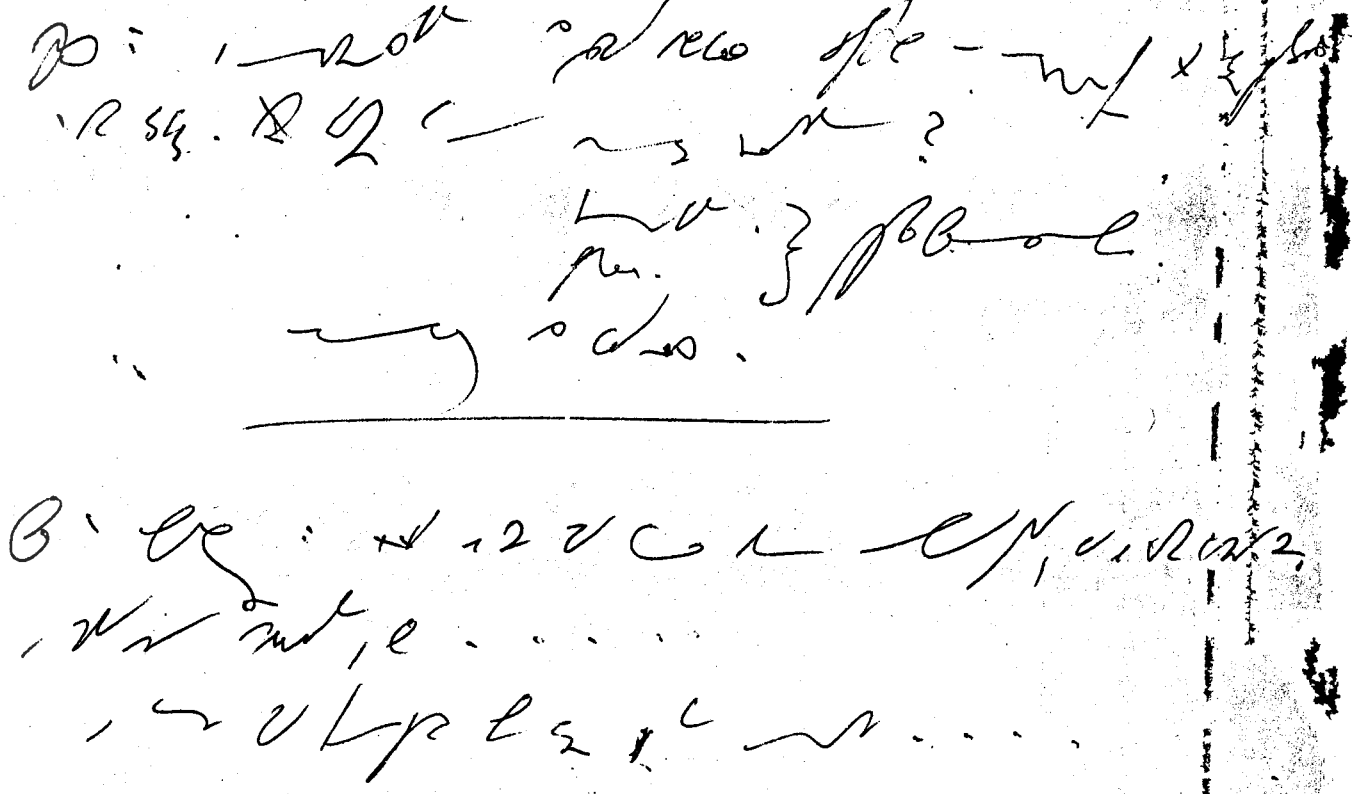
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

FTZ Hoch [illegible] : [illegible] 83-3819

1) Shannon Claude „A symbolic analysis of switching and relais circuits"
aus: Transactions of the American Institute of Electrical Engineers
Jahrg. 57 / 1938
Supplement S. 713-723
(Zb 1109 [illegible] Dmst)

2) Frege, Gottlob „[illegible]"
[illegible]
[illegible] 1961 [illegible] Olms H'heim
(sign. 61 / 4003)

3) Piesch, Hansi „[illegible]"
[illegible]
Jahrg. 33 / 1939 #10
S. 672-686
(sign. Zb 425)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Datamatron ca. Sept 1966

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Zu ergänzende Literaturstellen:

Henry Ford, Samual Crauter ? „Mein Leben u. mein Werk" etwa 1925

Sylvio Gesell: "Freiland, Freigeld, Freiwirtschaft" etwa 1900 ± 10

Claude Shannon: Arbeit über Schaltalgebra etwa 1937

Gottlob Frege (Grundlagen der Arithmetik ?, Breslau 1889)

Hansi Piesch: "Begriff der allgemeinen Schaltungstechnik"
Artikel in einer elektrotechnischen Fachzeitschrift etwa 1938

