

Technik auf dem Weg ins Jahr 2000

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 15

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74462>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Weiterbildung als Dauerauftrag

25 Jahre STV-Fachgruppe für höhere Bildungskurse

Am 21. Februar dieses Jahres hat die Fachgruppe für höhere Bildungskurse (FbH) der Sektion Zürich des STV in der ETH Zürich ihr 25jähriges Jubiläum begangen. An der Veranstaltung ergriffen nacheinander der Präsident der ETH Zürich, H. Ursprung, der Chef der Konzernforschung von BBC, A. P. Speiser und der ehemalige Generaldirektor von Sulzer, M. Steiner, das Wort, um aus persönlicher Sicht über das Verhältnis von Grundlagenforschung zu angewandter Forschung, und über den Stand und die Zukunft der Technik zu sprechen. Zuvor hatte der ab-

tretende Präsident, Max Graf, geschildert, wie es zur Gründung der Fachgruppe kam. Dabei waren anfangs mancherlei Widerstände der etablierten Ingenieurorganisationen zu überwinden, Widerstände, die heute recht merkwürdig anmuten, die aber aus dem Wege geräumt sein dürften, was unter anderem durch die Anwesenheit der damaligen Exponenten des SIA an der Jubiläumsveranstaltung bezeugt wurde. Die Gruppe war zunächst durch den ETH-Mathematiker E. Stiefel beraten worden, später stiess der Regeltechniker Prof. R. Profos hinzu sowie weitere Vertreter

aus dem Lehrkörper der ETH, des Technikums Winterthur, der Wirtschaft und der Industrie. Heute zählt die Fachgruppe 30 Firmen- und 170 Einzelmitglieder. Das Angebot für das kommende Sommersemester umfasst Abendkurse in Höherer Mathematik, über Wärmepumpen, Gartenarchitektur, Rechnungswesen, Digitaltechnik und Ingenieurmathematik. Nachstehend drucken wir zwei Referate ab, die an der genannten Tagung gehalten wurden.

Technik auf dem Weg ins Jahr 2000

Von Ambros P. Speiser, Baden

Der Weg, den die Technik ins Jahr 2000 nehmen wird, ist für uns alle von grosser Bedeutung. Ob uns die Technik interessiert oder nicht – sie geht uns etwas an: denn das heutige Leben ist so stark durch den Fortschritt der Technik geprägt, dass der Tagesablauf der Mitmenschen im Jahr 2000 sehr stark davon abhängen wird, welchen Gang die Technik in dieser Zeit nimmt. Eine Prognose zu versuchen, was sich in den kommenden zwei Jahrzehnten abspielen wird, ist daher nicht nur eine akademische Trockenübung – es handelt sich um ein Vorhaben von praktischer Bedeutung.

Eine Prognose wird sich die Frage stellen müssen, wie vermutlich die Zukunft verlaufen wird; es ist die Prognose eines aussenstehenden Beobachters – eine *exploratorische Prognose*. Nun gibt es aber eine begrenzte Zahl von Mitmenschen, die den Gang der Technik nicht nur als passive Zuschauer erleben, sondern die selbst darauf einen Einfluss ausüben können; es sind jene, die an Hochschulen und in der Industrie über die Auswahl von Forschungsprojekten und über die Verteilung von Forschungsmitteln zu entscheiden haben. Sie müssen sich die Frage stellen, welches der Gang der Technik sein sollte; mit anderen Worten, sie stellen eine *normative Prognose*. Sie werden dann ihr Handeln so einrichten, dass diese Wunschvorstellung wenn möglich realisiert wird.

Indessen muss man sich darüber klar sein, dass der Handlungsspielraum jedes Einzelnen in diesem Vorgang nur sehr klein ist. Der Gang der Technik wird bestimmt durch Neuerungen, die in Europa, in den USA, neuerdings in

Japan, und in geringem Masse in der Sowjetunion entstehen; und in jeder dieser Regionen ist es ein überaus pluralistischer Vorgang, der das Geschehen bestimmt. Die Wirkungsmöglichkeit eines Einzelnen ist sehr begrenzt.

