

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 100 (1982)  
**Heft:** 27/28

**Artikel:** Die Technik und der Mensch  
**Autor:** Fischer, Ernst Otto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74832>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.04.2026

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

# Die Technik und der Mensch

Von Ernst Otto Fischer, München

Der folgende Beitrag ist als Festansprache an der Jahresversammlung des Deutschen Museums am 7. Mai in München gehalten worden. Sein Verfasser, im Jahre 1918 geboren, ist Professor für anorganische Chemie an der Technischen Universität München. Im Jahre 1973 ist ihm zusammen mit G. Wilkinson der Nobelpreis für Chemie für die Aufklärung der Sandwich-Struktur organo-metallischer Komplexverbindungen zuerkannt worden. Prof. Fischer verkörpert jenen - inzwischen selten gewordenen - Wissenschaftler, der - neben seinem Fach - auf Grund einer humanistischen Bildung den Blick für die Entwicklungen unserer Zeit nicht verloren hat und der insbesondere beunruhigt ist über das Geschehen, das sich seit Beginn des Atomzeitalters in Wissenschaft und Gesellschaft abspielt.

Im Jahre 1931 veröffentlichte Oswald Spengler seinen Beitrag zu einer Philosophie des Lebens mit dem Titel «Der Mensch und die Technik». Da es mir scheint, dass wir heute vor der Frage stehen, nicht mehr der Mensch beherrsche die Technik, sondern mitunter schon die Technik den Menschen, habe ich meinen Titel in der Umkehrung des Spenglerschen gewählt. Darunter sollen einige sehr persönliche Gedanken zu diesem Thema geäußert werden. Nicht zuletzt fühle ich mich auch zu diesem Beitrag veranlasst, weil wir hier den Jahrestag eines weltbekannten Technischen Museums feiern.

## Die Situation heute

Wie ist die Situation? Frau Prof. Noelle-Neumann vom Institut für Demoskopie in Allensbach hat vor kurzem als Ergebnis einer Repräsentativuntersuchung mitgeteilt, dass nur noch 30 Prozent der Bevölkerung im Bundesgebiet die Technik alles in allem als Segen für die Menschheit bezeichnen - vor 15 Jahren waren dagegen nach ihrer Umfrage noch 72 Prozent unserer Bevölkerung der Meinung gewesen, die Technik sei eher ein Segen als ein Fluch. Zwar verbinden ihr zufolge 91 Prozent der Bevölkerung mit der Technik immer noch den Gedanken an Fortschritt, 61 Prozent denken an Wirtschaftswachstum, aber schon gut zwei Drittel verbinden mit dem Begriff der Technik die Gedanken an Zerstörung der Umwelt und 56 Prozent Technik auch mit Angst. Hatten im Jahre 1966 nur 3 Prozent der Befragten die Technik für einen Fluch gehalten, so waren es im Jahre 1981 schon 13 Prozent. Unter den 16- bis 20jährigen halten sich die Befürworter von Segen oder Fluch mit 23 bzw. 19

Prozent schon fast die Waage, 54 Prozent dieser Altersgruppe meinen, die Technik sei teils ein Segen, teils ein Fluch. Vor 15 Jahren hatten nur 8 Prozent diese Meinung vertreten, aber 83 Prozent der jüngsten damals Befragten noch von einem Segen der Technik gesprochen. Frau Noelle-Neumann zieht den Schluss, die Bundesrepublik lebe in einer Zeit der *Umwertung der Werte*, die *Bevölkerung befinde sich dabei in grossen inneren Widersprüchen*.

Das ist die Situation, die man zur Kenntnis zu nehmen hat, wobei aber in Rechnung zu stellen ist, dass *naturwissenschaftlich solide Kenntnisse in unserem reformierten Bildungssystem gegenüber früher abgenommen haben*, die *Schlagworte stattdessen oft das Meinungsbild bestimmen*. Aufkleber «Atomkraft - nein danke» oder noch charakteristischer ein Transparent «Ich bin gegen alles» seien hierfür stellvertretend genannt.

## Technik als Hilfsmittel für den Menschen

Ist die Technik erst jüngsten Datums oder ist sie alt und erst in unserer Zeit bedrohlich geworden, wie viele meinen? Die geschichtliche Prüfung zeigt, dass die Technik des Menschen Weg in seiner Kulturgeschichte schon in Ägypten, Indien und China seit Jahrtausenden begleitet hat.

### Sklavenarbeit in der Antike

*Kupferbergwerke* auf der *Sinaihalbinsel* wurden bereits zwischen 4000 und 3000 v. Chr. angelegt und betrieben. Freilich war der *Bergarbeiter des Altertums* fast stets *Sklave* oder *Verbrecher*. Athen hatte zur Zeit von *Perikles* etwa 300 000

Einwohner, davon waren 50 000 freie Athener und 250 000 Sklaven. Dies erklärt, warum die Hilfsmittel im Bergbau über lange Zeit so ziemlich die gleichen geblieben sind und sich daher Maschinen erübrigten, weil es ja Sklaven im Überfluss gab. Gefangene wurden nach Feldzügen vom Sieger in grosser Zahl heimgebracht, der Wert der Zeit war noch sehr gering. In den von den Römern und Karthagern bearbeiteten *Kupferminen von Rio Tinto* und *Tharsis in Spanien* ging die *Einfachheit der Hilfsmittel* so weit, dass die in den Bergwerken beschäftigten Sklaven die über den Erzen lagernden Tonschichten mit den Händen abkratzen mussten. Man sieht in den alten Gruben heute noch Tausende solcher Fingerabdrücke. Das zeigt, was ein *Leben ohne Technik* in diesem Falle war.

