

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 63 (1985)

Heft: 1

Artikel: Zusammenhänge erkennen, in Systemen denken, funktional handeln

Autor: Schnörr, Robert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875376>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zusammenhänge erkennen, in Systemen denken, funktional handeln¹

Robert SCHNÖRR, Baden (Schweiz)²

Zusammenfassung. *Autoritätsverlust, hohe Veränderungsgeschwindigkeit der Lebensumstände, Verlust traditioneller Wertmassstäbe und unzureichende Kenntnis der Gesamtzusammenhänge betrachtet der Autor als entscheidende Ursachen für die heutige Vertrauenskrise gegenüber der Gesellschaft und der modernen Technik. Er fordert eine Anpassung der überholten Strukturen an die neuen Bedürfnisse und insbesondere ein vermehrtes Denken in Systemen. Die dazu notwendigen Hilfsmittel bietet die Technik selbst.*

Prendre conscience des relations, penser en systèmes, agir fonctionnellement

Résumé. *Selon l'auteur, la méfiance actuelle à l'égard de la société et de la technique moderne serait essentiellement due à une dépréciation de l'autorité, à la modification rapide de nos conditions de vie et à la disparition d'échelles de valeurs traditionnelles. A ses yeux, il faut à tout prix adapter les anciennes structures aux nouvelles et, surtout, penser plus souvent en fonction des systèmes, ce en quoi la technique nous vient en aide.*

Ricerca i nessi, pensare in base a sistemi, agire in modo funzionale

Riassunto. *Secondo l'autore, l'attuale crisi di sfiducia verso la società e la tecnica moderna è dovuta alla perdita di autorità, alla rapida modificazione delle condizioni di vita, alla scomparsa dei valori tradizionali e a un'insufficiente visione globale dei nessi. L'autore propone di adattare le vecchie strutture alle nuove esigenze e, in particolare, di pensare maggiormente in base a sistemi. I mezzi ausiliari necessari sono offerti dalla tecnica stessa.*

Die Herbsttagung der Sperry AG 1984 war dem Generalthema «Umdenken – Umlenken» gewidmet (vgl. dazu auch den Bericht auf Seite 44). Die nachstehend veröffentlichten Ausführungen bildeten eines der insgesamt vier Referate und sind zweifellos auch für unsere Leser interessant. Der Referent wollte mit seinen Gedanken Denkanstösse geben und zum Umdenken anregen.

Die Redaktion

1 Symptome unserer Gesellschaft

Betrachtet man die gesellschaftliche Entwicklung, so ist sie in den letzten Jahren durch eine zunehmende Ratlosigkeit gegenüber den auftretenden Problemen gekennzeichnet. In den Industriestaaten war die Bevölkerung über zwei Jahrzehnte an ein stetiges Wachstum der Wirtschaft gewöhnt und wird jetzt mit Stagnation, Arbeitslosigkeit und der Tatsache konfrontiert, dass der Wohlstand nicht selbstverständlich ist.

Besonders bedrückend ist die grosse Arbeitslosigkeit. In den Staaten der Europäischen Gemeinschaft sind es mittlerweile über 12 Mio Menschen, die aus dem Erwerbsleben ausgeschlossen sind. Offenbar kennen die Politiker und auch die Wirtschaftswissenschaftler keinen Ausweg.

Die Jugend ist von dieser Arbeitsmarktsituation besonders betroffen. «No future» ist eine Geisteshaltung von Teilen unserer Jugend. Sie ist gekennzeichnet durch Hoffnungslosigkeit, fehlende Zuversicht, Ziele und Vorbilder. Oft mündet diese Geisteshaltung in eine Flucht aus der Wirklichkeit durch Drogenkonsum, Zugehörigkeit zu einer obskuren Sekte, die den Jugendlichen eine Sinngebung für ihr Leben verspricht, oder auch in Aggressionen.

Es ist schon immer das Vorrecht der Jugend gewesen, neue Wege zu suchen und Bestehendes in Frage zu stellen. Das ist gut. Und die heutige Jugend ist besser als ihr Ruf. Sie ist generell ehrlicher als viele Erwachsene. Es fehlen aber auch heute nicht die Agitatoren, die die

Aufgeschlossenheit der Jugend missbrauchen und ihr Ideologien als Heilslehren infiltrieren. Das beginnt manchmal schon in den Schulen. Ohne genügende eigene Urteilsfähigkeit ist das Verhalten der Jugend dann durch Anmassung und Arroganz geprägt.

Ganz ausgeprägt ist die Anspruchshaltung einer grossen Zahl von Menschen ohne die Einsicht und Bereitschaft, für den Anspruch eine Gegenleistung zu erbringen. Man geniesst die Freiheit einer demokratischen Staatsform, ist aber nur bedingt bereit, auch die Verantwortung zu übernehmen.

Gleichzeitig ist auch bei den Erwachsenen das vermehrte Suchen nach Orientierung und einer Sinngebung nicht zu übersehen. Die Beschäftigung mit dem Phänomen Sterben, Tod und der Frage nach einem Leben nach dem Tode nimmt zu, und offenbar ist es heute bei aller wissenschaftlichen Rationalität sehr lohnend, okkulte Künste und Astrologie für die Erhellung der Zukunft anzubieten.

2 Die Ambivalenz der Technik oder die Technik auf der Anklagebank?

Sehr zwiespältig ist auch die Einstellung zur Technik generell und zum technischen Fortschritt. Es bestehen Zweifel und eine grosse Verunsicherung bei vielen Mitbürgern darüber, ob der technische Fortschritt wünschenswert ist oder nicht. Einerseits sieht man zum Beispiel die Mikroelektronik als «Jobkiller» an, die bestehende Lösungen substituiert und eine strukturelle Arbeitslosigkeit verursacht. Andererseits erhofft man von dieser Technologie und der ganzen Informationsverarbeitung einen Innovationsschub, der am Beginn einer langen Konjunkturwelle notwendig ist.

Die Bedrohung durch die Waffentechnik und die latente Gefahr eines Nuklearkrieges werden der Technik angelastet, und auch die friedliche Nutzung der Kernenergie ist psychologisch durch die Atombombe belastet. Mit der Schuldzuweisung an die Technik ist auch das Selbstverständnis der naturwissenschaftlichen Forschung in Frage gestellt. Ökologische Schwierigkeiten, wie Umweltverschmutzung und Waldsterben, sind

¹ Vortrag, gehalten an der 18. Sperry-Herbsttagung

² Prof. Dr. Ing. Robert Schnörr ist Generaldirektor und Mitglied der Konzernleitung der AG Brown, Boveri & Co, CH-5400 Baden

scheinbar Begründung und Rechtfertigung für Technikfeindlichkeit.

Es besteht eine ambivalente Einstellung zur Technik. Jeder weiss, dass wir den heutigen Wohlstand der Technik verdanken, und viele hoffen, dass die Probleme mit Hilfe der Technik gelöst werden. Und gleichzeitig beschleicht manchen ein Gefühl der Ohnmacht gegenüber den Auswirkungen der Technik, deren Ergebnisse er immer weniger versteht.

3 Was sind die Ursachen der Orientierungslosigkeit und der latenten Zukunftsangst?

Es gibt sicher viele Einflussgrössen, die die Geisteshaltung, das Bewusstsein, das Empfinden und die Verhaltensweisen der Menschen prägen. Da sind die Fakten. Aber nicht die Fakten selbst bestimmen die Verhaltensmuster, sondern die Interpretationen, warum die Dinge so gekommen sind und wie sie geändert oder beseitigt werden können. Folgende Ursachen scheinen für das heutige Erscheinungsbild wesentlich zu sein.