Naturwissenschaft und Technik in der Vergangenheit

Wenn man in die Zukunft blicken will, so ist es gut, sich über die Vergangenheit zu orientieren. Zwar wiederholt sich die Geschichte nicht; aber die Vergangenheit lehrt uns zumindest, was für Dinge geschehen können.

Wir wollen zu diesem Zweck das eindrückliche Gebäude der Naturwissenschaften und der Technik betrachten, so wie es heute vor uns steht, und uns folgende Frage stellen: Wann sind seine Bausteine entstanden? Mit anderen Worten: Zu welcher Zeit sind die Entdeckungen und Erfindungen getätigt

worden, die den Inhalt unserer heutigen Lehrbücher bilden?

Es zeigt sich die überraschende Tatsache, dass an diesem Bauwerk nicht gleichmässig während der Jahrtausende der Menschheitsgeschichte gearbeitet worden ist, sondern dass unser heutiges Wissen fast ausschliesslich während zwei Perioden entstanden ist, die zusammen nicht einmal ein Jahrtausend ausmachen: Es handelt sich um die 400 Jahre ungefähr von 600 bis 200 vor Christus und um die 500 Jahre ungefähr von 1480 bis zur Gegenwart. Von 600 bis 200 vor Christus, also von Pythagoras über Demokrit und Aristoteles bis Archimedes, sind die elementare Mathematik und die elementare Geometrie entstanden, ferner jener Teil der Physik, den wir heute als «Statik» bezeichnen. Das sind im wesentlichen die Lehrinhalte der Primar- und der Sekundarschule; noch heute sprechen wir vom Pythagoreischen Lehrsatz und vom Archimedischen Prinzip.

Dann folgt eine lange Pause von mehr als anderthalb Jahrtausenden, während derer praktisch nichts zum heutigen Wissen hinzugefügt wurde. Es ist schwer, eine einzelne Ursache für diesen Stillstand zu nennen; ein wichtiger Faktor ist aber sicher die Tatsache, dass die Kirche, die während des ganzen Mittelalters für alle Lebensbereiche bestimmend war, der Forschung in den Naturwissenschaften ablehnend gegenüberstand.

Der Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit mutet wie das explosive Hervorbereichen eines aufgestauten und mit stei-

gender Intensität nach Erfüllung drängenden Bedürfnisses an, die Natur zu erforschen und zu erkennen. *Galilei*, *Kopernikus* und *Kepler* waren Wegbereiter eines naturwissenschaftlichen Weltbildes; die Folge der Erkenntnisse in Physik, Medizin und Chemie wird immer dichter. Im 20. Jahrhundert nimmt sie eine geradezu atemberaubende Intensität an: In einem Zeitraum von weniger als 70 Jahren erscheinen *Quantentheorie*, *Relativitätstheorie*, *Computer*, *Fernsehen*, *Kernenergie*, die *Aufklärung der genetischen Moleküle*, die *Landung der Menschen auf dem Mond* – alles Errungenschaften von grosser und weitreichender Bedeutung.

So blicken wir heute zurück auf eine 500jährige Epoche, in der sich Naturwissenschaft und Technik mit zunehmender Schnelligkeit entwickelt haben.

Veränderte Randbedingungen

Die Frage stellt sich uns heute: Sollen wir so weitermachen wie in der Vergangenheit? Soll der Fortschritt in Naturwissenschaft und Technik mit der bisherigen Intensität, die historisch einmalig ist, weitergehen?

Es lässt sich nicht bestreiten, dass die Randbedingungen sich so verwandelt haben, dass wir manches neu überdenken müssen. Ganz besonders die letzten 15 Jahre haben sowohl die äussere Welt als auch viele weltanschauliche Gegebenheiten in einer Weise verändert, die man ehemals kaum für möglich gehalten hätte. Einige Beispiele seien aufgezählt:

- Die *Studentenunruhen*, die 1968 ihren Anfang genommen hatten, waren ein Signal der jungen Generation, die mit der Welt, die für sie geschaffen wurde, von Grund auf unzufrieden war. Seither hat sich das Verhältnis zwischen den Generationen verändert, und unsere Universitäten haben mancherorts tiefgreifende Wandlungen erfahren.
- Die *Landung der Menschen auf dem Mond* war der Höhepunkt des grossartigsten technischen Unterfangens, das je in Angriff genommen wurde; es ist mit einem eindrucklichen Erfolg zu Ende geführt worden. Dann aber mussten sich die Menschen fragen: Was haben wir erreicht? Was hat es genützt? Was kommt als Nächstes? Ein neues, ebenso überzeugendes Ziel im Weltall war nicht in Sicht, und die einigende Kraft, die das *Apollo-Programm* auf das amerikanische Volk ausgeübt hatte, war überraschend und abrupt zu Ende.
- Im gleichen Jahr hat der *Club of Rome* die Studie in Auftrag gegeben,

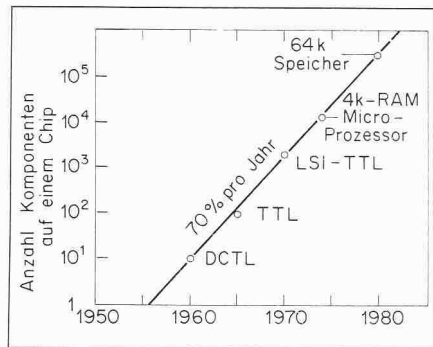


Bild 1. Anzahl Komponenten auf einem Chip (Siliziumplättchen) in einem Bauelement der Mikroelektronik. Die Abkürzungen DCTL, TTL und LSI deuten auf die verschiedenen Generationen von Schaltkreisen hin

die später als Buch mit dem Titel «*Grenzen des Wachstums*» erschienen ist. Darin wurde mit mathematischer Genauigkeit aufgezeigt, dass die Ressourcen der Erde begrenzt sind und dass der Tag ihrer Erschöpfung nicht so weit entfernt liegt, wie man geglaubt hatte. Es gab in den letzten Jahrzehnten wohl kein Buch, das die Menschen in gleicher Weise aufgerüttelt hätte.

- Das *Umweltbewusstsein*, das vorher nur vereinzelt und sporadisch aufgetreten war, wurde zur weltweiten Bewegung, die heute auf das politische Geschehen einen massgebenden Einfluss ausübt.
- Nicht lange nach dem Erscheinen des Buches brach die *Nahostkrise* aus, wie um zu zeigen, dass seine Aussage nicht nur abstrakte Theorie sei. Die Ölpreissteigerungen hatten tiefgreifende Wandlungen in der Weltwirtschaft zur Folge; riesige Geldströme begannen in Regionen zu fliessen, von denen man ehemals kaum gesprochen hatte.
- Fast gleichzeitig kam der *Zerfall des Systems der festen Wechselkurse*, das während fast 30 Jahren dem Welthandel und damit dem materiellen Wohlergehen so unschätzbare Dienste geleistet hatte. Nichts deutet darauf hin, dass der frühere Zustand bald wieder hergestellt werden könnte.
- In den Demokratien breitet sich eine zunehmende *Staatsverdrossenheit* aus: Die Mitmenschen sind mit ihren Regierungen mehr und mehr unzufrieden; sie misstrauen den Volksvertretern, die sie selbst gewählt haben; der Nachdruck im Fordern wird grösser, die Bereitschaft, für das Gemeinwesen Opfer zu bringen, nimmt ab.

Diese Beispiele umfassen sicher nicht alle Bereiche, die aufgezählt werden könnten und müssten. Sie sind aber in ihrer Gesamtheit ein Katalog, der eindrücklich darlegt, dass sich die Randbedingungen für den technischen Fort-

schrift gewandelt haben. – Bemerkenswert ist, dass von den sieben Beispielen nur drei ein technisches oder wirtschaftspolitisches Merkmal zum Gegenstand haben; vier von ihnen kennzeichnen einen *weltanschaulichen Wandel*. Solche Ereignisse kann man in keine Prospektstudie einbeziehen; sie lassen sich mit keiner irgendwie gearteten Prognosetechnik voraussagen.

Was bringt die Zukunft?