### Primitive Werkzeuge

Doch gab es natürlich auch schon *Hämmer* und *Keile*. Das «*Eisen*», d. h. der *Spitzkeil*, der gegen das Gestein gehalten wird und der «*Schlägel*», mit dem man darauf hämmert, waren damals bereits bekannt. In hartem Gestein betrug im antiken Bergbau der Fortschritt nicht mehr als 8-10 m im Jahr. Die Gänge waren eng und niedrig, sie wurden nicht gestützt, sehr oft fielen sie ein, die Bergwerksklaven unter sich begrabend. Es gab keine Lüfterneuerung. Als einziges weiteres technisches Hilfsmittel ausser Schlägel und Eisen verwendete man das *Feuer*, um das Gestein zu erhitzen und dann mit Wasser zu begiessen, um eine Sprengwirkung zu erzielen. Ist es nicht erstaunlich, dass man bei solch primitiver Arbeitsweise in einer spanischen Grube in 200 m Tiefe eine Kupfertafel mit einer altrömischen Inschrift gefunden hat? Ergänzt sei, dass das Wasser in Gefässen oder in ledernen Schläuchen entfernt wurde, die *Beleuchtung* oft nur mit Holzstückchen, die mit Harz oder Fett getränkt waren, erfolgte und dass vielfach der Transport, d. h. die *Förderung des gebrochenen Gesteins*, von *Kindern* durchgeführt wurde, die allein in den niedrigen Stollen vorwärts kommen konnten. Man weiss heute, dass die für sie zu tragende Last bis zu 20 kg betrug. Die Technik des Bergbaus im Altertum zeigt von den ältesten Spuren bis zum Untergang des römischen Weltreichs *fast keine Fortschritte in bezug auf die verwendeten technischen Hilfsmittel*. Die wesentlichen Metalle waren lange Zeit *Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Zink und Eisen*.

## Technische Mechanik der Antike

Technische Verfahren existierten daneben auch schon auf vielen anderen Gebieten, erwähnt sei etwa nur die *Gärungstechnik*, Bier gab es schon im alten *Babylon*, das von den Germanen bereite Bier findet in *Tacitus' «Germania»* eine kritische Bewertung: *«Ihr Getränk ist ein Saft aus Gerste oder Weizen, ein Gebräu, das eine gewisse Ähnlichkeit mit schlechtem Wein hat.»* Die *Glastechnik der Ägypter und Römer* sei hervorgehoben, ebenso die *technische Mechanik der Antike*. *Aristoteles*, der Lehrer *Alexander des Grossen*, 384–322 v. Chr., gibt in seinen *«Mechanischen Problemen»* eine Aufzählung der von den Alten gebrauchten Hilfsmittel. Er nennt als solche den *Hebel mit Gegengewicht am Ziehbrunnen*, die *gleicharmige Waage*, die *Zange*, den *Keil*, die *Axt*, die *Kurbel*, die *Walze*, das *Wagenrad*, die *Rolle*, den *Flaschenzug*, die *Töpferscheibe*, die *Schleuder*, das *Ruder* sowie auch die *Räder aus Erz oder Eisen mit verschiedener Drehrichtung*. Es waren dies *Zahnräder*, die der Römer *Vitruv* z. B. im Zusammenhang mit einem *Registrierapparat für Taxameterwagen* erwähnt, den *Heron von Alexandria* konstruierte.

Die vorerwähnten Hilfsmittel ermöglichten den Bau bewunderungswürdiger *Wasserversorgungen grosser Städte*, von *Kanalisation*, von *Strassen* und *Brücken*, von seetüchtigen *Schiffen*. Berühmt ist das unter Kaiser *Caligula* gebaute, von *Plinius* beschriebene Schiff, das den vor dem Vatikan in Rom stehenden Obelisk aus Ägypten nach Rom brachte. Nach Berechnungen muss es eine Ladefähigkeit von 2500 Tonnen gehabt haben. Der Dreimaster *«Alexandria»*, den *Hiero von Syrakus* bauen liess, hatte eine Ladefähigkeit von etwa 4200 Tonnen. Hier hat die Technik in weitestem Sinne noch der Entwicklung der Kultur gedient, sie hat den Menschen geholfen, wie sehr auch oft genug tragisches Sklavenschicksal an ihrem Auf- und Ausbau beteiligt war. Der Mensch hat diese Techniken zum Dienst für ihn selbst entwickelt, auch die *Waffentechnik des Krieges*, das *Menetekel unserer Zeit*, war noch im wesentlichen für den Kampf zwischen Einzelmenschen *«programmiert»*. Oh, wenn es das gäbe, dass Heere zusähen und nur ihre Führer durch den Zweikampf, wie beim alten *Homer*, den Sieg entschieden! Ich wüsste noch einige, die ich für dieses Verfahren vorschlagen würde. Statt dessen gilt aber wie immer das *«dum delirent reges, plectuntur Achivi»*. Probleme der Umweltzerstörung standen in der Welt der Antike nicht im Vordergrund, weit mehr aber das von *Kriegen*, *Seuchen* und *Krankheiten*.