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

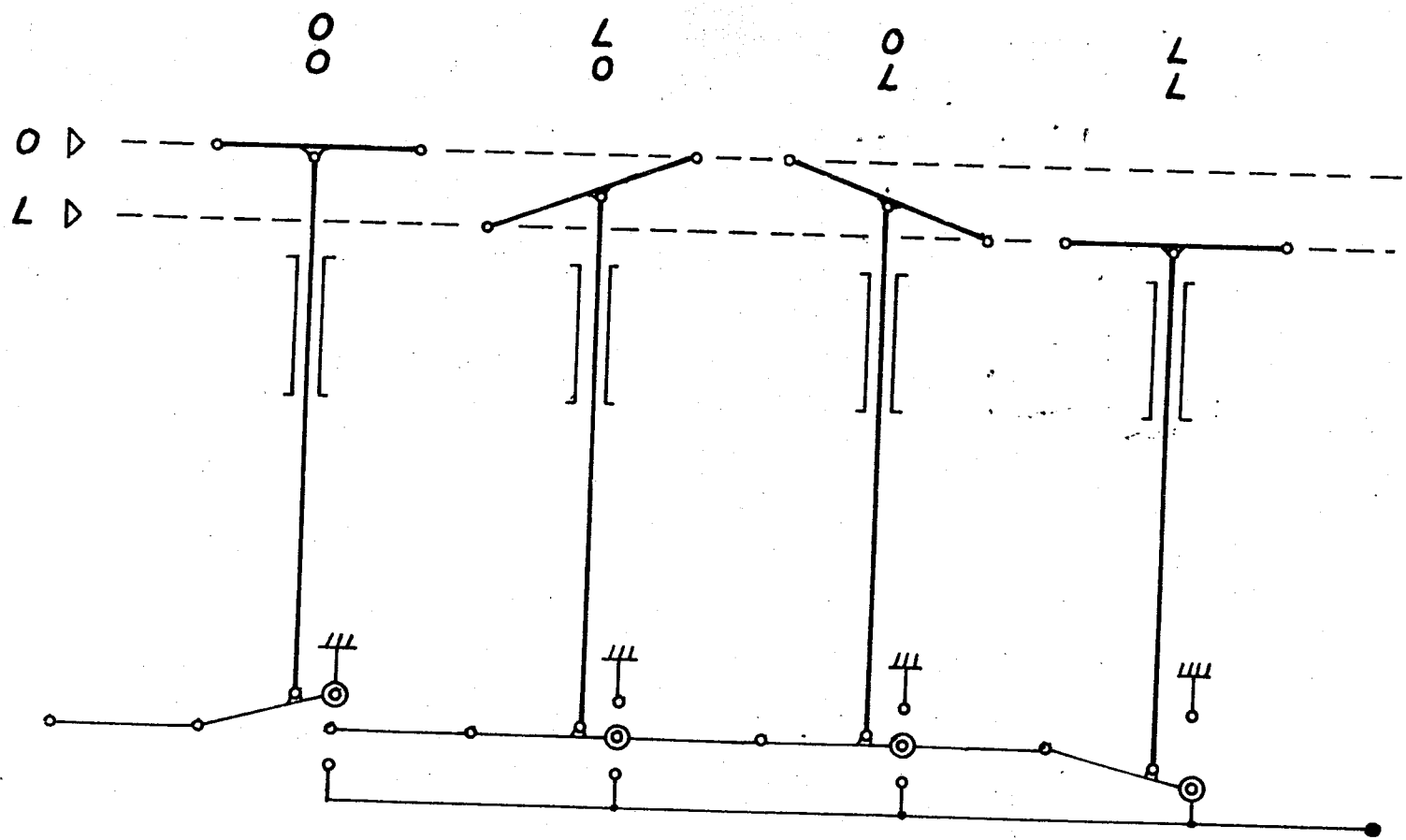


Fig. 15

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse
Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