31 Autoritätsverlust

Seit Jahren findet ein Abbau jeglicher Autorität statt. Diesen Autoritätsverlust erlitten alle etablierten Institutionen: Staat, Kirche, Universitäten, Wirtschaft, Unternehmer usw., ebenso wie die Amtsträger: Politiker, Lehrer, Pfarrer, Wissenschaftler, Experten. Er machte auch nicht vor der Familie und den Eltern halt.

Dieser Prozess war und ist teilweise ideologisch provoziert. Nur durch einen Autoritätsabbau kann man die bestehende Ordnung überwinden und eine Änderung im Sinne der eigenen Ideologie bewirken. Zweifellos leistet auch ein Missbrauch, zu dem Autorität und institutionelle Macht manchmal neigen, diesem Prozess Vorschub.

Der Autoritätsabbau ist aber auch Ausdruck für die Tatsache, dass die auf Erfahrung oder Position gegründete Autorität dann nicht mehr haltbar ist oder gar zu falschen Entscheidungen führt, wenn Änderungen eingetreten sind, so dass die bisherigen erfolgreichen Verhaltensmuster nicht mehr passen oder falsch sind. Das trifft nun in grossem Masse zu.

32 Veränderungsgeschwindigkeit der Lebensumstände

Die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und der darauf beruhende technische Fortschritt bewirken so schnelle Veränderungen in der Arbeitswelt, im Umfeld, in das jeder eingebettet ist, dass jedes Individuum sich ständig anpassen muss. Sein Leben verläuft nicht mehr statisch, sondern erfährt eine zunehmende Dynamik. Es ist ein lebenslanger Lernprozess.

Diese Dynamik und permanente Anpassungsnotwendigkeit treffen natürlich auch die Wirtschaft, Verwaltung, den Staat und die Gesellschaft als Kollektiv. Die Reaktionsfähigkeit dieser Institutionen ist in vielen Fällen zu klein, um der Veränderungsgeschwindigkeit der Technik zu folgen. Die Folge sind Instabilitäten und Fehlverhalten.

33 Verlust an Wertmassstäben

Mit dem Autoritätsabbau konform ging auch der Verlust an Wertmassstäben. Wir erleben die Wandelbarkeit der Wertvorstellungen. Sie richten sich nach dem Machbaren. Es dominiert die «normative Kraft des Faktischen».

34 Unzureichende Kenntnisse der Zusammenhänge

Die Ergebnisse der Naturwissenschaften und die Möglichkeiten der Technik werden von vielen immer weniger verstanden. Das trifft besonders für die ganze Informationstechnik zu. Aber alle erheben den Anspruch, die Technik und ihre Auswirkungen zu verstehen und zu beurteilen, weil das zum neuen Demokratieverständnis gehört.

Es fehlen sowohl bei der Beurteilung der Technik als auch bei allen anderen Problemen weitgehend die Kenntnisse über die Wirkungszusammenhänge. Viele Entscheidungen und Massnahmen werden getroffen ohne Wissen, dass solche Wirkungszusammenhänge überhaupt bestehen. Die Realität ist wesentlich komplexer, als sich das viele vorstellen.

Solange sich gesellschaftliche Veränderungen über Generationen vollzogen haben, war die Unkenntnis der «vernetzten Zusammenhänge» harmlos. Bei der heutigen Gesellschaftsdynamik sind jedoch Unwissenheit und teilweise Ignoranz der Entscheidungsträger gegenüber diesen technischen Erkenntnissen katastrophal.

4 Die reale Welt funktioniert in Systemen

Es gibt keine Patentrezepte zur Lösung der gesellschaftlichen Probleme. Aber jede gute Analyse antizipiert den Lösungsansatz: Wir müssen die Probleme in ihrem Systemzusammenhang erkennen und lösen. Das «lineare» Denken genügt bei statischen Zuständen. Zum Verstehen der Dynamik komplexer Systeme ist die bisherige Denkweise absolut unzureichend.

In der Technik kennen wir schon lange Regelungskreise. Das sind geschlossene Wirkungskreise, bei denen die Wirkungen durch Rückkoppelung auch die Ursachen beeinflussen. Systeme bestehen aus mehreren Wirkungskreisen, die sich gegenseitig beeinflussen; sie sind miteinander verkoppelt. Die Beeinflussung muss nicht unbedingt physisch erfolgen. Es genügt, die Informationen zu geschlossenen Wirkungskreisen zu verknüpfen.

Regelungskreise und -systeme spielen auch in der Biologie eine grosse Rolle. Zum Beispiel werden der Blutzuckerspiegel, der Blutdruck, die Sauerstoffversorgung, die Körpertemperatur usw. über Regelkreise auch bei äusseren Störgrössen konstant gehalten. Auch diese Regelkreise beeinflussen sich gegenseitig, sie bilden ein System.

Jedes System, in dem die physischen Reaktionen oder die Informationsübermittlung Zeit in Anspruch nehmen, ist schwingungsfähig. Es kann instabil werden. Die Systemdynamik hängt von diesen Zeitverzögerungen ab. Bereits bei einfachen Systemen lässt sich die Dynamik nicht mehr mit dem «gesunden Menschenverstand» abschätzen.

Die reale Welt besteht aus Systemen. Es bestehen komplexe Wirkungszusammenhänge. Bei einer Einfluss-

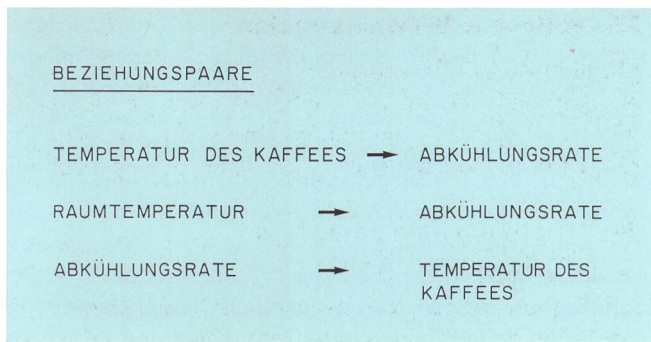


Fig. 1
Abkühlen einer Tasse Kaffee

nahme auf einzelne Parameter entstehen Reaktionen, die ohne Systemkenntnisse nicht vorhersehbar sind.

Diese Zusammenhänge bestanden natürlich schon immer. Es stellt sich deshalb die Frage, warum fehlerhafte Einflussnahmen erst jetzt so negativ sichtbar werden. Wenn alle Systemgrößen konstant bleiben, ist auch das System statisch. Die Zusammenhänge sind nicht erkennbar und spielen auch keine Rolle. Auch in einer Wachstumsphase, wie wir sie zwei Jahrzehnte gehabt haben, werden Fehler durch das Wachstum schnell kompensiert. Das System wird stabilisiert.

Heute sind die Störgrößen für die Systeme ganz erheblich gestiegen und intensiver geworden. Die Reaktionsfähigkeit der Systeme bei den vorhandenen Strukturen reicht nicht mehr aus, sie werden instabil!

5 System-Dynamik

Es sei die System-Dynamik anschaulich gemacht durch die Computer-Simulation von ein paar einfachen Systemen.

Zunächst wird das Abkühlen einer Tasse Kaffee betrachtet. Es bestehen folgende Beziehungspaare:

- die Raumtemperatur beeinflusst die Abkühlungsrate
- die Abkühlungsrate beeinflusst die Kaffeetemperatur
- und umgekehrt.