## Metallverarbeitung; Schusswaffen im Mittelalter

Wir sehen im *Mittelalter* wohl weiter technische Entwicklungen, vor allem leider in der *Kriegstechnik: Schusswaffen* halten ihren Einzug, die Welt der gepanzerten Ritter geht durch sie unter, die Burgen vermögen den Kanonen nicht mehr zu widerstehen. *Leonardo da Vinci*, ein Jahrtausendgenie, eilt auch mit seinen technischen Ideen seiner Zeit weit voraus. Sie werden damals nicht verwirklicht.

### Erste Umweltzerstörungen

Der steigende Bedarf an Metallen und insbesondere die Gewinnung von Eisen, das durch Reduktion mit Holzkohle zu erhalten war – Steinkohle fand im Mittelalter noch keine Verwendung –, führte aber vereinzelt – wie bereits im Altertum – durch *Abholzung von Wäldern* ohne deren gezielte Wiederaufforstung zur nun schon echten *Umweltveränderung durch Verkarstung*. Durch den Schiffbau der Venezianer und schon vorher durch den der Römer wurde *Istrien* entwaldet, mit Folgen bis heute. Man bedenke, dass zur Gewinnung einer Tonne Roheisen etwa 30 Tonnen Holz aufzuwenden waren. Um eine radikale Abholzung der Wälder in manchen Gegenden zu vermeiden, mussten im 15. Jahrhundert den Hütten- und Hammerwerken Produktionsbeschränkungen auferlegt werden. *Agricola* diskutiert in seinem Buch *«De re metallica»* im Jahr 1556 bereits nachdenklich die Vor- und Nachteile, die mit der Gewinnung und Verwendung der Metalle verbunden sind. Er zitiert Gegnerstimmen wie etwa: Man dürfe aber keinen wirtschaftlichen Nutzen so hoch schätzen, dass wegen seiner Grösse Heil und Leben der Menschen in höchstem Masse aufs Spiel gesetzt würden. *Agricola* sagt dazu: *«Allein der Mensch vermag ohne die Metalle nicht die Dinge zu beschaffen, die zur Lebensführung und zur Kleidung dienen.»* Setzen Sie *Energie anstelle der Metalle*, und wir haben in meinen Augen die heutige Situation!

### Feuer und Feuermachen

Ist die Frühgeschichte des Menschengeschlechts dadurch gekennzeichnet, dass es das Feuer als chemischen Prozess noch nicht beherrschte, so war die zweite Periode der Menschheit als die des Feuers, d. h. des Feuermachens gekennzeichnet.

### Maschinen, die modernen Sklaven

Dann aber naht rasch mit der *Renaissance* die *experimentell naturwissenschaftliche Periode*. *Galilei* sei genannt. Die *experimentelle Methode* setzt sich

durch. Sie vereint *Induktion und Deduktion*, *Erfahrung und Denken*, eine Revolution der wissenschaftlichen Denkart. Sie hat die antike, Experimenten abholde Naturphilosophie durch die moderne, durch Versuche begründete Naturwissenschaft ersetzt. *Galilei* hat sich beim Aufstellen der Fallgesetze zum erstenmal der angewandten experimentellen Methode bedient. Er hat *nicht wahllos probiert*, sondern *systematisch geforscht*.

Es war dann *James Watt*, der, fussend auf den Arbeiten von *Papin*, von *Newkomen* und von *Cawley*, im Jahre 1765 mit seiner Erfindung der *Dampfmaschine* den Weg erschloss, die durch Verbrennen von Holz oder Kohle entstehende Wärme zur kontinuierlichen *mechanischen Arbeitsleistung* auszunutzen. Im Jahre 1866 folgte die *erste Dynamomaschine* von *Werner von Siemens*. *Hermann Staudinger*, der Meister der makromolekularen Chemie und 1965 verstorbene Nobelpreisträger – gehen Sie in die Abteilung Chemie, um seine Leistung kennenzulernen –, hat darauf hingewiesen, dass etwa schon 1937 jeder arbeitende Mensch in den Hauptindustrieländern durch die moderne Technik und Energiewirtschaft neben sich etwa 14 bis 42 unsichtbare *«Arbeiter»* stehen hatte, die er als *technische Sklaven* – es sind die *Maschinen* – bezeichnete. 1850 waren es zwei bis drei, heute sind es etwa 130, die hinter jedem *«homo sapiens»* stehen. Der Mensch hat also mittels des naturwissenschaftlichen Denkens seine *Arbeitsleistung vervielfacht*. Das ist die Konsequenz der technischen Entwicklung.