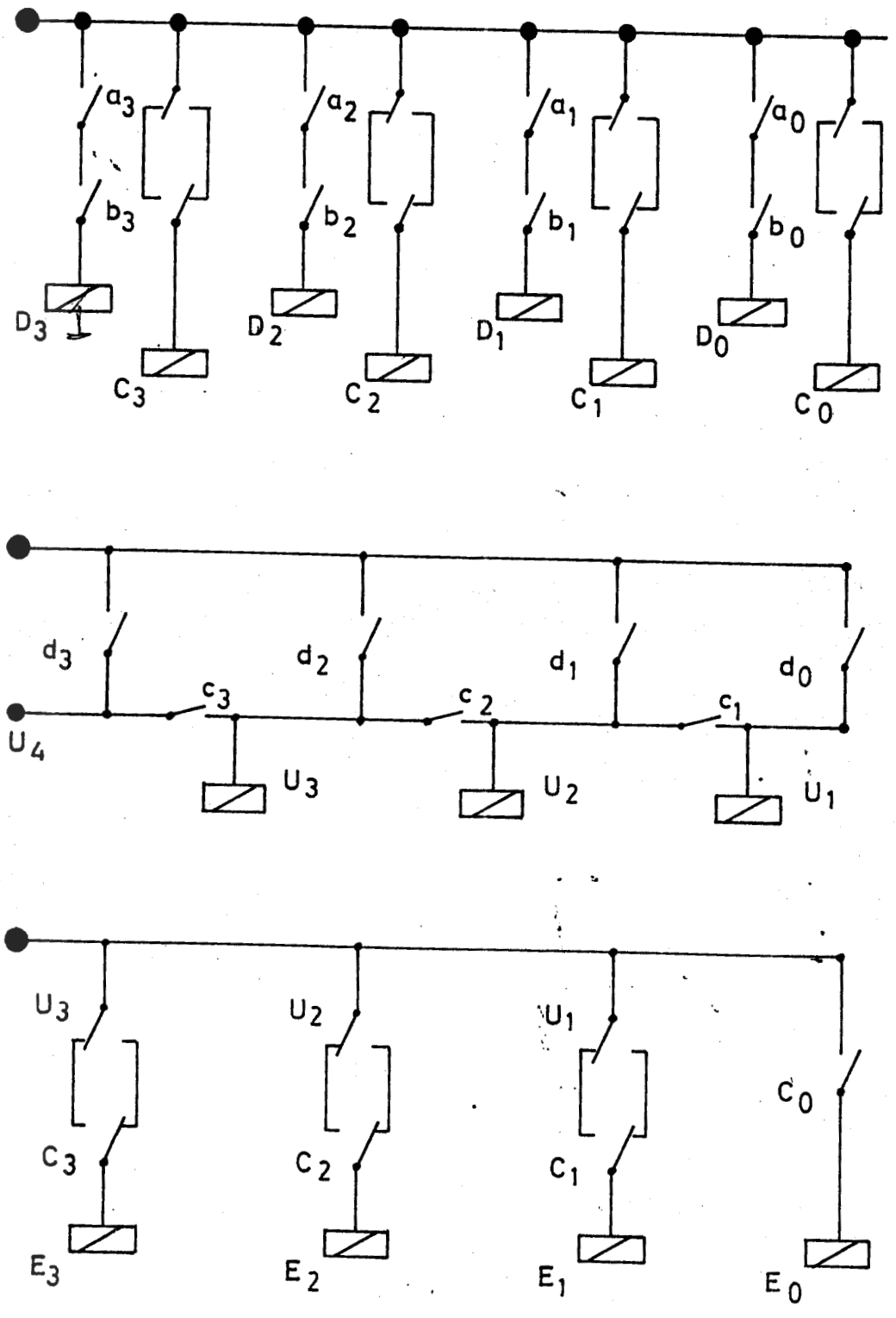


Fig. 16

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

1) Spengler – Tagubee (1), 14, 15, 19 — 24

2) [illegible] (2) (3) 8, 10, 16 — 112 X
CEM = [illegible] 18 — 216

3) Biologie
Bronk (2), 18 — 5235
— 18

4) [illegible] (2) (4), 18 — 181
25

? 5) Konvergenz Theorie (2) ?

6) Soziale Aspekte (2) (3) 7, 8, 8, 10, 11, 18
[illegible] — 259

? 7) [illegible] (3)

8) [illegible] 7, 8, 9, 21 — 115

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

9 Lernen 7 ~ 160

10 Freiheit [illegible] 7, 8, 17, 20 ~ ~~160~~ 2 ~~171~~ ...
~ 74

11 Informationen th. 7, 8, 10, 13, 22
~ 147

12 ~~[illegible]~~ [illegible] 7, 7, 8, 8, 23
[illegible] Faber, ludens, sapiens
~ 159

13 Leibniz 7 ~ 2

14 [illegible] 8, 12, 17, 21 ~ 171

15 [illegible], P.U. 8, 10, 23 ~ 24

16 [illegible] 10 ~ 164

17 Babbage 10 ~ 3

2 18 [illegible] 10

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

19	[illegible] 1910	10	[illegible] 4
20	Futurologs [illegible]	10, 14, 15, 24	[illegible] 111
20	[illegible]		
21	[illegible]	10	[illegible] 23 29
22	[illegible]	10	[illegible] 299
23	[illegible]	11	[illegible] 238 ?
24	[illegible]	11	[illegible] 248
25	Sturm [illegible] 1923	14	[illegible] 42

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Fleckthei[illegible]: [illegible]

(1) [illegible] + Toyubee [illegible] 1

Buchholz „[illegible]"