Diesen Zusammenhang zeigt das Beziehungsnetz. Die Rückwirkung der Tasse Kaffee auf die Raumtemperatur

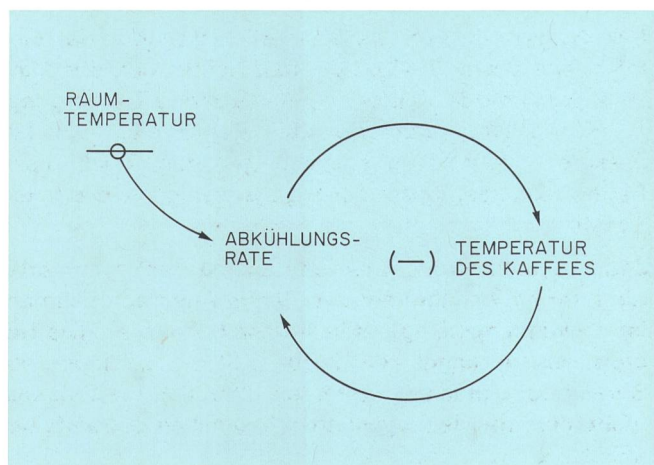


Fig. 2
Beziehungsnetz für die Abkühlung

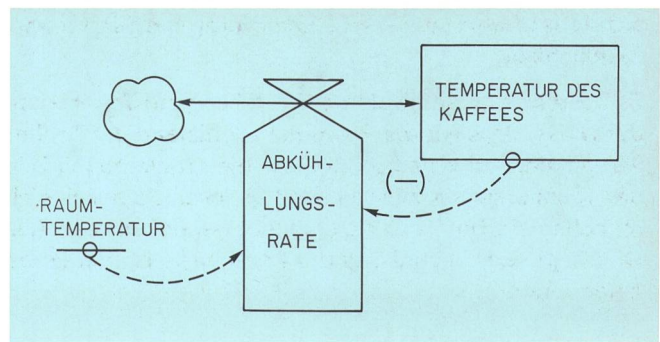


Fig. 3
Simulationsmodell für die Abkühlung

ist vernachlässigt. Die Kaffeetemperatur als Funktion der Zeit folgt dann einer Kurve. Es ist die sogenannte e-Funktion, die alle natürlichen Vorgänge beschreibt (Fig. 1...4).

Als nächstes Beispiel betrachten wir ein Verkaufs-Produktionssystem. Die Fabrik, das Lager und der Verkauf sind als System miteinander vernetzt (Fig. 5). Es wird angenommen, dass die Lieferungen stetig zunehmen.

Dann wird die Ware zuerst dem Lager entnommen. Das Inventar nimmt ab und wird über die Produktion nach der Durchlaufzeit wieder aufgefüllt. Die Nachbestellungsrate und die Personalkapazität verlaufen stetig. Das Managen dieses Geschäftes ist kein Problem (Fig. 6).

In der nächsten Simulation wurde ein stochastischer Bestellungseingang angenommen. Das Inventar schwankt dann sehr. Entweder besteht eine grosse Kapitalbindung im Umlaufvermögen, oder es kann nicht geliefert werden. Bei den angenommenen Zeitverzögerungen klingen die Schwingungen nicht mehr ab. Zu beachten ist, dass dabei die Durchlaufzeit in der Produktion die gleiche Wirkung hat wie die Zeit für die Übermittlung der Informationen vom Verkauf zur Produktion (Fig. 7).

Als nächstes Beispiel sei ein stark vereinfachtes Beschäftigungsmodell betrachtet (Fig. 8). Die Produktkosten werden durch die Löhne und Gehälter wesentlich beeinflusst; die Produktkosten beeinflussen das Bestellvolumen, und davon hängt der Gewinn ab. Bei gu-

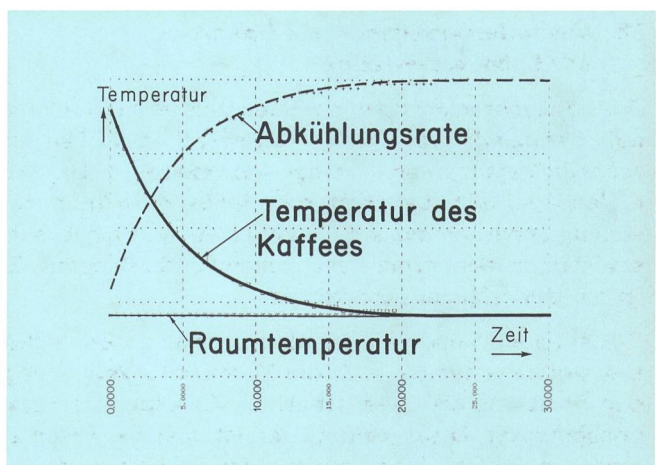


Fig. 4
Kaffeetemperatur als Funktion der Zeit

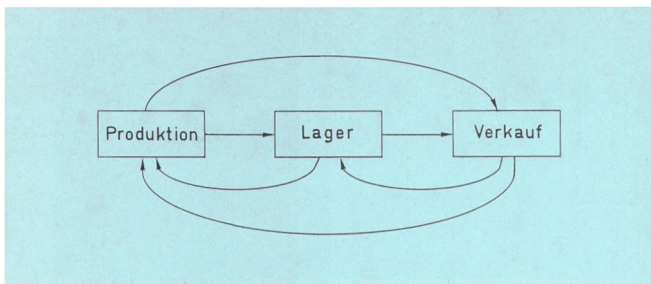


Fig. 5
Verkaufs-Produktions-System

tem Geschäftsgang wird investiert. Die grössere Kapazität erhöht auch den Personalbedarf, der die Saläre bestimmt. Der Wirkungskreis ist geschlossen.

Von den Salären hängt der Lebensstandard ab, an dem die Beschäftigten im nichtproduktiven Sektor ihre Wünsche orientieren. Die Kosten müssen über Steuern und Sozialabgaben aufgebracht werden, die Gewinne werden geschmälert. Wir haben einen zweiten, verkoppelten Regelkreis.

Bei einer Kompensationserwartung der Beschäftigten im unproduktiven Sektor von 50 % des produktiven Sektors stabilisiert sich die Beschäftigungslage. Am Ende hat eine Umverteilung der Einkünfte vom produktiven zum unproduktiven Sektor stattgefunden, und die Gewinne sind geschmälert. Das Niveau der Beschäftigung wird langfristig durch die Steuern und Abgaben bestimmt (Fig. 9).

Wenn die Kompensationserwartung des nichtproduktiven Sektors gleich gross oder höher ist als im produktiven Sektor, entsteht eine über Jahrzehnte dauernde starke Schwankung der Beschäftigung, weil der nichtproduktive Sektor ohne direkten Kontakt zum Markt seine Kompensationserwartung regelmässig über gute Wirtschaftslagen hinaus beibehält (Fig. 10).

6 Das Problem «Arbeitslosigkeit» im Systemzusammenhang

In dem stark vereinfachten Beschäftigungsmodell sind wesentliche weitere Beziehungsgrössen weggelassen.