In der *Antike* erflachte man bei wichtigen Entscheidungen den *Ratschluss der Götter*. Es herrschte noch der *Mythos der Orakel und Götter*, im *Mittelalter* war es in Europa der *christliche Glaube*, die *Priester* wurden befragt und suchten alles mit der *Heiligen Schrift* in Einklang zu bringen, wir sind inzwischen in das *Zeitalter der Wissenschaft und der Technik*, ob wir wollen oder nicht, hineingeboren. Manche fürchten, es werde das letzte des Menschengeschlechts sein.

## Frühe Warnungen

Die *Technisierung und Verwissenschaftlichung unseres Lebens* wurde schon zu Beginn von manchen *Warnungen* begleitet. Denken wir an *Schellings Naturphilosophie*, *Rousseaus «Zurück zur Natur»*, *Goethes* teilweise der Wissenschaft entgegengesetzte *Naturauffassung*, Dichter wie *Novalis* huldigten der Naturmystik. *Hölderlin* nannte die Menschen ein *schlaues Geschlecht* und

*Vielerfahrene*, im Sinne der Wissenschaft. «Mit dem Sehrohr», sagt er, «dringen wir in die entlegensten Fernen des Alls, wir wännen das *Tageslicht* und den *Donner* zu kennen. Wir haben uns zwar den *Geist*, das *Gute* (so nennt er das Göttliche) zu Diensten gemacht, wir haben es aber *übereilt*, wir haben das *Göttliche herzlos verspottet*, *verleugnet*, wir treiben es wie *gefangenes Wild*, aber damit hätten wir *alle Himmelskräfte* verscherzt und sie verbraucht.» – «Wir haben», sagt *Hölderlin*, «der uns gesetzten Grenzen *trotzig gespottet*, die sterblichen Pfade verachtend *Verwegenes erwählt* und den Göttern gleich zu werden getrachtet. Ein *böser Geist*, *eigenwillig*, *unmässig*, *grenzenlos*, *Heiliggesetztes übergehend*, so dass des *Menschen Hand anfiicht das Lebendige*.»

Auch *Goethe* sei hier erwähnt, wie er Susanne in *Wilhelm Meisters* Wanderjahren sagen lässt: «*Das überhandnehmende Maschinenwesen quält und ängstigt mich. Es wälzt sich heran wie ein Gewitter, langsam, langsam; aber es hat seine Richtung genommen, es wird kommen und treffen*.»

## Geschenke und Hilfen der Technik

Aber dennoch, was bietet uns die Technik dieser Tage allein an Hilfen, an Erleichterungen, Freuden und Genüssen unseres Lebens? In diesem Saale habe ich *Karl Richter* mit einer unvergesslichen Matthäuspasion erlebt. Die *Schallplatte* oder das *Band* als Ergebnis moderner technischer Entwicklung erlauben es mir, diesen genialen Bach-Interpreten, der viel zu früh dahinging, auch heute noch zu hören. Was gäbe ich darum, *Mozart* selbst noch heute bei der Wiedergabe eines seiner Klavierkonzerte hören zu können! Das *Fernsehen* hat uns teilnehmen lassen an dem ersten Schritt von *Neil Armstrong* auf dem *Mond*, als er sagte, es sei ein kleiner Schritt von ihm, aber ein grosser Schritt der Menschheit. Eine technische Leistung der Raumfahrt, die ich zu meinen Lebzeiten nicht erwartet hätte. Das *Telephon* verbindet Menschen zwischen Kontinenten, das *Auto* ermöglicht Reisen, von denen frühere Generationen nur geträumt haben. 500 000 Autos bringen aber München z. B. auch pro Jahr 110 000 Tonnen CO, 25 000 Tonnen Stickoxide, 14 000 Tonnen Kohlenwasserstoffe, 2500 Tonnen SO<sub>2</sub>, 5000 Tonnen Staub. *Jumbo Jets* befördern jeweils bis zu 350 Passagiere mit 1000 km stündlich in ferne Kontinente. Die Rückfrage am Counter erlaubt in Sekundenschnelle von Sidney aus, bei Änderung der Reisepläne sich zu erkundi-

gen, ob für den Anschlussflug von Frankfurt nach München bei der Rückkehr noch ein Sitzplatz frei ist, und zugleich diesen bereits zu ordern. Wie mühsam war es noch für *Goethe* auf seiner Reise nach Italien, wenn man etwa seine Schilderung des groben Hausknechts auf der Poststation in Ebenhausen im Isartal liest. Die mit Hilfe moderner Technik sich selbst einschaltende *Ölheizung* hält im Winter das Haus auf der gewünschten Temperatur, die Hausfrau benützt die Vorteile der *Waschmaschine* und steht nicht mehr in der Winterkälte im Freien am Bach. Das mühselige Seifensiederhandwerk hat in modernen technischen Verfahren hergestellten *Waschmitteln* Platz gemacht und die *Hygiene und Gesundheit des Menschen* verbessert. Technisch hergestellte *Heilmittel*, basierend auf aufwendigen Forschungsarbeiten vieler Wissenschaftler, haben unser Leben schmerzfreier gestaltet und unser Leben verlängert, an dem sich doch die meisten freuen, und sei es selbst sehr bescheiden oder gar in Armut. Über 60 Millionen Tonnen Stickstoff aus der Luft/Jahr werden in dem genialen *Haber-Bosch-Prozess* mit Wasserstoff zu Ammoniak umgesetzt als Grundbasis für *Düngemittel*, ohne welche die *Ernährung* der rasch wachsenden Zahl der Menschen nicht mehr möglich wäre. Das alles sind Geschenke und Hilfen der Technik für den oft undankbaren «*homo sapiens*».

