



**Evangelische Zentralstelle
für Weltanschauungsfragen**

Information Nr. 43 Stuttgart VIII/1970

Der Mensch und die Denkmaschine Die Kybernetik fordert uns!

von Horst W. Beck

„Suche deinen Partner mit Computer“ – „Die optimale Ehe durch Selektion“ – Ist das nicht faszinierend, durch ein vom Computer diskret und ohne Absender gedrucktes Briefchen mit dem Inhalt: „Herr NN, oder Fräulein XX in YZ ist für Sie der denkbar beste Partner!“ zum „objektiv optimalen“ Ehegefährten zu kommen? Aber was geschieht hier eigentlich? Hat sich da nicht eine Maschine in das unmittelbarste, was zwischen Mensch und Mensch geschieht, eingeschmuggelt? Freilich, wenn der junge Herr seine „Computerdame“ abholt, fährt er vielleicht nach wie vor stolz im Auto vor. Das Auto ist natürlich auch eine Maschine, eine Verkehrsmaschine, die moderne Freizügigkeit ermöglicht. Und doch ist ein himmelweiter Unterschied zwischen „Selektion“ und „Auto“. Das Auto enthebt der Anstrengung der Beine, der Computer der Anstrengung des Kopfes! Und da sitzt die Herausforderung!

Wir wollen es gleich deutlich sagen: seit dem Aufsteigen der Maschine aus der Ebene der Kraft- und Energie-Wandlung (Auto, Werkzeug, Fräsmaschine usw.) in die Ebene des Rechnens, des Kombinierens, des logischen Entscheidens um die Mitte unseres Jahrhunderts verliert der Mensch in immer mehr Lebensbezügen seine Unmittelbarkeit zum Mitmenschen. Auch scheinbar sehr menschliche Entscheidungen werden manipulierbar. Zwischen Mensch und Mensch schiebt sich das unheimliche Ding „Denkautomat“. Der Verkehr mit dem Mitmenschen wird immer mehr technisiert. Das hat seine Folgen bis hinein in die Sprache und andere Kommunikationsbezüge. Auch die Sprachform „Sex“ zum Beispiel gibt sich nicht von ungefähr immer stärker technisch-manipulationsbezogen.

Hinweis: Bei diesem Text handelt es sich um eine für die Bildschirmansicht optimierte Version. Das Ursprungslayout wurde dabei verändert, die Rechtschreibung und die Seitenumbrüche jedoch beibehalten. Die Zitierfähigkeit ist somit gewährleistet.

Kommen wir zurück zu unserem Beispiel „Eheanbahnung durch Computer“! An diesem Beispiel können wir die vierfache Stellung des Menschen zum Automaten verfolgen:

1. der Mensch als Programmierer, als Kybernetes;
2. der Mensch als im Datengefüge eingefangenes Objekt;
3. der Mensch als von der Automatenentscheidung manipuliertes Wesen;
4. der Mensch als kybernetischer Mechaniker.

Der „Programmierer“ – in unserem Fall der Psychologe in Zusammenarbeit mit dem Mathematiker – entwirft das Kombinationsprogramm und legt die Zuordnungskriterien fest (z.B. rote und schwarze Haare passen schlecht zusammen); die „Mitspieler“ – hier die junge Dame und der junge Herr – sind verobjektiviert in einem Fragebogen, aufgelöst in eine Lochkarte. Sie sind somit „nichts als“ manipulierbare Daten. So manipuliert sind sie der vom Automaten produzierten Vorentscheidung ausgeliefert, zumindest von der Automatenwahl fasziniert. Der kybernetische Mechaniker trägt Sorge für die Funktion des Systems. Ähnliche Bezüge könnten wir für jedes Mensch-Maschine-System aufweisen.

Nun stellt sich zwar in jeder der vier skizzierten Rollen das Problem der Freiheit aus unterschiedlichem Gesichtswinkel. Die Grundfrage aber ist in jeder der vier Rollen dieselbe, nämlich: Wie kann der Mensch „Mensch“ bleiben? Wir haben mit der Eheanbahnung nur ein Beispiel gewählt. Der „Partner“ Automat wird sich in immer mehr Lebensfelder vorpirschen. Dies vor allem zunächst in der Arbeits- und Produktionswelt. Dann aber auch beim Lehren und Lernen, beim wirtschaftlichen und politischen Management. Der „Denkautomat“ wird aber mit der Zeit auch in der Privat- und Freizeitphäre seinen Obolus fordern und sei dies nur in der Weise, daß uns unbegrenzte Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten offen stehen. Beispiel: beliebige Programmwahl beim Fernsehen!

Im Sog der schiefen Ebene

Die breite Verunsicherung unserer Tage hat neben viel erörterten geistes- und sozialgeschichtlichen Wurzeln noch einen sehr nüchternen Hintergrund. Er schlägt einerseits durch frappante Erfolge der Technik – etwa die Monderoberung – jedermann in Bann. Andererseits findet er in seiner sozialen und geistigen Bedeutung merkwürdigerweise noch nicht die angemessene Resonanz (Literatur V, 7). Dieser reale Hintergrund ist die früheren Generationen unvorstellbare Dynamik der technischen Entwicklung. Man muß schon ein Bild gebrauchen, um dies deutlich zu machen: Wir befinden uns auf einer schiefen Ebene, wo die Technik-Lawine ins Rollen gekommen ist und sich unaufhaltsam selbst beschleunigt. Zur Kennzeichnung dieser Dynamik könnte man eine Fülle von Fakten anführen. Die „Denkmaschine“ ist dabei besonders aufschlußreich.

Als Leistungsmaß für einen sogenannten Computer kann man grob den Quotienten „Gedächtnisraum/Addierzeit“ benutzen. Diese Leistungszahl hat sich in den letzten zwanzig Jahren rund alle zweieinhalb Jahre verzehnfacht. Extrapoliert man auf dieser Basis nur um ein

Jahrzehnt, kommt man auf phantastische Größenordnungen. Die gegenwärtige Entwicklungsphase der elektronischen Technik lädt nun auch nicht gerade zu einer zu vorsichtigen Prognose ein. Heutige Prognosen sind eher zu konservativ, weil uns schlicht die Vorstellungsmaße fehlen.

Evolutionssprung zur Technik der Technik

Man muß wohl, um unsere Situation treffend einzuschätzen, von einem Evolutionssprung der Technik um die Mitte unseres Jahrhunderts sprechen. Weniger um spektakulärer technischer Erfolge willen, etwa weil der Mensch die Energiepotenzen der Atomkerne und die Schubkräfte für Raumschiffe beherrscht. Sondern vielmehr, weil mit der „denkenden“ Maschine der Mensch herausgefordert ist, im Spiegel des intelligiblen Mechanismus sich neu zu orten.

Daß die angezeigte Evolution sozusagen einen Sprung in die Technik der Technik, einen vertikal und horizontal wirkenden geistigen Umbruch darstellt, sei an folgendem deutlich gemacht: Konrad Zuse, der deutsche Pionier der automatischen Datenverarbeitung, baute um das Jahr 1937 den ersten programmgesteuerten Rechenautomaten. Dies war sein Hobby in der elterlichen Wohnstube. Daß in Deutschland diese epochemachende Erfindung erst über den Umweg über Amerika nach dem Kriege zur Geltung kam, ist das deutlichste Zeichen, daß zuvor die Zeit nicht reif war, die Konsequenzen dieser Erfindung zu begreifen, zumal der Gedanke automatisch gesteuerter Rechenmaschinen schon vereinzelt im 19. Jahrhundert laut wurde (Ch. Babbage, G. Boole, H. Hollerith). Betont werden muß noch besonders, daß die Fertigung programmgesteuerter Rechenanlagen in den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts keinesfalls mit deren technischer Realisierungsmöglichkeit zusammenfällt. Die elektro-mechanischen oder pneumatischen Mittel wären schon Generationen zuvor zur Verfügung gestanden. Der Umbruch um die Mitte unseres Jahrhunderts erweist sich gerade durch diesen Tatbestand als ein vorwiegend geistiger, der nicht aus der Konsequenz des technischen Fortschrittes allein begriffen werden kann. Die Folgen dieses Umbruches reichen auch über den unmittelbaren Einfluß auf Technologie und technische Verwirklichung tief hinein in die Verfahren und Methoden der Forschung und Wissenschaft. Der Computer potenziert nicht nur die wissenschaftlichen Möglichkeiten, sondern prägt rückwirkend einen ganz neuen Wissenschafts- und Denkstil.