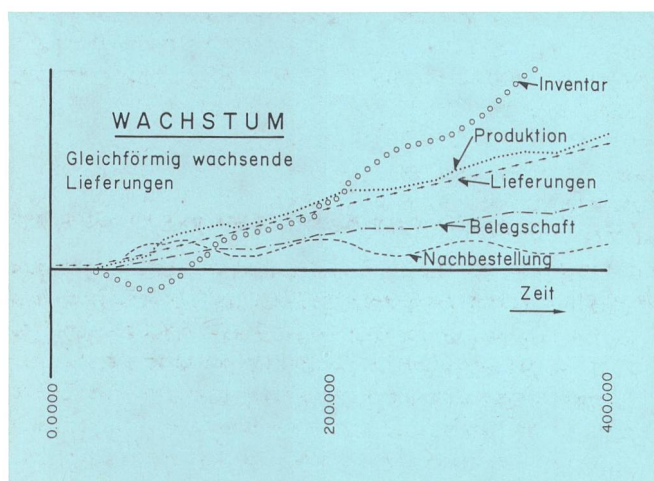


Fig. 6
Wachstumsentwicklung bei gleichförmig zunehmenden Lieferungen

Beispielsweise ist die Geldmenge als konstant angenommen, der Bedarf und die Ergiebigkeit des Marktes für das Bestellvolumen wurden nicht begrenzt, und auch die Rückwirkung der Löhne auf die Kaufkraft und damit auf den Markt wurde nicht berücksichtigt. Das heisst aber nur, dass die Struktur der Systemzusammenhänge in Wirklichkeit noch viel komplexer und mit dem gesunden Menschenverstand noch viel weniger überschaubar ist. Es ist auch nicht die Absicht, ein vollständiges Beschäftigungsmodell zu entwickeln, in dem alle relevanten Grössen und Beziehungen enthalten sind. Mein Anliegen ist es, Ihnen die Systemdynamik nahezubringen. Wer kann an dem einfachen System erkennen, dass es schwingt, unter welchen Bedingungen es schwingt und welches Gewicht die einzelnen Funktionen für die Stabilität dieses Systems haben? Es wäre schon viel gewonnen, wenn alle Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft davon Kenntnis nehmen würden, dass die reale Welt in Systemen funktioniert.

Wie sehen im Lichte des einfachen Beschäftigungsmodells die Rezepte aus, die für die Beseitigung der Arbeitslosigkeit propagiert wurden?

- Arbeitszeitverkürzung bei vollem Lohnausgleich erhöht die Produktionskosten und vermindert über die Rückkoppelung letztlich den Personalbedarf, die Beschäftigung geht zurück.
- Die Vermehrung der Arbeitsplätze im unproduktiven Sektor wirkt sich zunächst positiv auf die Beschäftigungslage aus. Die dafür notwendige Erhöhung der Steuern und Sozialabgaben dämpft die Wirtschaft, und mit einer bestimmten Zeitverzögerung ist die Beschäftigungslage schlechter als vorher.
- Der Ausbau des Gesundheitswesens und anderer Sozialdienste hat die gleiche Wirkung. Auch Beschäftigungsprogramme des Staates müssen letztlich über Steuern finanziert werden und führen zu Schwankungen. Mit einer Schuldenpolitik des Staates verschieben wir nur die Probleme.
- Höhere Arbeitskosten haben nur dann keine negativen Wirkungen, wenn sie durch eine entsprechend grössere Produktivität kompensiert werden. Die Produktkosten werden nicht beeinflusst.
- Die oft erhobene Forderung nach mehr Investitionen in der Wirtschaft ist kontraproduktiv, wenn die Kapazität

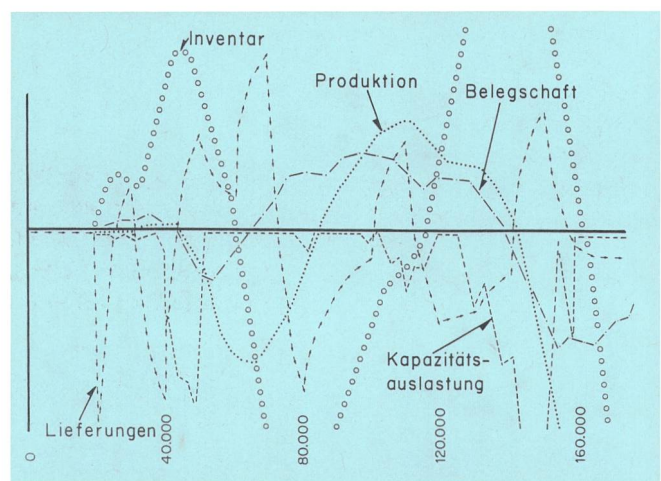


Fig. 7
Wachstumsentwicklung bei stochastisch zunehmenden Lieferungen

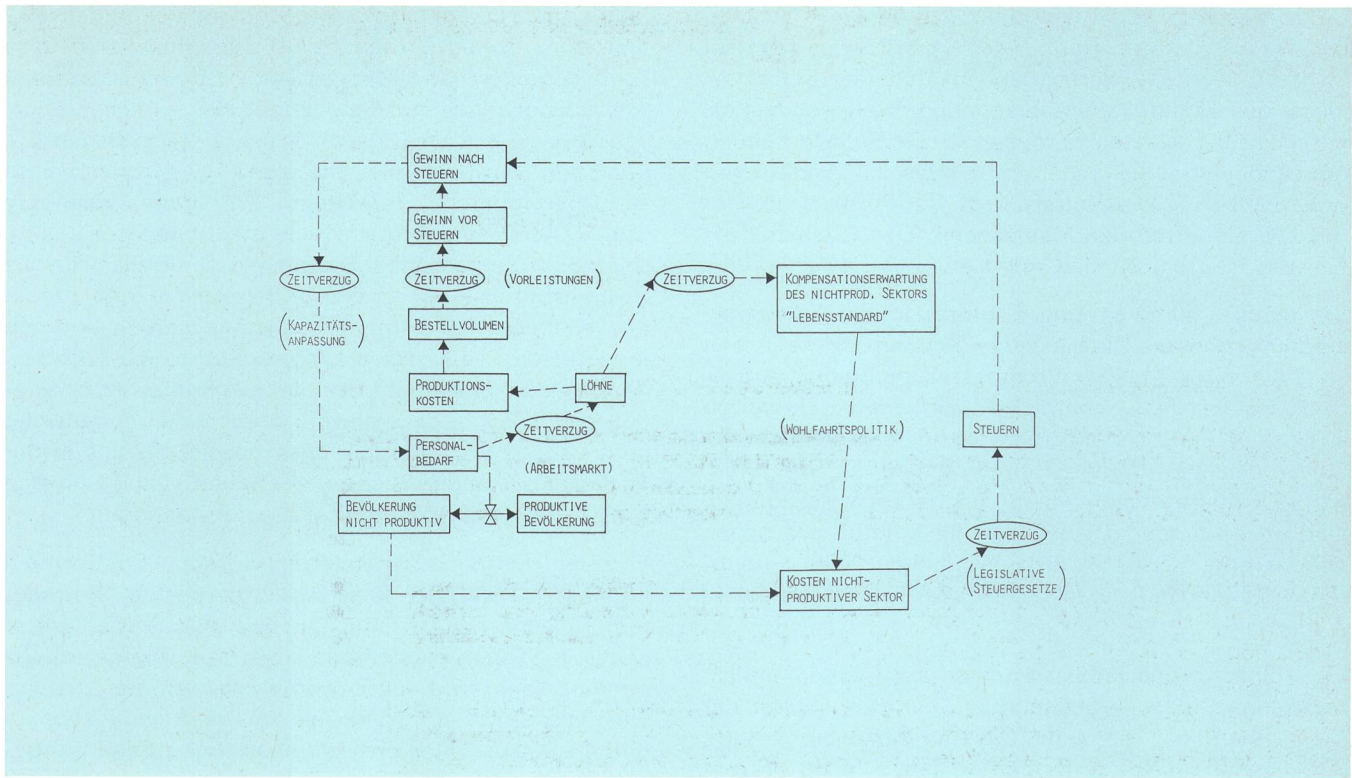


Fig. 8
Stark vereinfachtes Beschäftigungsmodell

zität nicht benötigt wird. Ohne Gewinnaussichten kann auch nicht investiert werden.