## Zweifel

Ich habe keinen Zweifel, dass das Leben des Menschen in seiner Kulturgeschichte noch nie so erleichtert worden ist, selbst auch bei den Ärmsten. Warum aber der Zweifel, der in der zu Beginn von mir erwähnten Befragung des Allensbacher Instituts seinen Niederschlag findet? Macht es nicht sehr nachdenklich, dass nurmehr 30 Prozent der Menschen unseres Landes die Technik alles in allem für einen Segen für die Menschheit halten? Wir haben noch zwei Jahre bis zum oft zitierten Jahr 1984 von *George Orwell*. Ist diese Welt im Kommen?

## Skeptische Jugend

Ich muss gestehen, dass mich diese Änderung zur skeptischen Haltung tief bewegt. Kultur und die ihr nachfolgende *Zivilisation*, die uns heute begleitet, werden nur so lange bestehen, wie sie von den Menschen, die ihr angehören, getragen und geschätzt werden. Der Weg vom römischen Weltreich in das weitaus primitivere frühe Mittelalter sei uns dafür ein Beispiel. Ist der Höhepunkt unseres technischen Zeitalters

schon erreicht, oder hat der Weg von ihm weg bereits begonnen? Die jungen Menschen, die oft mehr gefühlsmässig, als von gediegenem Wissen getragen, mit Fahnen und Transparenten ihre Ablehnung und Zweifel, ja ihre Angst zum Ausdruck bringen gegenüber dem, was das technische Zeitalter in manchen Entwicklungen noch bringen mag, sind sehr ernst zu nehmen. Die Welt der Erwachsenen, hinter der die grössere Arbeitsleistung, wie könnte es auch anders sein, steht, sieht sie oft mit wenig Verständnis. Viel *missglückte Erziehung*, *oberflächlich gewordenes Wohlstandsdenken*, die *Spitzenbewertung maximalen wirtschaftlichen Erfolges*, das durch noch so viel Geld nicht zu ersetzende *mangelnde seelische Behausung* vieler junger Menschen haben ihren gewichtigen Anteil an dieser Entwicklung, die gerade in unserem Lande sich unübersehbar manifestiert. Man kann der Technik überdrüssig werden, wenn man sie von der Reklame im Fernsehen, von längst bestens bekannten Gesichtern des öffentlichen Lebens täglich erneut, manchmal bis zum Überdross, gebraucht sieht.

Ich möchte für mich aber ganz klar sagen: Der Technik daraus einen Vorwurf zu machen, ist in meinen Augen ein Unding. Es sind immer die *Menschen*, die sich ihrer Verantwortung nicht mehr bewusst sind und die die Technik missbrauchen. Auch die chemischen Elemente sind weder gut noch böse, wie ich als Chemiker immer betone, *es ist immer der Mensch, der Missbrauch treibt oder moralisch versagt*. Und die Furcht vor diesem Versagen ist es wohl auch, die unsere jungen Menschen unruhig macht, sie mitunter die Grenzen gegenseitiger menschlicher Rücksichtnahme egoistisch verletzen und um ihre Zukunft bangen lässt. Diese unsere Jugend ist nicht besser und nicht schlechter, als wir es waren, sie ist aber vielleicht *hellhöriger* – und *unsicherer* –, als wir es einst waren. *Wer gibt ihr die Ziele, die sie in unserer Zeit bejahen kann?*

Wir müssen *aufpassen*, dass nicht die *Kinder unsere Welt verlassen*, die von der Technik *entscheidend mitgeprägt* ist. Der Soziologe *Walter Hollstein* hat darauf hingewiesen, dass 1979 von den 5,4 Millionen 17–23jährigen in der Bundesrepublik 700 000 «Aussteiger» waren, weitere 2 Millionen waren mit dem gesellschaftlichen und staatlichen System unzufrieden. Warum? Umweltzerstörung, Verbetonierung unserer Grossstädte, drohender Atomtod. Das hat mit Missbrauch der Technik durch Menschen zu tun. Das Resultat ist bei der Jugend oft genug *Desillusionierung*, *Passivität*, *Abkehr von der materialistischen Wertordnung*, *von Arbeit*, *Kon-*

sum, Besitz, Karriere. Die Technik ist vielen von ihnen suspekt geworden, aber der Feuerstuhl und das Auto, das einen gratis mitnehmen soll auf der Autobahn, wird dennoch geschätzt. Der Verhaltensforscher *Otto König* von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften hat eine ernste Mahnung ausgesprochen: «*Träumen ist für die Jugend unendlich wichtig.*» Wenn ich aber alles sofort bekomme – vom Auto bis zum von den Eltern bezahlten Apartment – was dann? Er sagt auch: «*Wir haben dem Kind die Vorbilder entzogen.*»