Man spricht gegenwärtig von einer Wissensexpllosion. Dafür einige Schlaglichter, die das Bild von der schiefen Ebene erhärten: Wenn man als Maß das produzierte wissenschaftliche Schrifttum nimmt und verfolgt, in welchem Zeitraum es sich verdoppelt hat, dann ergibt sich ganz grob folgende Reihe: Erste Verdoppelung in den Jahren 0-1000, zweite in den Jahren 1000-1500, dritte in den Jahren 1500-1800, vierte in den Jahren 1800-1900, fünfte in den Jahren 1900-1950, sechste in den Jahren 1950-1960, siebte in den Jahren 1960-1966, achte in den Jahren 1966 - ? (Vgl. Lit. V, 7, S. 72). „Automatisch“ werden täglich mittels Teleskop-Computer über tausend neue Sterne entdeckt und wissenschaftlich klassifiziert. Die Wissenskurve scheint sehr rasch ins Unendliche zu streben. Damit wird die Entwicklung unvorstellbar. Das Unvorstellbare aber ist für uns Menschen das große Fragezeichen! Die „schiefe Ebene“ hat apokalyptische Perspektiven!

Künftige Gesellschaften werden durch ein komplexes und feinmaschiges informatives Nervennetz in Gestalt eines nationalen oder weltweiten Verbundsystems von Informationsbanken geprägt sein. Die Informationskonsole wird zu jedem Heim gehören wie heute elektrisches Licht. Starrer Rundfunk und Fernsehprogramme wird man sich nur noch überlegen erinnern, wenn man nach beliebiger Wahl „sein“ Programm genießt. Über die Tele-Nummer ist jeder Mensch an jedem Orte beliebig erreichbar, wenn er nur sein Kommunikationsgeräthchen in der Größe einer Taschenuhr bei sich hat. Die Welt wird sehr klein. Raum und Zeit haben anderen Stellenwert. Bei Kahn/Wiener (vgl. Lit. VI, 3, S. 105) lesen wir: „Wenn es sich zeigt, daß Computer bestimmte charakteristische Fähigkeiten *nicht* nachahmen oder übertreffen können, wäre dies eine der bedeutendsten Entdeckungen des zwanzigsten Jahrhunderts“.

Die Dynamik der Technik hat ihre bleierne Eigengesetzlichkeit. Es bleibt uns nur die Frage, ob und wie wir das uns Aufgenötigte mit dem Verstande und vor allem mit dem Herzen bewältigen.

Der Automat als Denkzeug

Die klassische Kraftmaschine besitzt wenigstens noch etwas Anschauliches: aus dem Bewegen von Hebeln und Rädern, Schaltern und Ventilen konnte man doch meist noch Funktion und Zweck erahnen, ob Motor, Fräse, Werkzeugmaschine oder Lokomotive. Bei allem Respekt vor Leistung und Kraft war man mit der Apparatur noch „vertraut“. Was sich da aber hinter den Fassaden elegant aussehender Blechkästen mit Flimmerlämpchen und Knöpfen tut, verstehen nur noch wenige Spezialisten, und man wird von einem seltsamen Gefühl der Ohnmacht und der kalten Anonymität befallen. Nicht umsonst hat man den Begriff „Schwarzer Kasten“ eingeführt, um unter Ausblendung innerer Funktionen doch die Gesamtfunktion im Kontext der Umwelt erörtern zu können. Heute pflegt man den Begriff „Maschine“ mittels dieses Schwarzen-Kasten-Modells zu definieren: Eine Maschine ist ein Gerät, bei dem ich etwas hineingebe und etwas herausbekomme (englisch: „black box“; input, output). Im Kasten selbst findet irgendeine Umwandlung statt.

Das Eingabe-Ausgabe-Medium kann stofflicher oder energetischer Art oder auch ein Informationskomplex sein. Bei der klassischen Maschine ist die Funktionsstruktur fest programmiert und kann in vielen Fällen durch direkten Eingriff in gewissen Grenzen verändert werden. Bei der informationsverarbeitenden Maschine wird für jede spezielle Aufgabe ein „Programm“ erstellt, das den Verarbeitungsablauf festlegt. Dabei ist die maschinenexterne Programmierung (software) an den technischen Aufbau des Systems (hardware) gebunden.

Es wäre vermessen, wollten wir in diesem Rahmen so ein kompliziertes Ding wie einen Rechenautomaten „erklären“. Lassen wir es ruhig beim „Schwarzen Kasten“. Das hat den Vorteil, daß wir dann doch ein bißchen drum herum reden können.

Was war das wesentlich Neue, das K. Zuse eingeführt hat? Rechenmaschinen benützten ja bekanntlich schon Pascal und Leibniz. Es war also nicht die Rechenmaschine an sich. Das Neue, das, wie wir heute sehen, die Welt verändert, war das Erfassen eines mehrstufigen

Rechenablaufes im Programm und die Realisierung der Programmsteuerung aufeinander folgender Rechenschritte in der Maschine.

Freilich, auch das war eigentlich in den dreißiger Jahren nichts Neues! Denn mit Lochstreifen programmgesteuerte Webstühle baute schon Jacquard zu Beginn des vorigen Jahrhunderts. Wieder fügen wir die Frage ein, warum hat man nicht früher in größerer Breite begriffen, welche unermesslichen Potenzen in der Idee der durch ein automatisches Programm gesteuerten Maschine für die Menschheit schlummerten? Die Technik-Geschichte hat wie alle Geschichte ihre Rätsel.

Dabei ist im Prinzip die Funktion einer automatischen Rechenanlage einfach. Man braucht ein Rechenwerk (allgemeiner: ein logisches Kombinationswerk), das auf Befehl eingespeiste Zahlen (allgemeiner: Texte) addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert (allgemeiner: Textkomplexe nach logischen Kombinationsregeln verarbeitet); ferner einen Speicher, der die Zwischenergebnisse aufnimmt; weiter Ein- und Ausgabegeräte, die die zu verarbeitenden Daten in den Maschinenkode wandeln bzw. aus dem Maschinenkode in die gewünschte Ergebnissprache rückübersetzen. Die Programmsteuerung zerlegt die Gesamtaufgaben in Einzelschritte, die in bestimmter zeitlicher Reihenfolge ablaufen. Das in einer eigenen Programmiersprache formulierte imperative Programm wird heute durch automatische Befehlskode übersetzt. In einer bestimmten Taktzeit verarbeitet die Maschine Befehl um Befehl.

Nur skizzenhaft seien hier einige weitere Kennzeichen erwähnt: Die elektronische Technik kann, abgesehen von den Ein- und Ausgabegeräten, jegliche Mechanik vermeiden. Kein Gebiet der Technik befindet sich in solch überstürzender Entwicklungsphase wie die elektronische Technik. Die Anzahl der Schalteinheiten, die K. Zuses erster Relaisautomat in einem Kubikmeter untergebracht hat, kann bei der heutigen Miniaturtechnik in einem Bruchteil von einem Kubikzentimeter untergebracht werden. Die dadurch erreichte immense Verkürzung der Stromwege verkürzt – trotz Lichtgeschwindigkeit des elektrischen Stromes – proportional die Rechenzeiten. In den Rechenwerken erzielt man heute Additionszeiten im Bereich von Nanosekunden (0.000 000 001 sec.). Diese Zahl zeigt, daß wir uns hier in „unmenschlichen“ Zeitdimensionen befinden. Am Horizont taucht inzwischen die Möglichkeit auf, daß man mit Hilfe der Laser-Technik das Gesamtwissen der Erde auf ein paar Kilogramm dünnster Metallfolien unterbringen könnte oder den Inhalt einer Bibliothek von 20 000 Bänden auf einer Nickelfolie DIN A 4.

Trotz dieser phantastischen Perspektive sind die Probleme um das „Gedächtnis“ der Rechenautomaten derzeit noch die schwierigsten. Man hat ja nicht einfach Informationen zu stapeln, sondern muß diese zu jeder Zeit gezielt abrufen können. Diese Anforderung bedingt einen großen schaltungstechnischen Aufwand. Jeder Speicherplatz muß durch seine „Adresse“ erreichbar sein. Deshalb liegen hier die konstruktiven Engpässe. Die größten Anlagen verfügen heute über Arbeitsspeicher in der Größe 10^7 Informationseinheiten (bit). Zu den technischen Aspekten sei schließlich noch angemerkt, daß das Einlesen und Ausgeben der Daten wegen der benötigten Mechanik die Rechengeschwindigkeiten des logischen Werkes nicht erreichen können. Hier ist die technische Seite der Kommunikation

des Menschen mit dem Automaten angesprochen, der Übergang von der „menschlichen Zeit“ zur „Maschinenzeit“. Besondere Betriebstechniken verhelfen zur Dauer-Auslastung der logischen Herzen, indem durch einen besonderen Zeiteilungszyklus mehrere Programme gleichzeitig abgewickelt werden können. Dabei können gleichzeitig mehrere Benutzer, auch örtlich dezentralisiert, an einer Anlage angeschlossen sein. Wir befinden uns gegenwärtig in einer Übergangsphase.