Über die Zukunft zu schreiben, ist immer schwierig: Wir alle sind keine Hellseher, auch keine Propheten, und die Zukunft enthält viel Unbekanntes. Es ist immer leichter, etwas über die Vergangenheit zu sagen als über die Zukunft – da befindet man sich auf sicherem Boden. Und doch gibt es viele Lebenslagen, in denen es nötig ist, sich über die Zukunft ein Bild zu machen: Unternehmer müssen oft Entscheidungen fällen, für deren Beurteilung sie sich ein Bild darüber machen sollten, wie die Welt in fünf, zehn oder sogar noch mehr Jahren aussehen wird. Der Wunsch, die Zukunft zu kennen, ist also nicht nur ein romantisches Sehnen; er entspricht oft handfesten unternehmerischen Notwendigkeiten.

Die Frage, ob man die Zukunft überhaupt voraussagen kann, lässt sich nicht eindeutig mit Ja oder Nein beantworten; die Antwort hängt von der *Natur der Vorgänge* ab, die uns interessieren. Die Zukunft lässt sich in jenen Bereichen exakt voraussagen, die durch einfache Naturgesetze abschliessend gelenkt werden. Dazu gehört zum Beispiel die Bewegung der Himmelskörper. Daher sind in unseren Agenden die Tage mit Vollmond und Neumond genau eingetragen, und die Sonnen- und Mondfinsternisse sind auf Jahrhunderte hinaus sekundengenau bekannt. Schwieriger ist die Voraussage des Wetters, obwohl auch diese Vorgänge durch die Naturgesetze, und durch nichts anderes, bestimmt sind: Die Zusammenhänge sind erst teilweise erforscht und so kompliziert, dass eine Voraussage nur ganz beschränkt möglich ist. Vor noch viel grösseren Unsicherheiten befinden wir uns, sobald das Geschehene nicht nur durch die Naturgesetze, sondern auch durch menschliches Eingreifen bestimmt wird. Ereignisse wie die politischen Aktionen der erdölexportierenden Länder oder die Abkehr von den festen Wechselkursen haben einen tiefgreifenden Einfluss auf den Gang der Welt und auf das Leben von uns allen, können aber mit keiner irgendwie gearteten Prognosetechnik vorausgesagt werden.

In einem Mittelfeld liegen Zukunftsfragen, die den technischen Fortschritt betreffen. Wann kommt das Elektroauto? Die Kernfusion? Wann werden Menschen zu den Planeten reisen? Solche Ereignisse verlaufen im Rahmen von technischen Beschränkungen, die im Prinzip bekannt sind; sie werden aber mitbestimmt von menschlichen Verhaltensweisen, von Regierungsentscheidungen, von Strömungen in der öffentlichen Meinung und enthalten daher Elemente grosser Unsicherheit. Es ist diese Sorte von Zukunftsfragen, mit denen wir uns hier befassen.

Ist der technische Fortschritt langsamer oder schneller geworden?

Oft hört man, der technische Fortschritt werde schneller und schneller und habe ein geradezu atemberaubendes Tempo angenommen. Als Bestätigung dient etwa die Computertechnik, die alljährlich neue, ganz unerwartete Dinge hervorbringt; oder das Gebiet der Armbanduhr, wo sich nach vielen Jahrzehnten eines eher gemächlichen Wandels beinahe über Nacht eine eigentliche Revolution abgespielt hat; oder die Nachrichtenübermittlung, wo sich die überbrückten Distanzen von Tausenden auf Hunderte von Millionen von Kilometern erhöht haben.

Ebenso oft hört man, der technische Fortschritt werde in einer alarmierenden Weise mühsamer, kostspieliger, zeitraubender und daher langsamer. Und auch diese Beobachtung lässt sich belegen: Die Geschwindigkeit der Flugzeuge hat sich seit 20 Jahren nicht erhöht; neue Heilmittel benötigen zu ihrer Zulassung und Markteinführung einen Aufwand an Zeit und Geldmitteln, der sich um ein Vielfaches erhöht hat; Planung und Bau neuer Elektrizitätswerke beanspruchen heute ein Mehrfaches der Zeit vor 20 Jahren. Offenbar scheint der technische Fortschritt *teils schneller, teils langsamer* geworden zu sein. Welcher der zwei Trends ist der dominierende?