### Drohende Entwicklungen

Welches sind technische Entwicklungen, die erhöhter Vorsicht bei ihrer Anwendung bedürfen? Die Sorge geht um, dass *Mikroprozessoren* und *Roboter* menschliche Arbeitsplätze vernichten werden. Wer möchte bestreiten, dass diese technischen Neuentwicklungen *nicht streiken* und *keine Lohnverhandlungen* in jedem Jahr erfordern? Die Wirtschaft muss mit dem auskommen, was sie verdient. Sie kann sich der Konkurrenz, bei der auch der grössere Fleiss nicht abgeschafft werden kann, nicht entziehen, oder sie erlebt ihren Niedergang, wie etwa das Schicksal der deutschen optischen oder der Schweizer Uhrenindustrie gezeigt hat. Das Schuldenmachen ist ein altes, oft missbrauchtes Vorrecht des Staates, aber auch da mit sicheren Spätfolgen.

Kann nicht auch die Isolierung des unheilbar Schwerkranken in der *Intensivstation* eines Krankenhauses über längere Zeit an die Grenzen der Humanität stossen, ja sie verletzen, wenn ihm dabei die Würde des Abschiednehmens von dieser Welt genommen wird? Die Technik hat hier den Menschen ganz in ihrer Hand. Auch *Datenkarteien* bieten grosse Gefahren.

### Bevölkerungswachstum

Wie viele Menschen sind es heute, die alle leben und die versorgt sein wollen? Im Jahre 1975 lebten auf der Erde etwa 4,09 Milliarden. Nach dem Bericht «Global 2000» an Präsident Carter werden es im Jahr 2000 etwa 6,35 Milliarden sein, wenn die gegenwärtige Weltgeburtenrate andauert. Bis dahin werden bei Fortsetzung des gegenwärtigen Trends sowohl die Waldflächen als auch der Nutzholzbestand in den unterentwickelten Regionen um 40 Prozent geschrumpft sein. Supergrossstädte sind dann in diesen zu erwarten. *Mexiko City* soll im Jahr 2000 30 Millionen, *Kalkutta* 20 Millionen, *Bombay*, *Kairo*, *Djakarta*, *Seoul* alle zwischen 15–20 Millionen Menschen zählen. Die Abwasserbeseitigung, die Wasserversor-

gung, die Versorgung mit Nahrungsmitteln, mit Wohnraum, mit Arbeitsplätzen werden ohne die Hilfe der Technik nicht möglich sein. Oder – werden diese Städte unregierbar werden?

### Nahrungsmittelproduktion

Für die Nahrungsmittelproduktion auf der Erde ist von 1970 bis zum Jahr 2000 pro Jahr ein Zuwachs um etwa 2,2 Prozent zu erwarten. Das wird aber zum grössten Teil nur durch Verwendung ertragssteigernder, energieintensiver Technologien gelingen. Denn das kultivierte Land dürfte bis zum Jahr 2000 nur noch um etwa 4 Prozent anwachsen, da der grösste Teil zum Ackerbau geeigneten Landes bereits bewirtschaftet wird. Hier kann nur die moderne chemische Technik helfen. *Ammoniak* als eine Grundbasis der Düngemittelindustrie lässt sich aus Luftstickstoff und Wasserstoff exotherm, d. h. unter Energiegewinn gewinnen. Wer die Gewinnung des *Wasserstoffs* durch Photolyse des Wassers in grossem Masse technisch zu beherrschen lehrt, wird Grosse leisten. Forscher wie *Fritz Haber* und *Carl Bosch* haben sich um den Menschen verdient gemacht. Sie nutzten erstmals industriell hohe Drücke. Wer spricht heute noch von ihnen? Wenn in unseren Tagen die Überdüngung als Gefahr für die Natur auftaucht, so ist dies niemals die Schuld der Technik, eher schon des *naturwissenschaftlichen Unverständes* und des *übertriebenen Gewinnstrebens der Benutzer*.

### Wasser

*Wasser* wird für die rasch wachsende Zahl der Menschen ein Problem werden, die Grenze ihrer Versorgungsmöglichkeiten mit Nahrung wird bei der erwarteten Zahl von 10,35 Milliarden Menschen im Jahr 2030 gesehen. Sauberes Trinkwasser ist unerlässlich für den Fortbestand der Menschen, technische Wege liegen bereit, es ist nur eine Frage des Geldes.