Den Endzustand der Entwicklung werden große Verbundnetze von Rechenanlagen und Informationsbanken bilden. Jeder Interessent wird an einem solchen Informationssystem – vergleichbar dem heutigen Telefonanschluß – teilnehmen können. Die Gebühren werden automatisch vom Konto abgebucht. Die angemessene Währung der nachindustriellen kybernetischen Zivilisation dürften neben der Kilowattstunde die Informations- und Kommunikationseinheiten darstellen.

Was heißt das: „Eine Maschine denkt“?

Ob das Wort „Denken“ für eine Maschine angemessen ist, darüber könnte man sich beliebig lange streiten. Das wollen wir hier nicht tun. Wir wollen diese Frage mit wenigen Hinweisen übergehen. Will man etwa dem schachspielenden Automaten, der auf dem Lernprinzip programmiert ist, das „Denken“ absprechen, so muß man schon einiges aufbieten, um das „Eigentliche“ des Denkens demgegenüber hervorzukehren. Dies hängt wohl damit zusammen, daß man um die Denkmaschine wohl alle Grundfragen der abendländischen Philosophie seit Plato und Aristoteles ansiedeln könnte. So die Frage nach dem Subjekt-Objekt-Verhältnis, nach dem Innen und Außen der Dinge, nach der Beziehung von Geist und Materie, nach dem Bewußtsein, der Logik und der Sprache. Kurz, es sind Grundfragen zum Verständnis des Menschen, die durch die Frage, worin wir uns vom Automaten unterscheiden, ausgelöst werden. Die alte These eines weltanschaulichen Materialismus, nach der der Mensch nichts als eine Maschine ist, tritt unter neuen und viel differenzierteren Aspekten in unser Bewußtsein als zu Beginn unseres Jahrhunderts.

Aber zurück vom Allgemeinen zum Detail! Was geschieht denn nun in der Maschine, von der wir sagen, daß sie „rechne“, sie vollziehe logische Schlüsse, ja, sie könne sogar „lernen“? Auffallend ist, daß wir zur Kennzeichnung der Funktionen immer Begriffe aus dem Leben gebrauchen. Rein „technische“ Begriffe sind unzureichend. Dies ist ein Hinweis auf ein besonderes Abbild-Verhältnis zwischen uns und der denkenden Maschine. Was wird denn nun abgebildet? Ganz allgemein nur von „denken“ zu sprechen, wäre zu ungenau. Was vielmehr die Maschine abbildet, ist das logische Schließen und Kombinieren. Das heißt, das, was wir vom Denken und der Sprache exakt logisch fassen können, kann funktionsmäßig in einem technischen Modell nachgebildet werden. Wir wollen versuchen, uns ein einfaches Modell eines solchen logischen Vorganges vorzustellen.

Nehmen wir den Satz „Wenn das Wetter morgen schön ist und wenn ich gesund bin, dann werde ich spazieren gehen.“ „Wenn das Wetter morgen schön ist“ ist eine Satzaussage X1. „Wenn ich gesund bin“ ist eine Satzaussage X2, beide sind durch die „und“-Verknüpfung

verbunden. „Dann werde ich spazieren gehen“ ist die gefolgerte Satzaussage Y . Auf eine Kurzformel gebracht, sieht das so aus: $X1 + X2 = Y$. Diese Und-Verknüpfung zweier unabhängiger Satzaussagen kann man etwa in folgendem elektrischen Schaltkreis darstellen: Von einer Stromquelle (+/-) verlaufe die Plus-Leitung zu einer Glühlampe über zwei Schalter $X1$ und $X2$, die Minusleitung direkt. Die Glühlampe brennt dann, wenn Schalter $X1$ und Schalter $X2$ geschlossen sind. (Man skizziere sich diesen einfachen Schaltkreis.) Die „Schalter-an“-Stellung (1) bedeute, daß die bezogene Satzaussage erfüllt, das heißt wahr ist. (z.B. das Wetter schön ist). Die „Schalter-aus“-Stellung (0) bedeute die Verneinung einer elementaren Satzaussage (z.B. ich *nicht* gesund bin). Man kann nun leicht sich zu dieser einfachsten logischen Und-Verbindung die Wahrheitstafel aufstellen, das heißt feststellen, wann Y erfüllt oder „wahr“ ist. Im technischen Modell bedeutet dies, daß die Glühlampe brennt ($Y = 1$) bzw. nicht brennt ($Y = 0$). Die Wahrheitstafel sieht dann folgendermaßen aus: $X1=1, X2=1; Y=1$. $X1 = 0, X2 = 0; Y = 0$. $X1 = 1, X2 = 0; Y = 0$. $X1 = 0, X2 = 1; Y = 0$). Auf analoge Weise kann man nun auch die elementare „oder“-Verbindung oder die „Nicht“-Verbindung darstellen und hierfür einen elektrischen Schaltkreis angeben. Schon seit Aristoteles weiß man, daß die Logik des Rechnens, der Geometrie und des technischen Konstruierens immer zweiwertig ist. Hier gilt eindeutig: richtig oder falsch, ja oder nein! Im Verkehr von Mensch zu Mensch reicht „simple Logik“ freilich nicht aus. „Liebt sie mich“?, „liebt sie mich nicht“? kann man zwar an den Knöpfen oder an Blütenblättern abzählen. Man traut dann aber in der Regel dem „eindeutigen“ Ergebnis „ja“ oder „nein“ doch nicht so recht und fängt das Spiel von vorne an. Die Antwort soll ja gerade in der Schwebe bleiben!

Anders bei den logischen Maschinen. Die Möglichkeit der Konstruktion von Denkautomaten beruht in der Tat auf dieser „simplen“ Logik. Die logische Schicht der Sprache – hierzu gehört auch das Rechnen – kann auf wenige zweiwertige logische Elementarverknüpfungen („und“, „oder“, „nicht“) und das Zahlensystem auf ein Zweiziffersystem reduziert werden. Unser „exaktes“ Wissen kann damit theoretisch aus zwei Zeichen (z.B. 0 und 1), verknüpft nach drei logischen Grundfunktionen, aufgebaut werden. Das Logisch-Exakte unserer Welt ist von bestechend einfacher Schönheit. Elektrische Schaltkreise mit zweiwertigen Schaltern (Aus/Ein = 0/1) können diese logische Grundwelt abbilden. So können aus einfachsten Bausteinen sehr komplexe logische Gefüge konstruiert werden.

Logisches Denken ist ein Prozeß in der Zeit. Wir sagen oft, wir müßten zuerst „überlegen“, bevor wir zu einem Urteil gelangen. Das heißt, wir kommen auch beim Denken nur Schritt um Schritt zu einem Ergebnis. Am deutlichsten sehen wir das beim Rechnen. Haben wir eine längere Aufgabe zu lösen, so führen wir diese Schritt für Schritt aus. Beispielsweise addieren wir zwei Zahlen, merken uns das Zwischenergebnis – wenn’s im Kopfe nicht geht, auf einem Notizzettel – und führen dann die weitere Rechnung aus, zum Beispiel eine Multiplikation.

Die Möglichkeit, automatisch arbeitende logische Maschinen zu bauen, beruht nun gerade auf den hier kurz skizzierten zwei Grundgegebenheiten, nämlich einmal der Möglichkeit, die logischen

Spielregeln des Rechnens und Kombinierens in einem mechanischen Modell abzubilden, und zum anderen, die zeitliche Abfolge des logischen Prozesses Schritt für Schritt in einem „*Programm*“ festzuhalten. E. Zuse, der den ersten programmgesteuerten Rechenautomaten baute, fragte sich, ob man nicht eine Maschine so konstruieren könne, daß sie den menschlichen Rechner mit seinem Notizzettel ersetzt. Das ist in der Tat möglich, wenn in einem Befehlsprogramm, das selbstverständlich eine entsprechend gebaute Maschine „verstehen“ muß, die einzelnen Rechenoperationen der Maschine sozusagen vor-exerziert werden. Eine solche Maschine braucht dann auch ein „Gedächtnis“ – einen Notizzettel.

Nach dem, was wir hier angedeutet haben, könnte man sich eine Maschine denken, die nur für die drei logischen Grundverknüpfungen drei analoge elektrische Schaltkreise besitzt (und/oder/nicht). Nun könnte man theoretisch jede noch so komplizierte Rechnung in die genannten Elementarschritte auflösen und sich Schritt für Schritt dem Ergebnis nähern. Aber bereits das Addieren etwa einer sechsstelligen Zahl erfordert schon recht viele Elementarschritte (man kann dies sich selbst verdeutlichen, indem man etwa eine im üblichen Zehnersystem sechsstellige Addition ins Zweiziffersystem überträgt, wobei man sechzehn Stellen erhält und so eine Addition durchführt). Wir hätten zwar dann eine sehr einfache Maschine – man nennt sie nach dem englischen Mathematiker Turing „*Turing-Maschine*“ –, andererseits ein viel zu langes und zu umständliches Programm. Als das gegenteilige Extrem könnte man sich eine informationsverarbeitende Maschine denken, die so komplexe elektrische Schaltkreise enthält, daß sie komplizierten logischen Schlußfiguren entsprechen. Zum Beispiel eine Schaltung zur Lösung einer komplizierten Gleichung. Das Steuerungsprogramm könnte dann demgemäß so konzentriert sein, daß man mit wenigen Befehlen auskommt. Die technisch realisierten Computer sind Kompromisse zwischen diesen als Denkmodelle zu verstehenden extremen Automatentypen.