7 Ein neues, umfassendes Arbeitsverständnis muss entwickelt werden

Welche Rolle spielen eigentlich unsere Hausfrauen in dieser ganzen Beschäftigungssituation? Die Hausfrauen tragen zweifellos mit ihrer Arbeit zur Erhöhung des Lebensstandards bei. Sie erhöhen jedoch nicht die Kosten im unproduktiven Sektor, denn sie erhalten für ihre Arbeit, die nicht auf 35 oder 40 Wochenstunden begrenzt ist, keine Entlohnung. Sie stellen auch ein Arbeitskräfte-reservoir dar, das bei Bedarf in Anspruch genommen

wird. Sinkt der Bedarf, so werden sie wieder aus dem Erwerbsleben hinauskomplimentiert. In der Regel obliegt den Hausfrauen auch die Kindererziehung. Sie leisten dafür einen Einkommensverzicht, denn sie machen auch die Kindererziehung unentgeltlich. Um das Mass voll zu machen, wird die Erfüllung der Versorgungsansprüche im Alter den Kindern jener aufgebürdet, die jetzt schon die Hauptlast der Kinderkosten tragen! Es wird kaum zur Kenntnis genommen, dass durch die geltenden Regelungen der Altersversorgung eine jährliche Umverteilung in Milliardenhöhe von den Familien mit mehreren Kindern zu den Kinderlosen geschieht. Die Hausfrauen sind ein wesentliches stabilisierendes Element der Volkswirtschaften in den Industriestaaten.

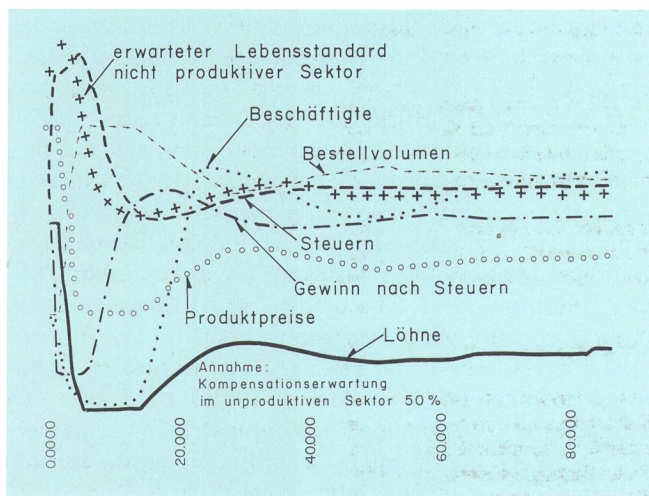


Fig. 9
Auswirkungen des unproduktiven Sektors bei Kompensationserwartungen von 50 % des produktiven Sektors. Erläuterungen im Text

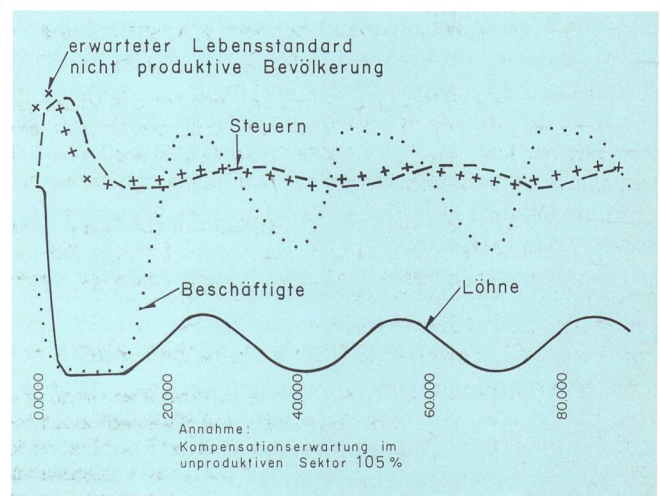


Fig. 10
Auswirkungen wenn der unproduktive Sektor gleich gross oder höher ist als der produktive. Erläuterungen im Text

Oder ist es treffender, zu sagen: Sie sind die Sklavinnen der Nation? Da ihre Arbeit nicht bezahlt wird, zählt sie auch nicht. Nur Erwerbsarbeit im üblichen Sinne geniesst gesellschaftliche Anerkennung. Wen wundert es, dass in allen Staaten Europas die zur Selbsterhaltung notwendige Geburtenrate von 2,1 bis 2,3 Kindern pro Frau deutlich unterschritten wird? Nur Portugal erreicht mit 2,17 Geburten den Mindestwert. Der «Selbstmord» Europas ist programmiert mit allen negativen Folgen.

Wir müssen zu einem neuen, umfassenden Arbeitsverständnis kommen. Die einseitige Bestimmung der Arbeit als Erwerbsarbeit, ihre Vorrangstellung und ihre ausschliessliche gesellschaftliche Anerkennung erweisen sich zunehmend als unzureichend für das menschliche Zusammenleben. Andere Formen der Arbeit, wie Haushalt, Eigenarbeit und unentgeltliche Dienstleistungen, sind unverzichtbar und müssen Bestandteil des neuen Arbeitsverhältnisses werden. Wir haben einen strukturellen Mangel an Arbeitsplätzen, aber keinen Mangel an Arbeit!

Wir sollten in den Industriestaaten auch einmal ehrlich anerkennen, dass Arbeitslosigkeit für vier Fünftel der Menschheit kein Thema ist. Sie sind damit beschäftigt, ihre Grundbedürfnisse zu befriedigen. Fünfzig Prozent der Menschen in den Entwicklungsländern sind jünger als zwanzig Jahre. Diese Menschen denken anders als wir. Wer angesichts dieser Tatsachen dafür plädiert, den technischen Fortschritt abzubremsen oder gar zu stoppen, um die Änderungen in den Industriestaaten geistig und soziologisch zu bewältigen und sozial verträglich zu machen, der ignoriert die Not weiter Bevölkerungsteile dieser Erde.

8 Optimierungskriterien

Welche Erkenntnisse können nun aus der Systembetrachtung gewonnen werden, und welche Konsequenzen sind zu ziehen?

Unsere heutige Zivilisation mit ihren gewachsenen Systemstrukturen kann nur eine begrenzte Veränderungsgeschwindigkeit verkraften. Wir haben deshalb nur die Wahl, die Geschwindigkeit des technischen Fortschrittes abzubremsen oder die Strukturen zu ändern. Abbremsen ist zweifellos der bequemere Weg. Er verkauft sich von alleine, wir müssen nichts tun, wir haben keine Verantwortung. Auf diesem Wege können wir jedoch weder unseren eigenen Wohlstand halten, noch können wir die Not grosser Bevölkerungsteile in den Entwicklungsländern lindern. Wir müssen deshalb die Strukturen ändern! Das ist wesentlich schwieriger und erfordert ein tiefgreifendes Umdenken und Umlenken. Wir müssen in Systemen denken!