### Missbrauchte fossile Energieträger

Die intensive Nutzung der fossilen Brennstoffe, aber auch der *Biomasse*, mit der Verbrennung zur Nahrungszubereitung, zur Erzeugung von Wärme in kälteren Zonen wie zum Energiegewinn in hochindustrialisierten Staaten zeigt gefährliche Entwicklungen. Sie sind nur durch den Menschen in die Natur gekommen. Der *saure Regen*, bedingt hauptsächlich durch  $\text{SO}_2$ - und  $\text{N-Oxide}$ , wie sie bei der Verbrennung der fossilen, irreversibel durch die viel langsamere Nachbildung weniger werdenden Vorräte der Erde entstehen,

beunruhigt die Nachdenklichen, naturwissenschaftlich die Zusammenhänge realistisch Einschätzenden unter uns. Das *Tannen-, Fichten- und nun auch schon das Buchensterben* beunruhigt tief. Messungen haben gezeigt, dass der  $\text{pH}$ -Wert des Regens in grossen Gebieten *Norwegens, Südkanadas* und im *Osten der USA* von 5,7 auf 4,5 gefallen, d. h. noch wesentlich saurer geworden ist. Technisch ist das Abfangen von  $\text{SO}_2$  und  $\text{N-Oxide}$  etwa bei kohlebeheizten Kraftwerken *kein Problem, finanziell aber sehr teuer*. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt, zurzeit etwa 0,03 Volumenprozent in der Luft, ist in den letzten 100 Jahren um etwa 15 Prozent gestiegen. Wenn die prognostizierten Steigerungsraten bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (jährlich etwa 2 Prozent) anhalten werden, so wird man nach dem Bericht «Global 2000» zu einer Verdoppelung des  $\text{CO}_2$ -Gehalts der Luft kommen. Das könnte dann einen Temperaturanstieg um 2–3 °C in den mittleren Breiten bewirken, die polaren Eiskappen könnten vielleicht abschmelzen. Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) wird in der Photosynthese nebst Wasser mit Sonnenlicht von den Pflanzen assimiliert und unter Sauerstofffreisetzung in organische Verbindungen zurückgeführt. Das Abholzen der Wälder, etwa die Tragödie im *Amazonasbecken*, leicht gemacht durch die Technik, die den Bäumen keinen «ehrlichen Tod mit der Axt» mehr gönnt und den Raubbau erst wirklich ermöglicht hat, wird den  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft nur steigern. Je Kopf werden die Holzbestände weltweit bis zum Jahr 2000 um voraussichtlich 47 Prozent zurückgehen. Was bedeutet das Fällen einer einzigen 80jährigen, alten, freistehenden Buche mit einer Krone von etwa 15 m Durchmesser und einer Blattoberfläche von 1600 Quadratmetern? Sie verarbeitet bei günstigen Wetterbedingungen 2,4 kg  $\text{CO}_2$  in einer Stunde am Tage und gibt dafür 1,7 kg Sauerstoff ab. Schon *150 Quadratmeter Blattoberfläche* – der erwähnte Baum hat etwa 1600 Quadratmeter – liefern je Vegetationsperiode so viel Sauerstoff, wie ein Mensch *im Laufe eines Jahres* zur Atmung benötigt. Unser grünes Kleid der Erde baut etwa 100 Milliarden Tonnen/Jahr Kohlenstoff aus dem  $\text{CO}_2$  der Luft durch Assimilation wieder in organische Verbindungen ein und entzieht damit  $\text{CO}_2$  der Luft. Alle Brennstoffe (Öl, Kohle) in ihrer gesamten, heute bekannten Menge entsprechen dem Ertrag an Kohlenstoffverbindungen durch die Photosynthese während eines einzigen Jahrhunderts. Seien wir unendlich behutsam in unserem menschlichen Wirken und dem Einsatz unserer Intelligenz, die sich in der Technik den Weg zum Guten wie Bösen geöffnet hat.

## Energie, das Kardinalproblem

Unter den vielseitigen Aspekten unseres technischen Zeitalters, in dem eine rasch wachsende Zahl von Menschen, vor allem in den industrialisierten Ländern, Arbeitsplätze benötigt, die bei diesen wesentlich in Fabriken liegen, ist für mich heute die *Energiefrage* die drängendste. Ist es nicht erstaunlich, dass bereits 1885 *Rudolf Clausius*, einer der Schöpfer der Wärmetheorie, eine Rektoratsrede in *Bonn* mit dem Titel: «Über die Energievorräte der Natur und ihre Verwertung zum Nutzen der Menschheit» gehalten hat. Alle Energiequellen hat er bereits damals angeführt, die uns auch heute bekannt sind, mit Ausnahme der *Kernenergie*, die noch nicht bekannt war.