An sich ist die logische Maschine nicht an die Elektronik gebunden. Man benützt gelegentlich auch rein mechanische oder pneumatische logische Funktionsmodelle. Die elektronische Mechanik hat aber zwei unüberbietbare Vorteile. Erstens: die Elektronen (der elektrische Strom) huschen mit Lichtgeschwindigkeit durch die Leitungsbahnen und Schalter, und zweitens gestattet die heutige Miniaturtechnik die Unterbringung der Schaltkreise auf kleinstem Raum in kristallinen Medien. Man spricht heute von „elektronischer“ Chemie. Wir haben es schon angedeutet, daß durch diese Bedingungen die Vollzugszeiten in den logischen Herzen der Maschinen unvorstellbar klein sind.

Bei den ausgeführten Automaten liegen für die Hauptrechenarten und die grundlegenden logischen Kombinationen „äquivalente“ Schaltungen vor. Das Steuerungsprogramm ist so aufgebaut, daß es Stück für Stück die benötigten Prozeßelemente zusammenfügt. „Schaltalgebra“ ist ein neuer Zweig der Logistik. Mit ihrer Hilfe werden die den logischen Verknüpfungen äquivalenten Schaltbilder entworfen.

Da die Schaltalgebra prinzipiell programmierbar ist, ist die Konsequenz, daß neue Automaten nach vorgegebenen Bedingungen von Automaten entworfen und ihre Funktionsweise vor der technischen Konstruktion durch Simulationsverfahren getestet werden können.

Schon Norbert Wiener und J. v. Neumann haben sich über die „Vermehrung“ von Automaten Gedanken gemacht. So ist es nicht nur ein modisches Spiel, daß wir zur Beschreibung des Automatenphänomens Begriffe aus dem Bereich des Lebens wählen.

Die „Automatenevolution“ beginnt mit dem Anfangswert unserer programmierten Intelligenz. Aber auch die biologische Vermehrung ist zunächst Reproduktion durch den Kanal der Erbmuster. Biologische Evolution ist nur in riesigen Zeiträumen durch Mutation und soziale Selektion denkbar. Der Automat rafft auch hier die Zeit. Da prinzipiell ein Automat einen zweiten, leistungsfähigeren Automaten entwerfen kann, und dies gegenüber der Evolution des Lebens in viel kürzeren Zeiträumen, ist auch im Blick auf unser Zeiterleben mit der Automatenevolution etwas qualitativ Neues eingetreten.

Wir müssen uns auch von der Vorstellung trennen, als sei der Automat, der uns herausfordert, etwas Statisches. Etwa diese oder jene begrenzte, sich selbst steuernde Maschine. „Automat“ ist das Symbol für den in das tote Maschinensein abgetretenen selbsttätigen Reflexionsprozeß. Er kann nur dynamisch, das heißt progressiv, in die Dimension der Geschichte ausgeweitet und zukunftsgestaltend begriffen werden. Vom Menschen zu sprechen heißt dann, ihn im Spiegel seines Geschöpfes „Automat“ zu begreifen. Und vom Leben und der Geschichte zu sprechen heißt, die große Symbiose Automat-Mensch zu bedenken.

Brücke zwischen Automat und Mensch: das Programm

Der Mensch verkehrt mit seiner denkenden Maschine durch das Programm. Scheinbar hat er den Automat damit fest an der Leine. In Wirklichkeit liegen die Dinge heute nicht mehr so einfach. Der „lernende“ und sich selbst optimierende Automat ist schon mehr unser „Partner“ als bloß unser Rechenknecht! *Steinbuchs* These (vgl. Lit. V, 7, S. 95), daß nachrichtenverknüpfende Automaten die Denkleistungen des Durchschnittsmenschen quantitativ und qualitativ übertreffen könnten, konnte bisher nicht überzeugend widerlegt werden. Umgekehrt ist zu fragen, ob angesichts dieser programmatischen These nicht Steinbuch die Beweislast zufallen müßte. So umgibt die logische Maschine ein mystischer Schleier!

Jedenfalls wird in dem Maß, in dem die logische Maschine Partner des Menschen wird, menschliche „Arbeit“ sich darauf konzentrieren, der technischen Intelligenz unsere Probleme mundgerecht zu machen. Es wird alles darauf ankommen, ob wir lernen, mit dem Partner Automat vernünftig zu verkehren.

Bisher ist das Programmieren ein Spezialistengeschäft. Vermutlich können wir aber künftig mit unserer Umgangssprache, wenn wir wenige Präzisierungsfornalienen beachten, direkt mit dem Informationssystem unserer Gesellschaft verkehren. Der Partner Automat „lernt“ unsere Sprache. Das macht die Partnerschaft Automat-Mensch spannend und aufregend. Es gibt den lernenden Automaten! Wir können nicht mehr so primitiv argumentieren, der Automat könne eben nur das, was wir ihm vorgekaut haben. Gewiß, der Automat reagiert auf unsere Befehle. Unser „Programm“ läßt sich reduzieren auf wenige Randbedingungen, auf das Setzen von Ziel-, Erfolgs-

und Optimierungskriterien. Im übrigen kann das Programm ein sich selbst optimierendes Regelsystem sein, das auf Grund der Automatergebnisse entscheidet. Der Automat überrascht uns mit seinen Ergebnissen!

Die Leistungsfähigkeit des Automaten wird heute etwa umschrieben durch folgende Arbeitsfelder: heuristische Strategien, um unbekanntes Gesetzmäßiges aufzufinden; Programmieren, Simulieren und Entwerfen von Automaten; Erkennung von Handschrift und gesprochener Sprache; Analyse von Gestaltsformen und Strukturen; ästhetische Urteile; automatische Sprachübersetzung; Exegese von Rechtsfällen; Informationsaufbereitung; automatische Prognose; Entscheidungskalküle und anderes mehr.

Angestachelt durch diese neuen Möglichkeiten der Computer bekommt das genaue Vorplanen von Arbeits- und Produktionsprozessen, von wirtschaftlichen, politischen und strategischen Operationen und Aktivitäten immer größeres Gewicht. (Operationsforschung, Netzplantechniken, Prognostische Modelle, Entscheidungskalküle).

Wir haben eine Metastufe der Technik erreicht, weil das Beherrschen des Stofflich-Energetischen gegenüber dem Beherrschen der Prozeßabläufe im *Programm*, im Plan, in der ökonomisch-technischen Optimalität in den Hintergrund tritt. Technik wird zum *Programm* des optimalen Umganges mit der Technik!

Dies alles bleibt natürlich nicht ohne tiefe Auswirkungen auf den Menschen sowie auf die von ihm geprägte und ihn wiederum prägende Welt.

Folgerungen und Fragen

1. *Kahn/Wiener* (vgl. Lit. VI, 3, S. 388 ff.) weisen auf die Gefahren sozialer Kontrolle und Manipulation mittels des Informationsinstrumentariums der Gesellschaft hin: Der Staatsbürger wird aufgelöst in einen Datenkomplex, verfügbar in der zentralen Informationsbank. Gehlen hat die Frage gestellt, ob der Mensch in der kybernetischen Sozialität von seiner Apparatur nicht rückwärts so determiniert und programmiert wird, daß er als „Angepaßter“ in einem geschlossenen Handlungskreis wie die übrige Kreatur existiert. Wir sind gefragt: Was heißt im sozialen Supersystem der Symbiose Automat-Mensch Freiheit?

2. Die Grundlagendiskussion um den Automaten hat gezeigt, daß wir der induktiven Denkmaschine keine prinzipiellen Grenzen setzen können. Die maschinelle Reflexion erweist sich, da ihr dieselbe logische Struktur eignet, gleichfalls wie die menschliche Reflexionskette als prinzipiell unabschließbar. Mit anderen Worten, das maschinelle „Denken“ wie das menschliche Denken sind jeweils in ein die formale Rationalität transzendierendes Apriori eingebettet. Beim Automaten ist es das Apriori Mensch, der die Primärimperative, die Sollwerte und Ziele setzt. Der Mensch selbst aber kommt von dem Fragen nach seinem Woher, Wohin und Wozu nicht los. Aber nur in dem Maße, als der Mensch sich im Gegenüber zu seinem Geschöpf Automat in seiner letzten Bestimmung begreift, vermag er der Apparatur humane Sollwerte zu setzen.