Es stellt sich damit die grundlegende Frage: Gibt es Kriterien für die Optimierung von Systemen? Welche Strukturen sind optimal, so dass die Systeme auch bei grossen Veränderungsgeschwindigkeiten stabil bleiben? Aus der Struktur- und Systemtheorie kennen wir diese Optimierungskriterien, und wir können dazu auch Anleihen bei den biologischen Systemen machen, die im evolutionären Prozess über Millionen Jahre optimiert wurden. Danach ist die Systemeffizienz um so grösser, je grösser die funktionale und je kleiner die strukturelle Komplexi-

tät ist. Das bedeutet, dass möglichst jede einzelne Funktion eines Systems identifiziert sein muss und diese Funktionen nur insoweit miteinander verbunden werden, wie das notwendig ist. So entsteht eine einfache, überschaubare Struktur. Diesem Zweck dient auch die Bildung von Sub-Systemen, die jedes für sich bestimmte Aufgaben autonom bewältigen. Nur dann, wenn ein Sub-System seine Aufgabe nicht mehr bewältigen kann, greift das übergeordnete System ein. Die Dynamik eines Systems ist also um so besser beherrschbar, je besser die verschiedenen Aufgaben funktional verteilt sind und je einfacher und kürzer die Informationswege zwischen den Funktionen sind. Zu den einfachen Informationswegen gehört auch, dass diese Informationen gegenseitig sofort verstanden werden. Man bezeichnet das in der Technik als Standardisierung der Schnittstellen und eine grosse Vereinbarungstiefe für die Informationen.

Es seien nun diese Optimierungskriterien für Systeme an einigen Beispielen anschaulich dargestellt. Betrachten wir zunächst ein Ehepaar, das in gewisser Weise auch ein System darstellt. Je klarer alle möglichen Aufgaben erkannt sind und Einvernehmen darüber besteht, wer sie ausführt, um so kleiner sind die Reibungspunkte und die Diskussionen über die Ausführung dieser Aufgaben. Es besteht eine grosse funktionale Komplexität, das System reagiert schnell. Man lästert oft, Ehepaare reden nicht miteinander. Man kann das auch systemtheoretisch positiv interpretieren. Es besteht eine so grosse Vereinbarungstiefe, dass sich die beiden blind verstehen, auch ohne grossen Nachrichtenfluss.

Betrachten wir als nächstes die Organisation einer Firma oder einer Behörde. Auch eine Organisation ist ein System. Es ist leicht einzusehen, dass dieses System um so besser funktioniert, je besser die Aufgaben und die Zuständigkeiten bekannt sind. Die üblichen und auch heute noch gängigen Aufgabenbeschreibungen sind jedoch keine Gewähr dafür, dass keine Überlappungen vorhanden sind. Eindeutig und invariant ist eine Aufgabe nur dann, wenn sie nach Funktion analysiert und beschrieben wird. Wir haben dann eine grosse funktionale Komplexität. Um die Informationsstrukturen einfach zu gestalten, muss man all die Funktionen in Subsysteme zusammenfassen, die informatorisch eng zusammenarbeiten müssen. Man bildet autonome Aufgabenkomplexe. Die Informationen innerhalb und zwischen den Subsystemen müssen möglichst formalisiert sein. Das heisst, es ist vereinbart, wie der Informationsabtausch stattfindet. Es besteht also eine einfache Struktur und letztlich eine hohe Effizienz dieser Organisation. Zur Zeit sind die meisten Organisationen noch sehr weit von dieser Optimierung entfernt. Eine solche Optimierung im Sinne der Systemtheorie ermöglicht auch einen optimalen Computereinsatz und eine modulare, wiederverwendbare Anwendungs-Software für die innerbetriebliche Informationsverarbeitung. Diese Dinge werden mehr und mehr wettbewerbsentscheidend. Wir müssen aber auch erkennen, dass diese Optimierung eine Änderung bestehender Strukturen erfordert, auf die sich Macht und Sozialprestige der Vorgesetzten in allen hierarchischen Stufen gründen. Das Umdenken ist deshalb hier besonders schmerzhaft und langwierig.

Es ist provozierend, aber es ist die Realität: Zwischen einem Unternehmen und seiner Zukunft steht nichts aus-

ser dem Mangel an eigenständigem, originärem Denken und dem Mut, entsprechend zu handeln.

Das negative Bild einer optimalen Organisation bezeichnet die Bürokratie. Bürokratie ist der emotionale Ausdruck für die Ineffizienz eines Systems. Ich glaube, jeder, der einmal mit einem Antrag in fünffacher Ausfertigung in einer Behörde wegen unklarer Zuständigkeiten von Schalter zu Schalter gewandert ist, hat ein Gefühl für kleine funktionale Komplexität und grosse strukturelle Komplexität bekommen.

Betrachten wir noch das System Mensch. In diesem biologischen System, das zweifellos ausgezeichnet arbeitet, sind viele autonome Subsysteme, die bestimmte Regelaufgaben übernehmen. Das menschliche Gehirn hat normalerweise mit der Steuerung dieser Subsysteme nichts zu tun. Das menschliche Gehirn selbst ist aus mindestens zehn Milliarden Nervenzellen aufgebaut, und an jeder Nervenzelle befinden sich bis zu eintausend Synapsen. Das sind die Schaltstellen zwischen den Nervenzellen. Wir haben also eine ungeheuer grosse funktionale Komplexität. Die Nervenzellen selbst sind alle gleich aufgebaut, und zwischen ihnen bestehen identische Koppelungsbedingungen. Es ergibt sich also eine hohe Modularität und eine grosse Vereinbarungstiefe, so dass der notwendige innere Nachrichtenaustausch minimiert wird. Die Optimierungskriterien sind somit extrem erfüllt, und die Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns ist ungeheuer gross.

Zum Verständnis und zur Lösung unserer Probleme verfügen wir nicht nur über die Systemkenntnisse aus technisch-naturwissenschaftlicher Sicht, sondern auch über die Werkzeuge für die Simulation der Zusammenhänge und ihrer Dynamik und die Messlatte für die Optimierung der gesellschaftlich relevanten Zusammenhänge. Die Gesellschaft benutzt die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Technik. Es ist dringend notwendig, dass sie auch die naturwissenschaftliche Vernunft und Logik benutzt.

9 Ideologien und Glaubenssätze behindern das Umdenken

Beginnen muss das Umdenken bei den Glaubenssätzen, die viele Bereiche beherrschen, und den Ideologien, die unser Denken beeinflussen. Teilweise sind es auch liebgeordnete Irrtümer, Dogmen, eigensüchtige Motive und Positionen, die irgendwann in einer unglücklichen Stunde bezogen wurden und gegen bessere Einsicht verteidigt werden, weil man geistige Flexibilität und schon gar das Zugeständnis eines Irrtums für Charakterschwäche hält.

In den Ländern, wo eine allzu zentralistische Bürokratie herrscht, arbeitet das Wirtschaftssystem ineffizient, was oft genug bewiesen worden ist. Gleichwohl ist das «zentralisierende» Denken auch in Industrienationen weit verbreitet. Wirtschaftspolitisch läuft es stets darauf hinaus, alles Heil beim Staat samt seiner Bürokratie zu suchen. Man fragt sich, welches Anschauungsmaterial noch vorliegen muss, um solche Wirtschaftssysteme als ineffizient zu erkennen?

Man braucht sich darüber freilich nicht zu wundern, dass andere Industrienationen so wenig Erfolg damit ha-

ben, ihre eigene, effiziente liberale Wirtschaftsordnung anderen Ländern verständlich zu machen. Bei aller Unvollkommenheit ist die soziale Marktwirtschaft die wirtschaftspolitische Entsprechung zur parlamentarischen Demokratie.