Objektive Vergleiche sind überall dort möglich, wo sich der technische Fortschritt mit einer Zahl angeben lässt – einer Zahl, die zudem über Jahrzehnte gemessen und festgehalten wurde. Zwei Beispiele mögen das veranschaulichen: Als erstes betrachten wir die *Anzahl elektronischer Grundelemente auf einem Chip* (einem Siliziumplättchen) einer integrierten Schaltung, also dem Bauelement der Mikroelektronik. Man kann sie als Kurve aufzeichnen (Bild 1). Die Kurve beginnt im Jahre 1955 mit der Zahl 1; das ist der diskrete Transistor.

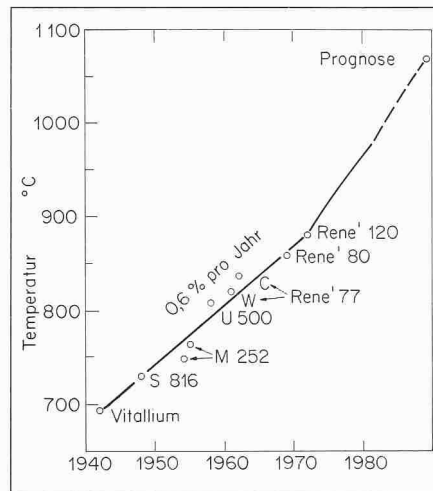


Bild 2. Materialtemperaturen in Gasturbinen und Jet-Flugzeugtriebwerken. Die Namen und Nummern sind Codebezeichnungen von Legierungen

(«Diskret» bedeutet, dass ein Siliziumplättchen nur einen einzelnen Transistor enthält.) Heute, also 1981, ist die Kurve im Begriff, die Zahl 100 000 zu überschreiten. Diese Steigerung auf das 100 000-fache in 25 Jahren entspricht einer Erhöhung von 70 Prozent pro Jahr! Die Zahl vermehrt sich gleich wie ein Kapital, das zu einem Satz von 70% angelegt wird und Zinsen und Zinseszinsen trägt: Nach fünf Jahren hat es sich vervierzehnfacht, nach zehn Jahren verzweihundertfacht. Dieser Fortschritt ist ausserordentlich schnell; es gibt in der Technik kaum eine andere Messgrösse, die sich über Jahrzehnte konstant mit einer so hohen Vermehrungsrate vergrössert hätte.

Als zweites Beispiel wählen wir *Materialtemperaturen in Gasturbinen und Jet-Flugzeugtriebwerken*. Man kann die Temperatur der ersten (also heissesten) Reihe von Turbinenschaufeln als Kurve über den Lauf der Jahre auftragen (Bild 2). Höhere Temperatur ist erstrebenswert, weil sie besseren Wirkungsgrad bedeutet. Sie wird ermöglicht aufgrund eines Fortschrittes in der Werkstofftechnik. Die Kurve zeigt eine Erhöhung um etwa 6 °C pro Jahr über mehr als 30 Jahre hinweg; das sind 0,6 Prozent pro Jahr! (In der Thermodynamik muss man, um die Temperatur in Prozenten auszudrücken, nicht von 0 °C ausgehen, sondern vom absoluten Nullpunkt, der bei -273 °C liegt.) Das ist eine Zuwachsrate (ein «Zinsfuss»), die 100mal niedriger ist als im Fall der Mikroelektronik.

Woher kommt dieser grosse Unterschied? Sind die beteiligten Ingenieure, Wissenschaftler und Unternehmer im ersten Fall so viel tüchtiger als im zweiten? Sicher nicht: Alles deutet darauf hin, dass auf beiden Seiten mit grosser Intensität, gründlicher Sachkenntnis und klarer unternehmerischer Zielsetzung geforscht wird. Der Grund für den

so unterschiedlich schnellen Gang des Fortschritts liegt vielmehr darin, dass die Natur ihre Geheimnisse in manchen Gebieten viel freigebiger preisgibt als in andern. Überall dort, wo die durch die Grundgesetze der Natur gesteckten Schranken noch weit entfernt sind, geht der Fortschritt leicht und schnell; dort jedoch, wo man schon nahe bei diesen Schranken angekommen ist, muss jeder kleine Schritt mühsam erkämpft werden. Diese Schranken finden ihren Ausdruck zum Beispiel in den Hauptsätzen der Wärmelehre, in der Grösse der Atome, der Ladung der Elektronen und dergleichen.