(2) [illegible] 2

[illegible] 2

[illegible] 2

[illegible] 2

[illegible] 3

[illegible] 6

[illegible] 5

[illegible] 4

Müller: „[illegible]"

(3) [illegible] 6

[illegible] 2

[illegible] 7

Brandt: „[illegible]":

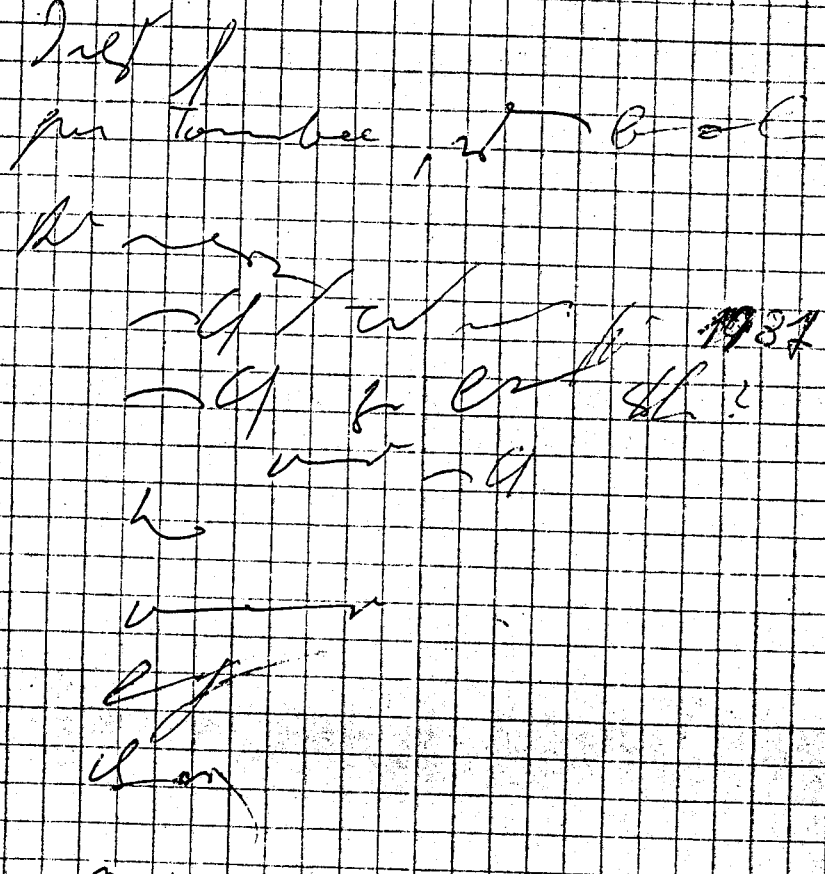
(4) [illegible] 4

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

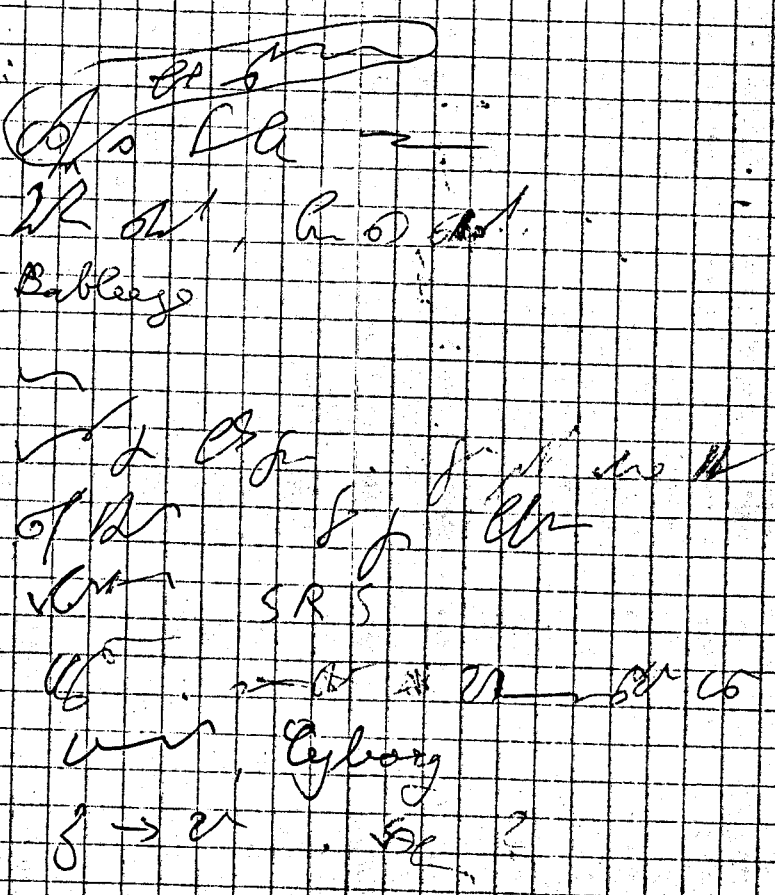
Kalin, Viener

5