3. Wir wollen hoffen, daß wir im Spiegel „Automat“ die Tiefenschichten des Humanum neu sehen lernen. Positiv könnte wirken, daß die verobjektivierte Rationalität ideologisch entkrampfend wirkt. Möglichst ideologiefreie, auf Automaten simulierte Sozialmodelle könnten dazu beitragen, gruppenegoistische Ideologien westlicher und östlicher Provenienz zu entlarven. Aber ob wir in der extravertierten Rationalität das Humanum finden? Sowohl in der Physik (Paraphysik), der Biologie (Parabiologie) als in der Psychologie (Parapsychologie) wagt man immer mehr, die Bastion zu räumen, die alles Geschehen auf eine einzige Ursachenkette zurückführt. Wir müssen in der Tat eine neue Plattform gewinnen, um das Phänomen Automat einordnen und deuten zu können. Eine solche Plattform gewinnen wir aber nur, wenn wir uns selbst in unserer leiblich-seelisch-geistigen Ganzheit und Tiefe neu verstehen. Unsere Motive zum Entscheiden und Handeln entstammen den Tiefenschichten des Unbewußten. Es ist wie bei einem Eisberg: das zweiwertig Rationale, in dessen Spannweite das über die Welt und den Menschen Ausgesagte bloß entweder „wahr“ oder „falsch“ ist, überragt die Bewußtseinsebene als eine kleine Kegelspitze. In dieser schmalen Zone des Syntaktisch-Logischen ist der Automat zu Hause und vermag die logistischen Fähigkeiten des Menschen zu potenzieren.

Die Versuche, den Menschen in dieser Spanne zu lokalisieren, sind nicht neu. Die Stimmen sind zu bekannt: der Mensch ist „nichts als“ eine Maschine – etwa das „l’homme machine“ von Lamettrie –, nichts als ein Automat, nichts als ein kompliziertes kybernetisches System. Das ist er alles auch! Was er darüber hinaus ist, ahnt zumindest die moderne psycho-somatische Medizin und die Tiefenpsychologie. Selbst Freud hat seine „Trieb-Physik“ nicht zu ernst genommen, geschweige denn seine Schüler.

Henri Bergsons Lebensthema war das Verhältnis von Geist und Materie. Was er zu Anfang dieses Jahrhunderts zu diesem Thema gesagt hat – ohne den Denkautomaten zu kennen – halten wir immer noch für das Fruchtbare zum Thema Automat-Mensch. Nach seinem Urteil hat das Seelisch-Geistige, das Innen der Dinge, den Vorrang vor den in den materiellen Strukturen – nicht zuletzt den Automaten – ausgeformten Gestalten.

Das würde bedeuten, daß die Automaten nur unser Handlungsinstrumentarium potenzieren, ohne uns im Fragen nach dem Woher, dem Wohin, dem Wozu eine Antwort geben zu können. Hier wäre die Theologie nach wie vor bei ihrer eigenen Sache.

Literatur

I. Zum Ausgangspunkt und der Geschichte der Kybernetik:

1. *Norbert Wiener: Kybernetik* (Orig. Cybernetics, New York 1948) dt. 1963 bei Econ, Düsseldorf. 1968 bei Rowohlt, rororo-wissen 294/295;

Mensch und Menschmaschine (The human use of human beings) dt. 1952 bei Metzner, Frankfurt/M.;

Gott & Golem – Inc. – (God and Golem, Inc. 1964) dt. 1965 bei Econ, Düsseldorf.

N. Wiener, der berühmte amerikanische Mathematiker, ist der Nestor der Kybernetik, der sowohl den Begriff „Kybernetik“ geprägt als auch die populäre Diskussion um den Anspruch der Kybernetik seinerzeit eröffnet hat.

2. *Karl Steinbuch*: Die informierte Gesellschaft. Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. 1966 Dt. Verlags-Anstalt Stuttgart, neuerdings als rororo 6612/13.

Steinbuch, in der Bundesrepublik der „Papst der Kybernetiker“. Seine provokativen Thesen – „die Denkautomaten würden das Denkniveau der Menschen übertreffen“ sowie darauf aufbauend seine Gesellschaftskritik an den „Hinterwäldlern“ beherrschen die Diskussion (s. II, 1, V, 7).

3. *Ewald Wasmuth*: Der Mensch und die Denkmaschine. Bei Jakob Hegner, Köln und Olten 1955.

Eine treffliche philosophische Auseinandersetzung mit dem positivistisch-materialistischen Anspruch der Kybernetik. Allerdings ist die induktive Automatenstufe noch nicht im Gesichtsfeld.

4. *Wilfried de Beauclair*: Rechnen mit Maschinen. Eine Bildgeschichte der Rechentechnik (565 Bilder). Vieweg, Braunschweig 1968.

Eine ausgezeichnete Quelle für historische Details und vor allem für Bildmaterial.

II. Allgemeinverständliche Sachkunde:

1. *Karl Steinbuch*: Automat und Mensch. Kybernetische Tatsachen und Hypothesen. Springer, Berlin/Heidelberg/New York 1961, 1969, 3. Aufl.

In weitere Sprachen übersetzt. Nach wie vor das Standardwerk im Sinne der „Öffentlichen Wissenschaft“. Enthält ausgiebige Diskussion um Kybernetik und Automat und Mensch. Anwalt eines kybernetischen Neo-Mechanismus (s. I, 2).

2. *Helmar Frank* (Hrsg.): Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften. Ein Überblick in Einzelaufsätzen (Bio-Kybernetik, Ingenieur-Kybernetik, Informations-Wissenschaft). Umschau-Verlag, Frankfurt/M. 1969, 7. Aufl.

3. *Herbert Anschütz*: Kybernetik – kurz und bündig. Vogel-Verlag, Würzburg 1967.

4. *Walter R. Fuchs*: Exakte Geheimnisse. Knaur's Buch der Denkmaschinen. Informationstheorie und Kybernetik. Knaur, München/Zürich 1968.

Sehr anschaulich durch zahlreiches Bildmaterial. Am Rande – für die Sachinformation unwesentlich – wird der Sprachpositivismus Wittgensteins vertreten.

5. 12 Amerikanische Wissenschaftler: Information, Computer und künstliche Intelligenz (Vorwort K. Steinbuch). Umschau-Verlag, Frankfurt 1967.

Die 12 Aufsätze aus dem Scientific American (1966) zeigen die neueren Entwicklungsperspektiven und bieten Reflexionen auf die Folgen für den Menschen.

III. Speziellere Aspekte:

1. *Helmar Frank* (Hrsg.): Kybernetische Maschinen. S. Fischer, Frankfurt 1964.

Prinzip und Anwendung der automatischen Datenverarbeitung in Einzelbeiträgen.

2. *Helmar Frank* (Hrsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht. Klett und Oldenbourg, Stuttgart-München 1963.
3. *Colin Cherry*: Kommunikationsforschung – eine neue Wissenschaft. S. Fischer, Frankfurt/M. 1967, 2. Aufl. (On human Communication, N.Y.).
4. *John Cohen*: Golem und Roboter – Über künstliche Menschen. Umschau-Verlag, Frankfurt/M. 1968 (Human Robots in Myth and Science, London).
5. *John R. Pierce*: Phänomene der Kommunikation (Symbols, Signals and Noise, N.Y. 1961) Econ, Düsseldorf 1965. Eine populäre Einführung in die Informationstheorie.
6. *Bernhard Hassenstein*: Biologische Kybernetik. Quelle & Meyer, Heidelberg 1965.

IV. Allgemeine naturwissenschaftliche Grundlagen:

1. *Gerhard Frey*: Erkenntnis der Wirklichkeit. Philosophische Folgerungen der modernen Naturwissenschaft. W. Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz 1965. Insbes. Kap. IX „Kybernetik“.
2. *Walter Heitler*: Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1966, 4. Aufl.
3. *von Freytag-Löringhoff*: Logik. Ihr System und ihr Verhältnis zur Logistik. W. Kohlhammer 1955, 3. Aufl. Urban-Bücher 16.
4. *Bochenski-Menne*: Grundriß der Logistik. F. Schöningh, Paderborn 1965, 3. Aufl.

V. Kritische und philosophische Aspekte:

1. *Helmar Frank*: Kybernetik und Philosophie. Duncker & Humblot, Berlin 1966.

Hinweis auf eine These aus dem Vorwort: „... Was im konkreten Falle „sittlich“ ist, dürfte daher künftig mit Rechenautomaten ermittelbar sein“.

2. *Erich Heintel*: Die beiden Labyrinth der Philosophie. Bd. 1, R. Oldenbourg, Wien/München 1968.