Gebiete mit schnellem und solche mit langsamem Fortschritt

Die *Geschwindigkeit des Fortschrittes hängt also mit den Eigenheiten der Naturgesetze zusammen*. Was bedeutet das nun, wenn man nicht die Wissenschaft, sondern die Technik betrachtet; wenn man also, mit andern Worten, die Frage stellt, welche Gebiete der Technik sich schnell und welche sich langsamer wandeln werden? Die Vergangenheit zeigt uns klar, dass es zwei Kategorien mit deutlich gegensätzlichen Merkmalen gibt.

In der Kategorie *Elektronik, Nachrichtentechnik, Computertechnik* ist der Fortschritt *schnell*: Diese Gebiete, wie auch alle ihre Ableger, entsprechen dem Neuerungsrythmus des ersten Beispiels.

In der Kategorie *Energie und Verkehr* ist der Fortschritt *langsam*; das zweite Beispiel kennzeichnet diesen Typus.

Natürlich besteht die Technik nicht nur aus den aufgezählten Gebieten, sondern noch aus vielen weiteren. In ihnen verläuft der Fortschritt unterschiedlich schnell; die meisten sind irgendwo zwischen den beiden gezeigten Extremen einzuordnen.

Die Technik des Jahres 2000

Ein Versuch, die Technik des Jahres 2000 vorauszusagen, kann sich auf die folgende Arbeitshypothese stützen: Die verbleibenden 19 Jahre dieses Jahrhunderts werden vermutlich etwa gleich viele Änderungen bringen wie die abgelaufenen 19 Jahre; und zwar gilt das nicht nur für die Technik als Ganzes, sondern auch für die einzelnen Teilgebiete. Da wir uns nun davon, was sich seit dem Jahre 1962 verändert hat, leicht ein Bild machen können, erhalten wir auch einen Hinweis über die Intensität des Wandels, der bis zur kommen-

den Jahrtausendschwelle erwartet werden kann.

Die nachfolgenden Abschnitte sind als «*intuitive Prognose*» aufzufassen. Die Zukunft ist immer unsicher, und vor der Überbewertung dieser Aussagen sei hier ausdrücklich gewarnt.

Verkehr

Die ersten *Jet-Flugzeuge* kamen 1958 in Betrieb; seither haben sich die Verkehrsflugzeuge vergrössert und sind komfortabler geworden, aber ihre *Grundstruktur und die Natur ihrer Triebwerke sind unverändert* geblieben. Das *Überschall-Verkehrsflugzeug* ist inzwischen zur Wirklichkeit geworden. Ob es sich weiter verbreiten oder ob es im Gegenteil verschwinden wird, ist nicht eine technische, sondern eine wirtschaftliche und politische Frage. In jedem Fall wird das Verkehrsflugzeug des Jahres 2000 in seinen Grundzügen gleich aussehen und ungefähr mit der gleichen Geschwindigkeit verkehren wie das heutige; möglicherweise wird es grösser geworden sein, aber nicht mit Riesenschritten. Grosse Fortschritte werden hingegen alle jene Merkmale erleben, die auf der Elektronik und Automatik beruhen: In der *Navigation*, der *Cockpit-Automatisierung* und der *Flugsicherung* steckt noch ein *grosses Neuerungspotential*.

Ähnliches lässt sich vom *Auto* sagen: Es ist anzunehmen, dass das Strassenbild des Jahres 2000 durch Autos bestimmt wird, die sich wenig von den heutigen unterscheiden. Sie haben einen Kolbenmotor mit flüssigen Treibstoffen, und ihre Fahreigenschaften haben sich nicht grundlegend verändert. Aber auch hier wird die *Elektronik* tief eingedrungen sein: Hohe Energiepreise und strenge Umweltschutzbestimmungen werden die Entwicklung von Mechanismen zur Folge haben, die eine *wesentlich differenziertere Steuerung des Verbrennungsvorganges* bewirken. Die Forschung wird sich also in erster Linie auf diese Merkmale erstrecken. – Das *Elektroau-*

to wird vermutlich auftauchen, es wird aber das Auto mit Kolbenmotor nicht verdrängen, sondern nur ergänzen.