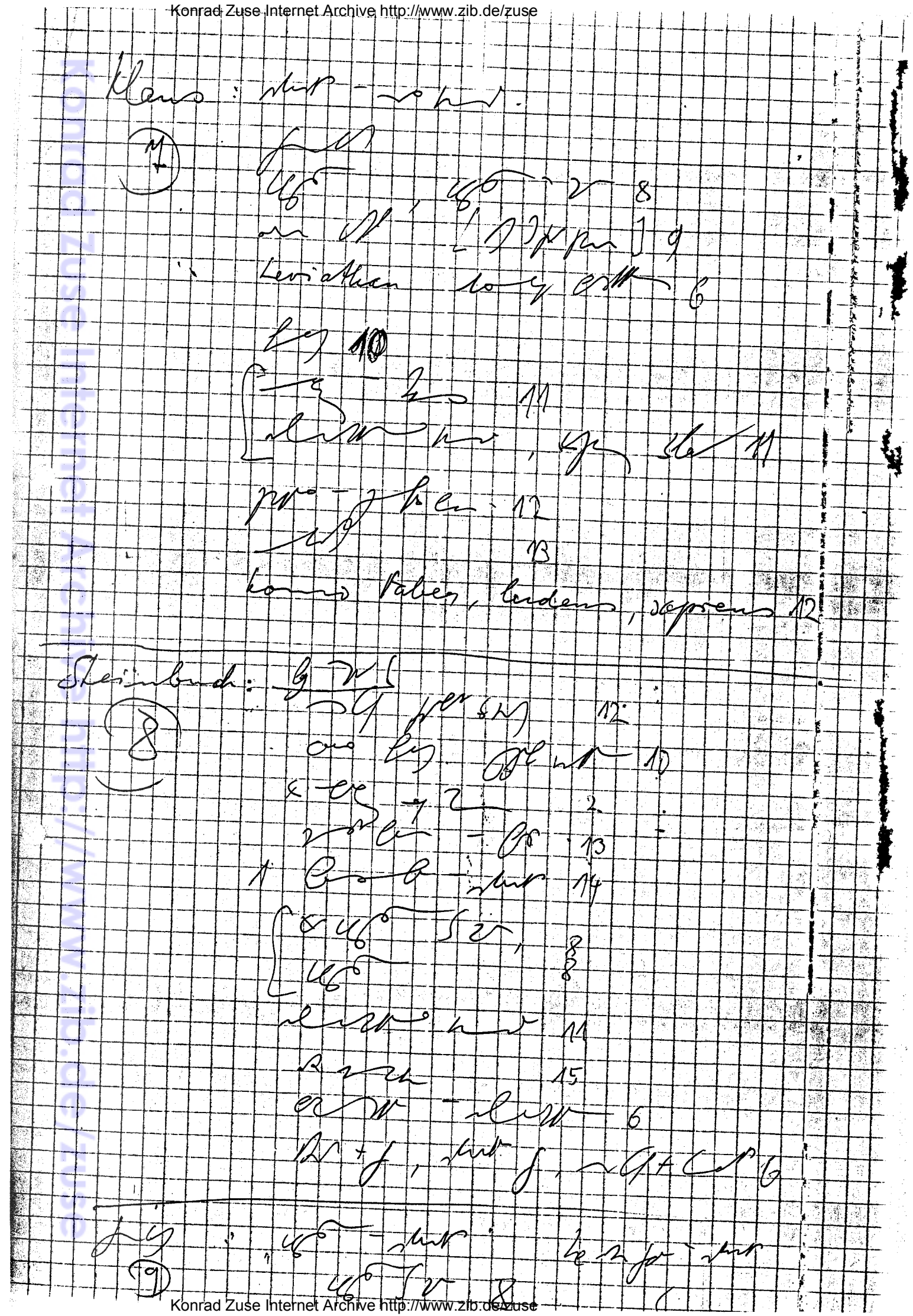
Clarke:

6



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Steinbuch: [illegible]

(10) [illegible] 16

[illegible] 6

[illegible] 11

Babbage 17

[illegible] 18

[illegible] 1910 ? 19

P. U. [illegible] 15

[illegible] 20

[illegible] 2

[illegible] 21

Gabor. [illegible] 6

[illegible] 22

Helmer [illegible]

(11) [illegible] 23

[illegible] 24

[illegible] 6

Frank: [illegible]