Durch das unaufhaltsame Vorrücken des Staates haben wir auch in den westlichen Demokratien einen schleichenden Übergang zum sozialistischen Wirtschaftssystem. In der Schweiz geht heute rund ein Drittel des Sozialproduktes durch die öffentlichen Hände. Dabei ist die Schweiz noch verhältnismässig gut dran; andere Länder weisen noch wesentlich höhere Staatsanteile auf. Bei einem Staatsanteil von hundert Prozent haben wir per Definition ein «sozialistisches» Wirtschaftssystem.

Aber auch in der Schweiz ist die Entwicklung alarmierend: Nach der Eidgenössischen Volkszählung betrug die Zunahme des Staatspersonals von 1970 bis 1980 beim Bund +8 %, in den Kantonen +45 % und in den Gemeinden +28 %. Die Staatsdiener-Quote stieg von 13,1 % auf 16 % aller Erwerbstätigen. Jeder sechste arbeitet für den Staat. Das ist ein Anstieg von 100 000 Personen auf 495 000 Beschäftigte.

Im gleichen Zeitraum ist in der Privatwirtschaft die Beschäftigungszahl um 6000 zurückgegangen. Die Wohnbevölkerung hat sich um 1,5 % erhöht.

Die Volkswirtschaft ist ebenfalls ein komplexes System, dessen Dynamik alle einbezieht. Die Wirtschaftspolitik in den meisten Staaten nimmt davon kaum Kenntnis. Ständige punktuelle Eingriffe des Staates, Staatsverschuldung mit Kreditaufnahmen am Kapitalmarkt, die nicht für produktive Zwecke verwendet werden, sind Störgrößen, die das System zu Schwingungen anregen. Die Nationalökonomien kennen diese Schwingungen, kurz-, mittel- und langfristige. Es gibt viele Interpretationen. Sie sind nur als Dynamik des Systems erkennbar und zu verstehen.

Das Problem ist: Wie sieht das System aus? Welches sind die relevanten Beziehungsgrößen? Die Monetaristen unter den Ökonomen wollen auch heute noch das komplexe System reduzieren auf eine Dimension: die Geldmengenpolitik. *Eugen Löb* [1], führender Reformierender des «Prager Frühlings» und heute Wirtschaftsexperte in den USA, nennt das Problem: «Die Inflation ist eine Folge falscher Theorien!» Auch der Präsident unserer Nationalbank, *Fritz Leutwiler* [2], fordert, dass der Staat sich auf seine Ordnungsfunktion beschränken muss, um die Wirtschaft handlungsfähig zu machen.

Im System der Wirtschaft haben wir auch das Phänomen der positiven Rückkoppelung. Die Wirkung verstärkt die Ursache. In einer Krise geben die Menschen ihr Geld nicht aus, sondern versuchen zu sparen und machen damit alles noch schlimmer. Umgekehrt geht die Sparquote in Zeiten der Hochkonjunktur zurück.

Fast alle emotional beeinflussten Rückkoppelungen wirken anfachend; sie sind irrational. Besonders tragisch ist das beim Rüstungswettlauf.

10 Die Legitimation der Naturwissenschaften

Die Objektivität, ethische Wertfreiheit und politische Neutralität wissenschaftlicher Erkenntnisse waren die

klassischen Rechtfertigungen für die Freiheit und Anerkennung der Wissenschaft. Diese Legitimation wird heute in Frage gestellt.

Eine der Ursachen für diese Legitimationskrise der Naturwissenschaft und die Diskriminierung des technischen Fortschrittes ist zweifellos die Komplexität der Resultate und Zusammenhänge, welche von grossen Teilen der Mitbürger nicht mehr verstanden werden. Es ist eine grosse Herausforderung an die Naturwissenschaftler und Techniker, ihre Ergebnisse verständlich zu machen und auch komplizierte Sachverhalte einfach und klar darzustellen.

Die Naturwissenschaften bilden nicht nur die Basis für die technische Dynamik, sie werden zunehmend in sie integriert: Die Naturwissenschaft verliert die Distanz zwischen der Erzeugung von Wissen und seiner technischen Verwendung. Als Folge davon wird die Naturwissenschaft in gesellschaftliche Konflikte hineingezogen. Wissenschaft ist dann nicht mehr wertfrei und politisch neutral. Wissenschaftlich-technische Entwicklungen haben einen grossen Einfluss auf die gesellschaftliche Ordnung und sind dementsprechend mehr oder weniger sozialverträglich. Ein Beispiel dafür ist nicht nur die Waffentechnik. Die Folgewirkungen der Mikroelektronik laufen jeder Beschäftigungs- und Wirtschaftspolitik den Rang ab. Zwanzig Jahre Fernsehen haben die heutige Studentengeneration vermutlich stärker geprägt als alle bildungspolitischen Massnahmen und Experimente. Die Kernenergie ist zu einem Bestimmungsfaktor der Außen- und Innenpolitik der Regierungen geworden.

Der Ruf nach einer Forschungskontrolle kam in die Diskussion. Auch die Folgewirkungen der Technik sollten institutionell abgeschätzt und auf dieser Basis die Forschungsrichtungen und der technische Fortschritt beeinflusst werden. Ist das möglich? Ist das wünschenswert? Ist es erstrebenswert, den Einfluss wissenschaftlich-technischer Dynamik durch die Kontrolle des Wissenszuwachses zu kontrollieren?

Die Unfähigkeit der Menschen, in Frieden miteinander zu leben, ist ein geistiger Mangel, ein ethisch-moralischer Entwicklungsrückstand. Ideologische Intoleranz und politischer Machtanspruch sind die Ursachen für Konflikte, im grossen wie im kleinen. Es ist geschichtlich nachweisbar, dass gerade die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse dazu beigetragen haben, Massstäbe zu finden und die Ignoranz abzubauen.

1878 schrieb *Friedrich Nietzsche*: «Wenn die Menschheit sich nicht ... zugrunde richten soll, muss vorher eine alle bisherigen Grade übersteigende Kenntnis der Bedingungen der Kultur, als wissenschaftlicher Massstab für ökumenische Ziele, gefunden sein. Hier liegt die ungeheure Aufgabe der grossen Geister des nächsten Jahrhunderts.»

Diese Aufgabe ist noch nicht gelöst. Einfach ausgedrückt, liegt das an der Unkenntnis zu wissen, was gut ist.

Dazu ein heute noch hypothetisches Beispiel: Menschenzüchtung wird übereinstimmend als unmoralisch angesehen. Es ist jedoch zu bezweifeln, dass diese Einstellung bleibt, wenn eine gezielte Eugenik möglich sein wird. Zuerst werden medizinische Rechtfertigungen

kommen. Als nächstes werden sich Eltern auf ihr Recht berufen, ihre Kinder «nach Mass» mit nützlichen Eigenschaften auszustatten. Schliesslich wird der Staat im Interesse der Gesamtentwicklung den Gen-Pool der Bevölkerung beeinflussen. Weder die Erkenntnistheorie noch die Moralphilosophie sind immun gegen Fortschritte des Wissens. Auf Dauer scheinen nur solche Eigenschaften des Menschen normativ als Elemente seiner unantastbaren Würde zu gelten, die noch nicht wissenschaftlich operativ verfügbar geworden sind. Das heisst: Wertpositionen werden über Optionen entschieden. Technologien haben eine normative Wirkung. Wissenschaftlich-technische Entwicklungen tragen in der Regel eine Vorentscheidung über die Art zu leben in der Zukunft. Es ist deshalb notwendig, sich mit diesen Entwicklungen auch geistig auseinanderzusetzen.