Nach Heintel kreist die abendländische Philosophie um zwei Pole: Deutung des Menschen formmetaphysisch als geistiger Automat, ich-metaphysisch-transzendentalphilosophisch als aus Freiheit existierend (S. 15). Problem: res extensa – res cogitans (Descartes). Damit ist indirekt angedeutet, daß das Problem „Automat“ nicht irgendein Randproblem der Philosophie sein kann, sondern die Zentralfrage nach dem Menschen provoziert. Insbesondere Einleitung §§ 1-15.

3. *Henri Bergson*: Materie und Gedächtnis und andere Schriften. S. Fischer 1964 (Schriften aus den Jahren 1908-33).

Bergsons Zentralthema war das Verhältnis von Geist und Materie. Seine These vom Primat des Seelisch-Geistigen vor dem Materiellen dürfte auch zur Auseinandersetzung mit Automat und Kybernetik die fruchtbarste sein.

4. *Mortimer Taube*: Der Mythos der Denkmaschine. rororo 245, 1966.

Scharfe Polemik gegen die „Automaten-können-alles-These“.

5. *Max Bense*: Einführung in die informationstheoretische Ästhetik. Grundlegung und Anwendung in der Texttheorie, rororo-wissen 320, 1969.

Deutlich wird, inwieweit „Kunst“ und allgemeine „Geisteswissenschaft“ durch den kybernetischen Algorithmus herausgefordert wird. Bense fußt auf dem Sprachpositivismus von Wittgenstein und H. Scholz. Die Grundfrage ist, inwieweit die „Wirklichkeit“ in einer digitalen Automaten-sprache eingefangen werden kann.

6. *Georg Klaus*: Kybernetik und Gesellschaft. VEB, Berlin 1965;

Kybernetik in philosophischer Sicht. Dietz/Berlin 1965;

Kybernetik und Erkenntnistheorie. Berlin 1966.

Nachdem „Kybernetik“ als „idealistisch“ noch Anfang der fünfziger Jahre im Bereich des Dialektischen Materialismus undiskutabel war, scheint sie heute eher als Fundamentalphilosophie des *Diamat* überhaupt aufzusteigen. Der kybernetische Neo-Materialismus, der auch im Westen vertreten wird, ist eine ungleich größere Herausforderung an die Theologie als der deterministische Materialismus zu Anfang des Jahrhunderts.

7. *Karl Steinbuch*: Falsch programmiert, 1968, Programm 2000, 1970, Dt. Verlags-Anstalt, Stuttgart.

Scharfe Polemik gegen die hinterwäldlerische Literatenkultur, die den Fortschritt in einer kybernetischen Zivilisation verhindert. Steinbuch vertritt eine „kybernetische Anthropologie“.

VI. Aspekte der Zukunft:

1. *Der Weg ins Jahr 2000*. Bericht der Kommission für das Jahr 2000. Hrsg. *E. Jungk* und *J. Mundt*. K. Desch, München 1968 (Toward the Year 2000, 1967).

Die „Kommission für das Jahr 2000“ ist ein Kongreß der führenden Zukunftsforscher der USA. Das Buch ist eine Zusammenfassung zweier Arbeitstagungen aus den Jahren 1966/67. Spezielle Kapitel sind der Entwicklung, den Folgen der Computer und der Automation gewidmet.

2. *Ausblick auf die Zukunft*. Mit Beiträgen führender Wissenschaftler, Bertelsmann, Gütersloh 1968. Auch hier sind spezielle Kapitel der Entwicklung der kybernetischen Technik mit ihren Folgen gewidmet.

3. *Herman Kahn/Anthony Wiener*: Ihr werdet es erleben. Voraussagen der Wissenschaft bis zum Jahre 2000. F. Molden, Wien/München/Zürich 1968, 3. Aufl.

Kahn/Wiener sind die Exponenten des bekannten *Hudson*-Instituts, New York, das sich ausschließlich mit der Zukunft befaßt und Militär, Regierung und Wirtschaft berät. Kahn/Wiener entwickeln „mögliche Welten“ im Rahmen abschätzbarer Grundtrends. Zitat S. 105: „Wenn es sich zeigt, daß sie (Computer) bestimmte charakteristische menschliche Fähigkeiten nicht nachahmen oder übertreffen können, wäre dies eine der bedeutendsten Entdeckungen des 20. Jahrhunderts.“ Die Autoren warnen auch vor den Möglichkeiten sozialer Kontrolle und Manipulation mittels des kybernetischen Instrumentariums.

4. *Robert Jungk (Hrsg.): Menschen im Jahre 2000. Eine Übersicht über mögliche Zukünfte.* 29 Beiträge international bekannter Wissenschaftler. Umschau-Verlag, Frankfurt/M. 1969.

VII. Zum Nachschlagen:

1. *Lexikon der Datenverarbeitung.* Hrsg. D. Müller. MI-Verlag, München 1969. Zahlreiche Abbildungen.

2. *Wörterbuch der Kybernetik.* Hrsg. G. Klaus. Dietz/Berlin 1968.

3. *Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung.* Hrsg. K. Steinbuch. Springer, Berlin/Heidelberg/New York 1967, 2. Aufl.

4. „*Kybernetik*“ (Zeitschrift) 1963ff. Springer-Verlag, Berlin.

5. „*Futurum*“, Zeitschrift für Zukunftsforschung. Hrsg. Ossip K. Flechtheim. 1968ff.

VIII. Theologie und Kybernetik:

1. *Hans Reinhard Rapp: Mensch, Gott und Zahl-Kybernetik im Horizont der Theologie.* Furche, Hamburg 1967.

Im informativen Teil sehr starke Anlehnung an Steinbuch. Der theologische Bezug über „Systembewertungsfunktion“ und Ethik ist noch peripher.

2. *Siegfried Buchholz: Nachahmung des Menschen. Geschöpflichkeit und Kybernetik.* R. Brockhaus, Wuppertal 1968.

Den Menschen als kybernetisches Modell zu studieren ist möglich. Er ist aber nur aus einer Gesamtschau zu verstehen.

3. „*Kybernetik und Theologie*“. Sonderheft der Pastoraltheologie, 56, Jg. 1967, H. 4. Mit Beiträgen von W. Wieser (Biologie), J. Seetzen (Systemtechnik), W.-D. Marsch (Theologische Überlegungen), K. Meyer zu Uptrup (Praktische Theologie).

4. „*Theologie und Kybernetik*“. Sonderheft der Evang. Theologie, 1968, H. 7. Mit Beiträgen von H.-D. Bastian (Problemanzeige), K. Steinbuch (Information), G. Frey (Sprache), H. Frank (Pädagogik).

5. *Der geregelte Mensch.* Hrsg. H. Bannach. Radius-Verlag, Stuttgart 1968. Mit Beiträgen von H. Tack (Einführung), D. Bierlein (Methodik und Modell), G. Ewald (Mensch/Maschine), K. Reblin (Anthropologie).

6. *Hans-Dieter Bastian: Theologie der Frage.* Chr. Kaiser-Verlag, München, 1969;

Anfangsprobleme zwischen Kybernetik und Theologie. *Theologia practica*, Bd.III/1968, S. 33-42.

7. *Wolf-Dieter Marsch: Cooperator machinae und cooperator dei. Über die theologische Bedeutung der Automation.* Kirche in der Zeit, Düsseldorf, J. 20, H. 3, 1964, S. 112-120.

8. *Klaus Meyer zu Uptrup: Praktische Theologie als theologische Kybernetik.* Evang. Kommentare 2/1969, H. 10, S. 579-583.

9. Klaus Reblin: Kybernetik und Menschenbild. Information Nr. 32 der Ev. Zentralstelle für Weltanschauungsfragen. Stuttgart 1968.

10. Horst W. Beck: Kirche und Informatik. Evang. Kommentare 2/1969 H. 10, S. 583-591;

Kommt die kybernetische Kultur? Über die Symbiose von Denkautomat und Mensch. Luth. Monatshefte 1970/3, S. 122-126;

Neuer Denkstil „Kybernetik“? Deutsches Pfarrerblatt Nr. 13/1970, S. 397-400.

Erläuterung wichtiger Begriffe

Automat: im klassisch-technischen Sinne jede Maschine, die ihr Verhalten selbst (automatisch) steuert und regelt. Im modernen kybernetischen Sinne versteht man unter einem Automaten ein System, das Informationen aus der Umgebung aufnimmt, speichert, verarbeitet und wieder an die Umgebung abgibt. Im Sinne der Automatentheorie ist „Automat“ ein mathematisches Modell, ja der Typ des Modells überhaupt (z.B. Turing-Maschine). Für den informationsverarbeitenden Automaten sind weitere Bezeichnungen gebräuchlich: *Computer* (dt. Rechner), elektronische Rechenmaschine, Digitalrechner (= Ziffernrechner im Gegensatz zum Analogrechner). Der Mensch verkehrt mit dem Rechenautomaten durch das Programm. Zur Aufnahme der die Informationen tragenden Signale sind die Ein- und Ausgabeteile bestimmt. Weitere Teile von Rechenanlagen, die aus mehreren Gerätegruppen bestehen können, sind Taktgeber (Zeit), Steuerwerk, Rechenwerk und Speicher. Durch moderne Nachrichtenübertragungssysteme, gekoppelt mit entsprechenden Betriebstechniken, können mehrere Teilnehmer an verschiedenen Orten die Anlagen gleichzeitig benutzen (Zeiteilungssysteme s. Zeit). Der Trend geht zu großen Verbundnetzen von Rechenanlagen, die gleichzeitig die Aufgaben von Informationsbanken übernehmen, an die sich Teilnehmer – ähnlich unserem heutigen Telefonsystem – beliebig anschließen können.