(12) [illegible] 14

V. Wiener: Cybernetics

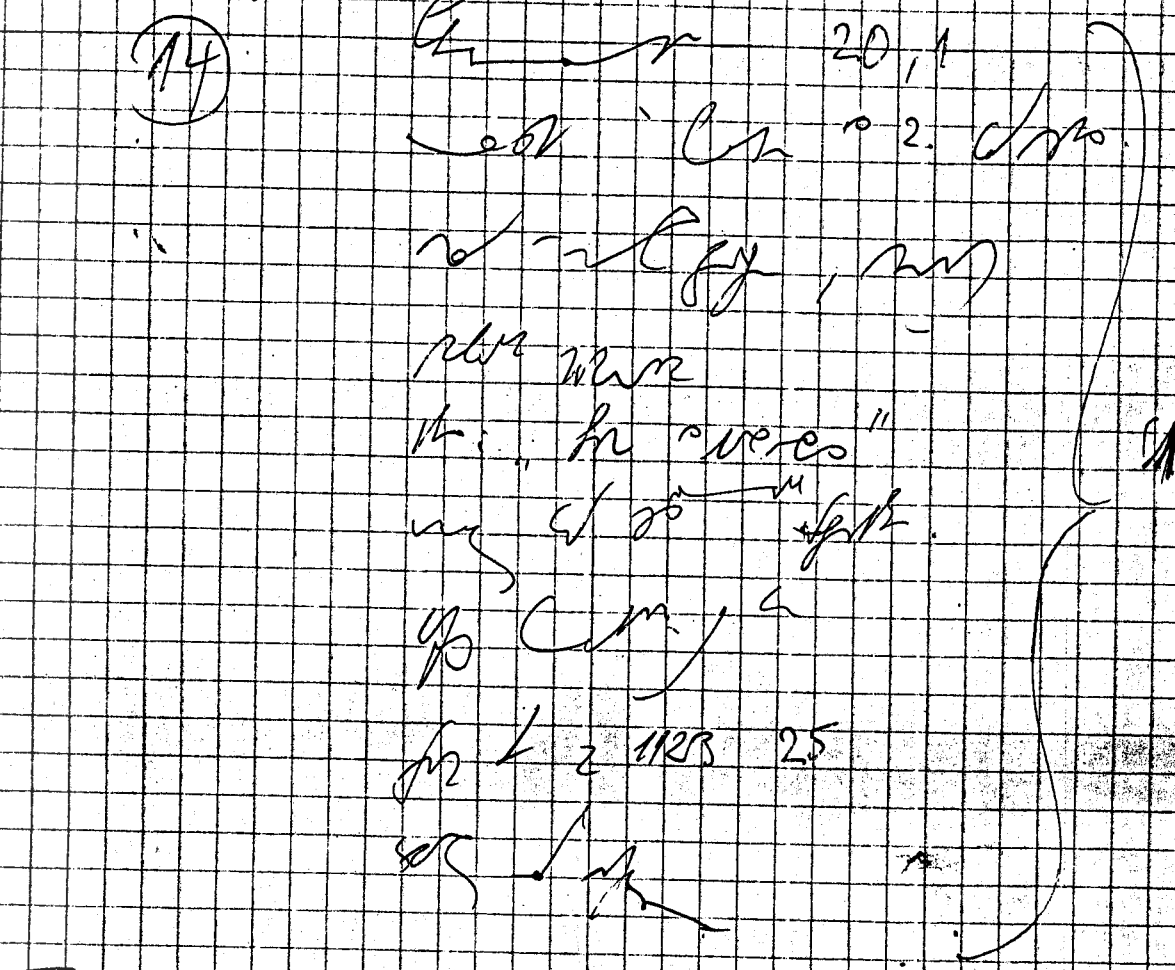
(13) [illegible] 11

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

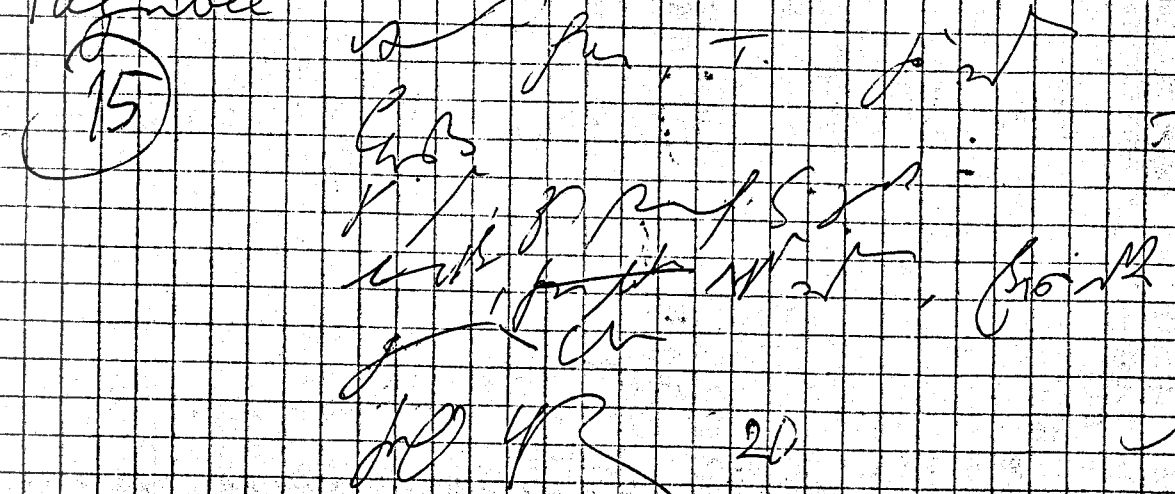
Koklamek:

(14)



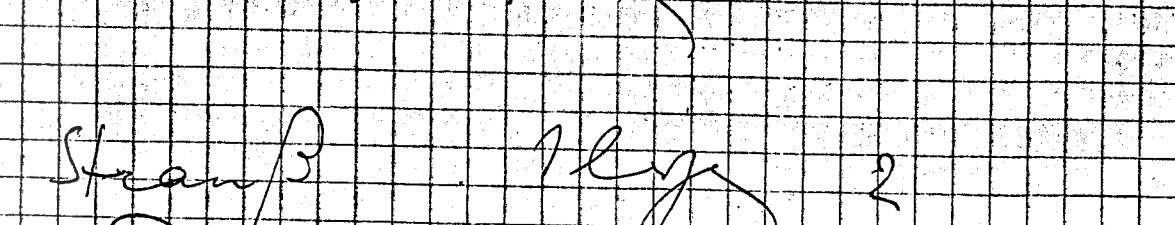
Tagebuch

(15)



Stramb

(16)



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Mörz: Diamat.

(17) „[illegible]" 10, 14

[illegible]

„[illegible]"

(18) [illegible]

CERN = [illegible] 2

[illegible] 3

[illegible] 6

Sorokin: [illegible]

(19) [illegible] T.

[illegible] (Schubart) 1

T.

Schopenhauer:

(20) [illegible] 10

Schrödinger: [illegible] „[illegible]"

(21) [illegible] 14, 8

Frank. [illegible] 11

(22) [illegible]

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

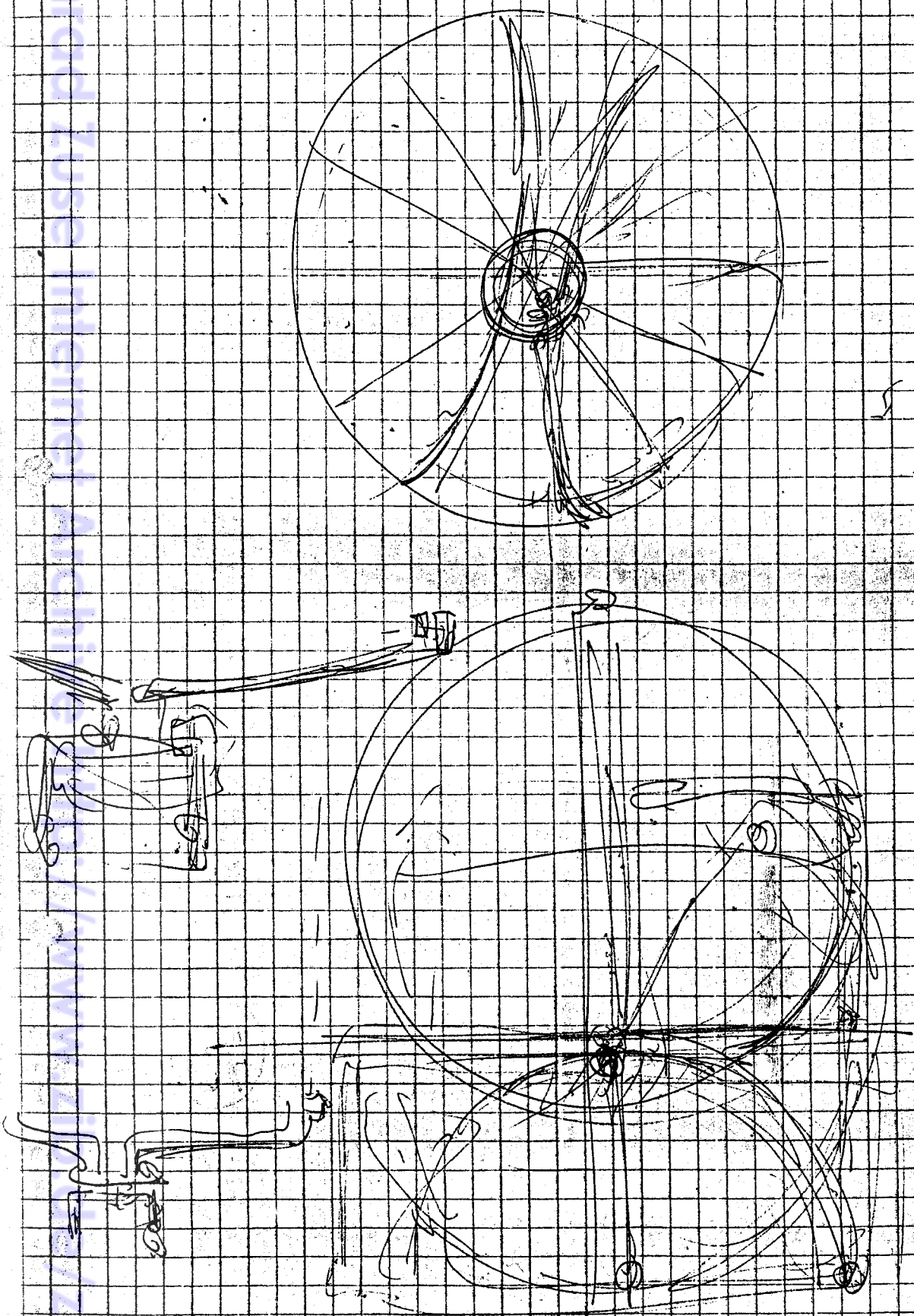
(23)