Gesellschaftsziele können nicht vorgegeben werden. Wir können nicht nach unseren heutigen Beurteilungsmassstäben die Prioritäten setzen. Dafür sind die Betrachtungszeiträume zu klein. In hundert Jahren sind die Menschen anders. Sie werden anders denken und anders fühlen. Wir können das heute nicht ermessen. Die Menschen, die im 18. Jahrhundert gelebt haben, würden uns wahrscheinlich auch nicht verstehen. Die Jugend wird problemlos mit den Veränderungen fertig, falls sie sich mit der Technik befasst.

Es ist sicher richtig, sich mit den Folgen des technischen Fortschrittes auseinanderzusetzen. Es ist auch richtig, die Auswirkungen durch entsprechende Massnahmen sozial verträglich zu machen. Ich möchte aber in diesem Zusammenhang einmal die provozierende Frage stellen: Wer kümmert sich um die geistige Umweltverschmutzung? Es werden so viele unbewiesene Behauptungen zur Richtschnur politischen Handelns gemacht. Auch hier bestehen Systemzusammenhänge. Welche Folgen hat die Diskriminierung des Leistungsprinzips? Welche Folgen hat das neue Ehescheidungsrecht auf die gesellschaftliche Entwicklung? Wie viele Menschenleben haben die verschiedenen Ideologien gekostet? Nicht die Technik ist schlecht, es ist der Mensch, der sie missbräuchlich benutzt. Die Glaubenskriege sind der Beweis, dass menschliches Fehlverhalten und entsprechende Interpretation sogar aus einem Evangelium der Liebe eine intolerante Ideologie machen können. Die grösste Gefahr geht auch heute noch von den Ideologien aus. Sie sind eine geistige Bevormundung und eine unzulässige Verengung und Simplifizierung der Realität. Der Glaube, im Besitze der absoluten Wahrheit zu sein, macht intolerant. Bescheidenheit und Demut wären sehr förderlich, insbesondere auch für die sogenannten «Intellektuellen». Die Beschäftigung mit den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen kann dabei für das Umdenken sehr hilfreich sein.

11 Umdenken bei der Bildung

Das staatliche Bildungswesen zeigt bisher kaum Ansätze, die Technik als Teil unserer Kultur in den Bildungsauftrag der Schulen einzubeziehen. Ein Verständnis der technischen Zusammenhänge gehört zur Allgemeinbildung und erleichtert auch die Akzeptanz neuer Technologien.

Ein Analphabet ist selbst mit einem Bleistift überfordert!

Unser Ausbildungssystem ist ausserdem noch stark orientiert auf eine Wissensanhäufung im Sinne des Einprägens anfragbarer Daten und Fakten. Man sollte das auf das Wesentliche beschränken. In einer Zeit, in der Informationen von elektronischen Datenbanken abgerufen werden können, zählt sich diese Art von Wissensanhäufung nicht aus. Wichtiger sind eine allgemeine Denk- und Lernschulung und eine umfassende Persönlichkeitsbildung:

- kommunikatives und gemeinschaftsbezogenes Verhalten
- die Fähigkeit, Probleme zu analysieren
- die Integrationsfähigkeit in Teams
- die Kommunikationsfähigkeit
- die Auswahl und Verdichtung der Informationen für eine gegebene Aufgabe und ihre Gewichtung
- die Fähigkeit des Lernens.

12 Das komplexe System der Evolution

Es ist heute unbestritten, dass das Universum und das Leben sich evolutiv über viele Millionen Jahre entwickelt haben. Die Evolution ist ein äusserst komplexes System, das wir durch die naturwissenschaftliche Forschung zunehmend besser verstehen.

Der ganze evolutive Prozess hat Muster, Strukturen und selbstorganisierende Systeme hervorgebracht, die sich zu immer grösserer Komplexität entwickelt haben. Auch das ökologische System, das so bedeutsam für uns ist, ist ein Resultat dieser Entwicklung. Wir kennen dessen Zusammenhänge und seine Dynamik noch ungenügend. Dass wir mit ihm jedoch verkoppelt sind, haben wir mittlerweile registriert.

Der Mensch ist eingebettet in diese ganze Systementwicklung und ist selbst ein kleines, sehr komplexes Subsystem. Im menschlichen Körper laufen etwa 40 000 chemisch-biologische Reaktionen ab. Wer koordiniert diese Reaktionen? Die Information für dieses Zusammenspiel ist das Leben. Information ist etwas Geistiges. Wir sind eine physisch-geistige Einheit. Leben ist danach ein geistiges Muster, das die Evolution hervorgebracht hat. Der Tod ist umgekehrt der Zusammenbruch dieses Systems.

Es besteht kein Grund zu der Annahme, dass diese Evolution beendet ist. Sie geht mit Sicherheit weiter. Ob die biologische Phase der Evolution beendet ist, wie *John C. Eccles* [3] annimmt, und nun die kulturelle Evolution beginnt oder nach *Carsten Bresch* [4] die intellektuelle Evolution sich fortsetzt, ist unerheblich: Es werden immer komplexere Systeme und stärker vernetzte Zu-

stände der Materie entstehen. Wir sind ein Teil dieser evolutiven Entwicklung und haben damit auch Verantwortung.

Hat die Evolution eine Zielrichtung? Das Prinzip der Evolution ist nicht nur ein dauernder Selektionsprozess konkurrierender Lösungen, wie der Sozialdarwinismus und der Marxismus das sieht. Es ist auch nicht nur ein reiner Zufallsprozess, wie *J. Monod* das glaubt. Es ist offenbar eine Zielrichtung vorgegeben, eine geistige Transzendenz zur Entwicklung grösserer Komplexität. Diese Zielrichtung ist systemimmanent, wie die bisherige Entwicklung gezeigt hat. Wäre nur das Selektionsprinzip vorhanden, bestünde kein Grund, dass sich zum Beispiel die Blaualgen, die seit Millionen Jahren existieren und hervorragend an ihre Umwelt angepasst und offenbar auch konkurrenz- und überlebensfähig sind, weiterentwickelt haben.

Mit der Zielrichtung sind nicht die Lösungen vorgegeben, und diese Entwicklung ist auch in Einklang mit dem ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik.

Es ist heute auch mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit erwiesen, dass das von uns beobachtbare Universum nur ein kleiner Teil des Ganzen ist. Die Wirklichkeit ist viel komplexer. Wir erkennen nur einen Teil der Wirklichkeit.

Die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse stehen nicht mehr im Widerspruch zu metaphysischen und religiösen Auffassungen. Diese Gedanken sind sicher auch ein Ansatzpunkt für ein Umdenken in der Theologie. Wenn wir die Rolle von Christus in der Evolution richtig verstehen, ist das Ziel dieser Evolution die Liebe. Sie können daraus ermassen, dass die Menschheit noch einen grossen Entwicklungsweg vor sich hat.

Diese Ausführungen sollten Denkanstösse geben aus technisch-naturwissenschaftlicher Sicht. Ich erwarte nicht, dass Sie allen meinen Ausführungen zustimmen. Nachdenken und Umdenken genügen.

Bibliographie

- [1] *Löbl E.* Keynes und Friedmann zum alten Eisen. Schweizerische Handelszeitung, Zürich 123 (1984) 16, S. 5.
- [2] *Leutwiler F.* Die Staatsfinanzen in der Demokratie. Badener Tagblatt, Baden, (1984) 9. Juni.
- [3] *Eccles J.* Biologische kulturelle Evolution. 34. Tagung der Nobelpreisträger. Lindau, 1984.
- [4] *Bresch C.* Zwischenstufe Leben. München, 1977.