Black Box siehe *Schwarzer Kasten*

Denken: die Frage nach dem „Denken“, dieser spezifisch menschlichen Tätigkeit, wird durch die Transformation des Reflexionsprozesses in die Maschine neu aufgeworfen. Es ist die berühmte Frage, ob Maschinen denken, ja, ob sie „Bewußtsein“ haben können. Den Denk- und Sprachbereich teilt man heute in drei Zonen: Syntaktik (= Bereich des logischen Operierens), Semantik (Bereich der Bedeutungen) und Pragmatik (Bereich der Wertungen, der Zielfindung, kurz des Wollens und Sollens). Man kann sagen, daß die Analogie zwischen maschineller Reflexion und menschlichem Denken sich auf den Bereich der Syntaktik und gewisser Strukturähnlichkeiten des Gehirnaufbaues und elektronischer Schaltungen beschränkt. Die maschinellen Schaltungen haben keine Beziehung zu den „Bedeutungen“ und den Imperativen. Diese Beziehung besteht nur über die Brücke „Programm“ zum Menschen. Allerdings kann sich der Mensch durch nur bedingt determinierte, sich selbst regelnde Programme sehr weit in den Hintergrund der semantisch-pragmatischen Zonen zurückziehen (lernende Automaten, induktive Automaten). Der Mensch bildet mit dem Automaten eine Symbiose, eine Lebensgemeinschaft. Man sollte deshalb nicht vergleichend oder alternativ vom Menschen und Automaten reden.

Als „Logistik“ kann man grob die formal (im Sinne eines mathematischen Kalküls) beschreibbaren Spielregeln des logischen Schließens kennzeichnen. Die Logik selbst begründet mit Axiomen, d.h. nicht mehr zu hinterfragenden Voraussetzungen, diese formalen Regeln und ist deshalb nur sehr eingeschränkt formalisierbar. Man kann sagen, der Denkautomat sei das technische Modell der Logistik. Auf dieser formalen Ebene sind dem Automaten keine Grenzen gesetzt. Die Grenzen liegen allein in der Fähigkeit des Programmierers. Aber auch in der logistisch-formalen Ebene bleibt der Bezug zum Menschen. Mittels streng logistischer Theoreme konnte man nachweisen (Gödeltheorem), daß alle Formalsysteme letztlich offenbleiben hinsichtlich der Bedeutungsfestlegung der Symbole. Auch menschliche Sprache behält diese Offenheit. Beginnen wir doch ein Gespräch mit solchen Sätzen wie: „ich meine ..., ich glaube ...“. Unsere Sprache ist reflexiv (vgl. Lit. VIII, 4), unser Meinen und Glauben letztlich motiviert von unserem Willen. Die Sprache allgemein ist in ihrer Bildschicht gemüts- und willensbezogen. Sie hat unendliche Symboltiefe (P. Tillich) und nur deshalb gibt es Freiheit, weil Denken und Sprechen im wesentlichen nicht logisch und nicht formal sind. So kommt dem Automaten nur eine sehr dünne, platte Schicht des Denkens und der Sprache zu. Bewußtsein werden mit Sicherheit auch Automaten der Zukunft nicht haben, auch wenn ihr Verhalten ein „als ob“ simuliert. Der Schlüssel zu all diesen Fragen liegt letztlich in der Auffassung vom Menschen. Freilich kann man die Auffassung vertreten, der Mensch sei „nichts als“ ein komplizierter Automat. Aber nun widerlegt doch alle Erfahrung des Menschengeschlechts solche Behauptung. Das Seelisch-Geistige hat den Primat vor dem Leiblichen, auch vor den logisch-starren Begriffsgefügen der Sprache. Diese sind nur Kanäle, deren sich die seelische Potenz der Person vorübergehend bedient. „Person“ ist eben doch etwas dimensional anderes als „Automat“. Nach Henri Bergson ist im Körperlich-Materiellen – nicht zuletzt in den Automaten – nur ausgeprägt, was das Gestaltwerden willentlicher Handlung im materiellen Sein ermöglicht. „Person“ ist „Person vor Gott“ und „Automat“ ist „Automat vor Mensch“.

Digitalrechner siehe *Automat*: „digital“ bedeutet, daß die zu verarbeitenden Informationskomplexe aus einem Zeichensystem bestehen, das durch einen Ziffernkodex dargestellt ist (z.B. 0/1).

Dualkode: Man kann sowohl das Zahlensystem wie das Buchstabensystem durch zwei Grundzeichen – z.B. 0 und 1 – darstellen. (z.B.: $467 = 1 (1 \times 2^8) 1 (1 \times 2^7) 1 (1 \times 2^6) 0 (0 \times 2^5) 1 (1 \times 2^4) 0 (0 \times 2^3) 0 (0 \times 2^2) 1 (1 \times 2^1) 1 (1 \times 2^0)$, kurz 111010011). Der Vorteil des binären Kodes (Zweiziffernkodex) sind einfache Schaltbilder, der Nachteil der hohe Stellenwert der Zeichenkombinationen. Die üblichen Rechenautomaten benützen den Dualkode (Lochkarte).

Ein- und Ausgabe: (engl. input/output). Von besonderer Bedeutung sind bei den Datenverarbeitungsanlagen die Ein- und Ausgabeteile. Hier müssen die Daten und Befehlsprogramme aus der „Umgangssprache“ in den Maschinenkode übertragen und in die Arbeitsspeicher eingelesen werden. Gleichzeitig liegt hier die Umschlagstelle von der normalen Zeit menschlicher Kommunikation in die Maschinenzeit. In Stichworten: Ein- und Ausgabeträger der Daten sind Lochstreifen, Lochkarten, Magnetbänder, Magnetplatten (externe Speicher); in weiterem Sinne gehören das Programmieren und die Wiedergabe der Daten (Drucker, Bildschirm usw.) zur Ein-/Ausgabe. Probleme: wie können die Ein- und Ausgabegeschwindigkeiten der Zeitdimension des elektronischen Rechnens angenähert werden?

(Magnetbänder: 10^4 bis 10^7 Zeichen/sec.; Additionszeiten heute bis 10^{-9} sec.). Wie können verschiedene Teilnehmer gleichzeitig bei dezentralisierten Datenendplätzen (Fernschreiber etc.) die Anlage optimal nutzen?

Elektronische Technik siehe *Automat* siehe *Programmieren*: Im Gegensatz zur mechanischen oder elektromechanischen Technik (Relaistechnik) werden bei der elektronischen Technik nur durch Elektronenströme gesteuerte Schaltelemente (Elektronenröhre; heute Miniaturtechnik: Transistoren, Dioden) verwendet. Durch das Vermeiden jeglicher Mechanik in den Rechenwerken wird die Lichtgeschwindigkeit des elektrischen Stromes in den Schaltkreisen zur maßgebenden Bestimmungsgröße der Rechengeschwindigkeiten – siehe *Zeit* („elektronische Zeit“).

Evolution: bezeichnet zunächst in der Biologie die „Höherentwicklung“ der Lebensformen. Dieser Prozeß wird gesteuert durch „zufällige“ Veränderungen der Erbanlagen (Mutation) und soziale Auslese (Selektion). Zu dieser Entwicklung gehört die biologische Zeit, deren Einheit die Jahrmillionen sind. Evolution wird mehr als Kontrastbild für die Automatenentwicklung angewandt. Die „Höherentwicklung“ von Automaten ist prinzipiell programmierbar. Mutation und Selektion werden von der menschlichen Programmierintelligenz gesteuert. Dadurch wird die Evolutionszeit gerafft (Leistungssteigerung um einen Faktor „10“ in 2 bis 3 Jahren).

Gedächtnis siehe *Speicher*

Information: allgemein: „Nachricht“, Text, Signalkomplex, „Wort“. Neben Energie und Materie die dritte Form des „objektiven“ Seins, die man neuerdings mit den Denkautomaten in den Blick bekommt. So wird auf der syntaktisch-formalen Ebene ein Informationsmaß definiert als die kleinstmögliche Entscheidungseinheit bei einem Auswahlvorgang. Dieses Informationsmaß wird mit „bit“ bezeichnet (vom englischen binary digit). Mit diesem Maß werden mittels der sich auf dieser Größe aufbauenden Informationstheorie Nachrichten – oder Textkomplexe – ausgemessen, um das optimale Kodierungssystem zu finden. Information (= Wort?) ist wie Sprache und Denken eine geschichtete Größe, von der nur bestimmte Formalbezüge „gemessen“ werden können.