(24)

(25)

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

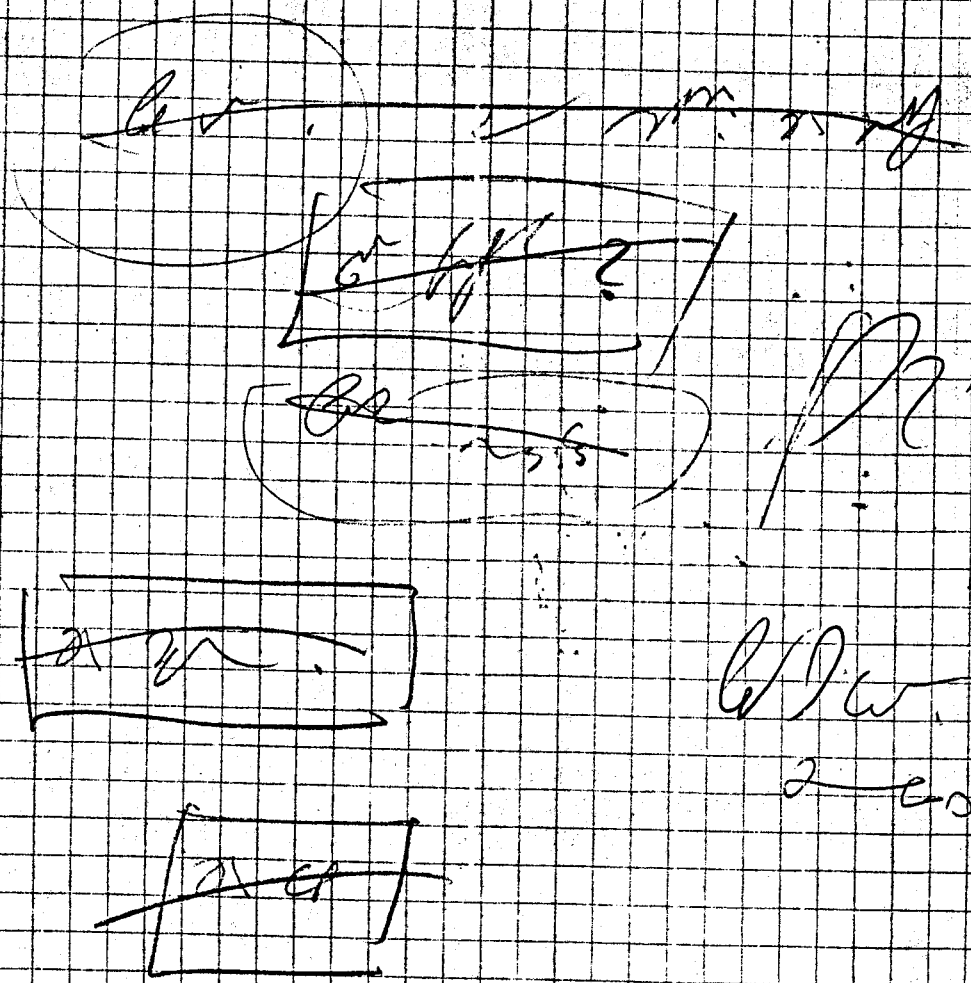


Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse

(4) 2, 13, 14, 15, 17, 17, 18, 18, 18, 19, 19, 20, 34
39, 49, 49, 57, 71, 72, 72, 77, 130
181, 182, 188, 189, 189

(B)



Konrad Zuse Internet Archive http://www.zib.de/zuse