Energie

Wie steht es mit dem Sorgenkind der achtziger Jahre, der Energie? Diese Frage ist in vielen Ländern mit jeder wünschbaren Gründlichkeit studiert worden, und alle seriösen Studien kommen übereinstimmend zum Schluss, dass die Menschen, wie heute, 95 Prozent ihrer Energiebedürfnisse aus den fünf grossen Quellen *Erdöl, Erdgas, Kohle, Wasserkraft* und *Kernbrennstoff* werden decken müssen. Diese Prognose darf man heute als gesichert betrachten. Die *Erforschung neuer Energiewandlungsprozesse* ist ein *dringendes Gebot*, und sie läuft an vielen Orten auf Hochtouren. Aber eine neue Energieform braucht zu ihrer Verbreitung mehrere Jahrzehnte, sofern man unter «Verbreitung» die Eroberung eines Anteils von mehr als nur einigen Prozenten versteht. Mit Sicherheit lässt sich sagen, dass das Rückgrat der Elektrizitätserzeugung auch im Jahr 2000 durch *Turbinen* und *rotierende elektrische Generatoren* gebildet werden wird und dass die *Kernfusion*, also die Erzeugung von Energie aus Wasserstoff – letzten Endes sogar aus Meerwasser – in diesem Jahrhundert nicht verwirklicht werden wird. Die *Verbesserung der heute bekannten Energiewandlungsprozesse* ist ein wichtiges und dankbares Forschungsgebiet, zu dem auch die Schweiz wertvolle Beiträge liefern kann. Von ebenso grosser Bedeutung ist die Erforschung neuer Energiequellen und neuer Prozesse.

Elektronik, Nachrichtentechnik und Computer

Auf den Gebieten Elektronik, Nachrichtentechnik und Computer stehen uns, wie in der Vergangenheit, *umwälzende Neuerungen* bevor. Mit Sicherheit können wir sagen, dass uns das Jahr 2000 Dinge bescheren wird, von denen wir heute noch keine Ahnung haben.

Jeder Versuch, das Bild des Jahres 2000 zeichnen zu wollen, wäre ein reines Phantasiegebilde ohne realen Prognosewert.

Fähigkeit zur Grundlagenforschung bewahren

Zum Abschluss möge noch die folgende Frage gestreift werden: Was sollte ein Land wie die *Schweiz* jetzt tun, um für den Weg der Technik ins Jahr 2000 gerüstet zu sein? Was sollte im besondern auf der *forschungspolitischen Ebene* getan werden, also auf jener Ebene, wo bestimmt wird, wie die Forschungsgelder zu verteilen und welche Projekte zu fördern seien? Darüber gibt es viele Meinungen; sowohl die Zielvorstellungen als auch die Auffassungen, wie die Ziele zu erreichen seien, divergieren weit.

Auf eines aber sollten wir uns – so hoffe ich – einigen können: Nämlich darauf, dass die Sicherung der *Qualität und der Kontinuität in der Grundlagenforschung* ein wichtiges forschungspolitisches Anliegen sein sollte, auch in den Zeiten der drückenden Mittelknappheit. Grundlagenforschung ist Forschung, die unabhängig von allen Nützlichkeitsabwägungen und Interesselagen einzig der Mehrung des Wissens dient; Forschung, die weder dem technischen Fortschritt noch der allgemeinen Wohlfahrt dient, die aber tragfähige Bausteine zum Gebäude der wissenschaftlichen Erkenntnis ergibt. Ein *hoch entwickeltes Land braucht sowohl Kultur als auch Zivilisation*. Die Grundlagenforschung hat die Eigenschaft, dass sie den Nährboden für beides erhalten und verbessern hilft. Hoffen wir, dass trotz Geldknappheit und trotz Infragestellung mancher Vorstellung, über die ehemals ein Konsens herrschte, diese Erkenntnis erhalten bleibe!

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. A. P. Speiser, dipl. Ing. ETH, Chef der Konzernforschung von Brown Boveri, 5401 Baden