Informationsbank siehe *Automat* / *Information* / *Speicher*

Kode (Code): Anordnungsregel für die Zuordnung der einzelnen Zeichen eines Zeichenvorrates (z. B. Alphabet, Ziffernsystem für Zahlen) zum Aufbau bestimmter Texte (Informationskomplexe); siehe *Dualkode*; *Programmieren*.

Konsol(e): Bezeichnung für Bedienungspult oder Datenendplatz einer Rechanlage, siehe *Automat*; *Ein-/Ausgabe*.

Kybernetik (Kybernetes): von *Norbert Wiener* (vgl. I, 1) eingeführte – von „Kybernetes“ (gr. Steuermann) abgeleitete Bezeichnung für die Theorie und Technik, die sich mit Informationsflüssen und Regelprozessen in technischen wie organischen Systemen befaßt. Als heute bereits allgemein gängiges Schlagwort entzieht sich der Begriff einer präzisen Definition. Vielleicht könnte man sagen, es sei ein Denkhorizont, der den Problembereich des logischen Automaten aufspannt (Basistheorien: Informationstheorie, Regelkreistheorie, Automatentheorie, Texttheorie, Wahrscheinlichkeits- und Strukturmathematik). Da kybernetische Modelle sehr allgemein und abstrakt sind, sind sie für alle

Wissensgebiete von Bedeutung. Eine Überziehung erfährt der Begriff, wenn er zum „Kybernetismus“ ausartet und damit zur Weltanschauung wird. Der Trend zu einem subtilen Neo-Mechanismus und kybernetischen Materialismus ist nicht zu übersehen (Vgl. Lit. V, 6, 7).

Logik, Logistik siehe *Denken*

Logisches Werk siehe *Automat*

Lernender Automat siehe *Automat / Denken*

Laser-Technik: (engl. light amplification by stimulated emission of radiation) – Anwendung hochfrequenter, atomar erzeugter, gebündelter elektromagnetischer Strahlen (10^{11} bis 10^{16} Hz) als Übertragungsmedium für Nachrichten (drahtlos) oder zur verdichteten Speicherung auf Metallfolien (z.B. 20 000 Bände auf einer Nickelfolie DIN A4). Die Anwendungsbreite von *Laser*-Strahlen ist beinahe unbegrenzt und dieses junge Gebiet der Technik in rapider Entwicklung.

Lochstreifen, Lochkarten siehe *Ein-/Ausgabe*

Nachricht siehe *Information*

Programm (Programmieren / Programmiersprache): eindeutige Anweisung für die Lösung einer Aufgabe, insbesondere für die Lösung einer Aufgabe auf einer Rechenanlage. Das Programmieren umfaßt mehrere Stufen: Präzisierung der Aufgabe, wenn möglich in mathematischer Formelsprache. Zergliederung der Aufgabe für eine numerische Lösung in Einzelschritte. Hilfsmittel: graphischer Ablaufplan (genormte Flußdiagramme). Übertragen des Flußschemas in eine Befehlssprache, die automatisch (Übersetzer, Compiler) in den Maschinencode transformiert wird. Die Tendenz geht zu problemorientierten, maschinenunabhängigen Programmiersprachen.

Vielleicht wird in absehbarer Zeit die mathematische Formelsprache mit einer allgemeinen Programmiersprache verschmelzen, so daß das Rechnen-lernen in der Grundschule schon in Formen der allgemeingültigen Programmiersprache geschehen kann. Ob künftig ein Schwerpunkt aller schulischen Ausbildung auf dem Erlernen der Umgangsformen mit dem intelligiblen Automaten liegen wird, ist eine noch offene Frage.

„Programmieren“ ist ein viel umfassenderer Vorgang als das direkte Füttern einer Rechenanlage; es ist der Drang, immer komplexere Bezüge der Technik, der Industrie, der Sozialität in ein System, ein „Programm“ zu bringen, zu manipulieren und zu automatisieren.

Rechenanlage, Rechenmaschine, Rechenwerk siehe *Automat*

Regelkreis: prinzipielles Strukturschema der automatischen Regelung, das den dynamischen selbstregulierenden Systemen in den verschiedenen Bereichen der Wirklichkeit – wie sie von der Kybernetik untersucht werden – zugrunde liegt. Als einfaches Beispiel sei der Thermostat einer Heizungsanlage genannt. Er wird auf eine bestimmte Temperatur eingestellt. Bei Unterschreiten dieser Temperatur schaltet er die Heizungsanlage automatisch ein, bei Überschreiten automatisch aus. Auf diese Weise wird ein selbstreguliertes Gleichgewicht der Raumtemperatur erhalten. Bemerkenswert ist, daß die Regelkreise der Technik wie der Organismen „offene Systeme“ sind, da die „Sollwerte“, die stabil gehalten werden sollen, nicht aus dem System selbst erklärbar sind. Im Bereich des Lebendigen handelt es sich um hierarchisch geschichtete Regelkreisstrukturen, deren letzte Führungsgrößen (Sollwerte)

nur aus dem sozialgeschichtlichen und psychischen Bereich deutbar sind. Die Regelkreisstruktur im Bereich informationeller Zusammenhänge ist vermutlich die allgemeinste Formalfigur, das „höchste“ System, das abstrahierbar ist. Der sprachliche Formulierungsprozeß selbst wird als ein kompliziertes Regelsystem aufgefaßt (automatische Sprachübersetzung). Das sprachliche Regelsystem basiert auf psychischen Regelkreisen, deren „Sollwerte“ den Motiven des Persongrundes entspringen.

Schwarzer Kasten: (engl. black box). Die black-box-Methode ist gleichsam ein Trick in der Automatentheorie. Vom „Inneren“ der Automaten wird ganz abgesehen. Die Methode gestattet allein aufgrund der Struktur der Eingangs- und Ausgangsgrößen wesentliche Eigenschaften des untersuchten Systems zu ermitteln. Wir machen uns auch oft ein Bild von einem Menschen allein aus seinem Verhalten und Sprechen (Methode der Verhaltenspsychologie).

Simulation: Die Nachbildung von Zusammenhängen und Abläufen aus dem Bereich der Natur und der Technik in Modellen ist das bewährte Verfahren der experimentellen Natur-Technik-Wissenschaft. Computer ermöglichen nun zum Teil sehr komplexe Abläufe der Wirklichkeit, die in der Realzeit sehr lange dauern, zeitlich gerafft in ihren mathematisch formulierten Funktionen und Abhängigkeiten durchzuspielen. So kann man etwa den Verkehrsablauf auf einer Autobahn, der sich in Stunden und Tagen abspielt, in Minuten auf einer Rechenanlage simulieren und charakteristische Größen gewinnen.

Speicher siehe *Automat*

Zeit: Der Denkautomat (*Automat*) setzt neue Zeitmaße. Mit der elektronischen Technik können Rechenprozesse in unanschaulich kleinen Zeitspannen abgespult werden (Nanosekunden = $1/1000000000$ sec.). Damit wird die Rechen- und Kombinationskapazität des Menschen ins Unermessliche gesteigert. Dennoch arbeiten Automaten in der Zeit, Schritt für Schritt. Die Abarbeitung der Programme wird durch Taktzeitgeber gesteuert. So hat der Automat auch seinen Pulsschlag. Bei einer Gesamtrechenanlage kann man verschiedene Zeitstufen unterscheiden. Beispielsweise dauert die Programmierung einer Aufgabe, die in Minuten durchgerechnet wird, unter Umständen Wochen, ja Monate. Dann haben wir die Ein- und Ausgabezeiten der Programm- und Materialdaten, die bei weitem nicht die Rechenzeitdimension erreichen. Ein weiterer Engpaß ist die Speicherzykluszeit, der Zeitbedarf, um Daten gezielt aus dem Speicher zu holen oder per Adresse an einen bestimmten Platz zu bringen.

Abgesehen von den „inneren“ Zeitproblemen der Denkmaschinen, schrecken diese uns aus dem Gleichmaß unserer Zeit auf. Die natürliche Evolution hatte viel Zeit. Die Computerevolution mit ihrem gewaltigen Einfluß auf alle Lebensbereiche (Wissensexplosion, Automation) scheint uns kaum mehr Zeit zum Innehalten zu lassen. Damit ist das Verhältnis von menschlicher Zeit mit ihrem Rhythmus und Automatenzeit als geistig-weltanschauliches Problem gestellt.

Zweiziffernsystem siehe *Dualkode*