Die fundamentale Entdeckung der Chemiker *Otto Hahn* und *Fritz Strassmann* im zu Ende gehenden Jahr 1938, dass mit langsamen Neutronen das Uranisotop der Masse 235 in zwei mittelschwere Bruchstücke gespalten wird, hat in ihren Folgen unsere gesamte Erde in noch nicht 50 Jahren vor entscheidende Fragen gestellt. Eine neue Energiequelle ist erschlossen worden, basierend auf reiner Grundlagenforschung, nicht staatlich gelenkter Zweckforschung. Das Problem der Energiegewinnung in Kernkraftwerken, die es erlauben, die Kilowattstunde im Vergleich zur Kohle oder Erdölverbrennung nunmehr um 8 Rappen billiger zu erzeugen, hat dennoch tiefe Unruhe in breite Bevölkerungsschichten getragen. *Radioaktivität* ist zum *Schreckgespenst* geworden, der Unfall von *Harrisburg* hat grosse Unsicherheit in vielen Ländern der Erde hervorgerufen, obwohl alle Gegner der Kernenergie und der Kernkraftwerke wissen, dass der *Mensch selbst seit Urzeiten radioaktiv* ist. Das Kaliumisotop der Masse 40, das zu 0,01 Prozent im natürlichen Kalium stets vorliegt, zerfällt als radioaktives Isotop in seine chemischen Nachbarlemente *Ar* und *Ca*. Dies bedingt  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung. Im Menschen ist dabei das Gefälle der  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -Ionen-Konzentration an der Membran der Nervenzellen von entscheidender Bedeutung bei der Nervenimpulsfortleitung. Da im erwachsenen Menschen mit etwa 75 kg Gewicht etwa 140 g Kalium enthalten sind, ist dieser stets ein radioaktiver Strahler. Dieses  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -Ionen-System ist im übrigen in der ganzen Evolution von den Wirbellosen bis zum menschlichen Gehirn beibehalten worden.

Persönlich vertrete ich die Auffassung, dass Kernkraftwerke für die Gewinnung der erforderlichen Energie in Industrieländern in näherer Zukunft nicht zu umgehen sind. Ich halte die

*Verbrennung der Kohle* – bei der ausser *Kohlendioxid* und *Schwefeldioxid* in ähnlicher Grössenordnung ebenfalls *Radioaktivität* aus Beimengungen von Uran und Thorium und ihren Folgeprodukten in die Luft gerät – für *problematischer*. Das schon erwähnte Problem der  $\text{CO}_2$ -Anreicherung ist nicht umkehrbar (irreversibel), und zwar weltweit. Niemand kann dieses mehr einfangen.

Wie sieht es nun aus mit *Kernkraftwerken in der Welt* im Jahr 1981? Die *USA* verfügen über 60 Millionen kW-Stunden, *Frankreich* über 23 Millionen kW-Stunden, dann folgen die *UdSSR* und *Japan* mit jeweils 15,5 bis 15,6 Millionen kW-Stunden. Unser Land, eine führende Industrienation, verfügt zurzeit nur über etwa 10 Millionen kW-Stunden. Für die Genehmigung eines Kernreaktors benötigt man dafür aber auch bei uns 410 Tonnen Papier! Während in *Frankreich* der Kernenergieanteil mit 37 Prozent inzwischen höher liegt als die Nutzung der fossilen Energieträger, sind es bei uns zurzeit nur 17 Prozent Kernenergieanteil. Das einstige Volk der Dichter und Denker könnte meines Erachtens gar leicht aufgrund solcher Zahlen in Nachteile geraten, die industriell bald bitter bezahlt werden müssen.

Es ist meines Erachtens *keine Chance*, mit *geothermischer oder Solarenergie* in näherer Zukunft einen Ersatz für die Kernenergie zu erhalten. Die *Kernfusion* steht in weiter Ferne und wird in den nächsten 20 Jahren nicht zum industriellen Tragen kommen.

## Kriegerische Aspekte

Der zutiefst auch mir bedrohlich erscheinende Aspekt der modernen technischen Welt ist jedoch der kriegerische. Und hier ist es das *Waffenarsenal der Atom- und bald wohl auch der Neutronenbombe*. Auch Wissenschaftler können sehr wohl schuldig werden. *Albert Einstein*, der geniale Physiker, schrieb am 2. August 1939, also noch vor Beginn des Zweiten Weltkriegs, an *Präsident Roosevelt* einen Brief, in dem er diesen darauf hinwies, «that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium». Er fährt fort: «This new phenomenon would also lead to the construction of bombs and it is conceivable – though much less certain – that extremely powerful bombs of a new type may then be constructed.» *Hiroshima* und *Nagasaki* mit ihren über 250 000 Toten waren die Konsequenz dieses Briefes. Es berührt tragisch, wenn *Albert Einstein* in seinem Buch «Aus meinen späten Jahren»

im Kapitel «Meine Beteiligung an der Erzeugung der Atombombe» aus dem Jahr 1952 schreibt: «Meine Beteiligung an der Erzeugung der Atombombe bestand in einer einzigen Handlung. Ich unterzeichnete einen Brief an *Präsident Roosevelt*, in dem die Notwendigkeit betont wurde, Experimente im Grossen anzustellen zur Untersuchung der Möglichkeit der Herstellung einer Atombombe. Ich war mit der furchtbaren Gefahr wohl bewusst, welche das Gelingen dieses Unternehmens für die Menschheit bedeutete. Aber die Wahrscheinlichkeit, dass die Deutschen am selben Problem mit Aussicht auf Erfolg arbeiten dürften, hat mich zu diesem Schritt gezwungen. Es blieb mir nichts anderes übrig, obwohl ich stets ein überzeugter Pazifist gewesen bin.» Alle Versuche Einsteins, nach Kriegsende die Atomwaffen wieder zum Verschwinden zu bringen, blieben erfolglos, auch das *Russell-Einstein-Manifest* aus dem Jahre 1955. *SS 20-* und *Pershing-Raketen* drohen. Ist die Technik dafür schuldig zu sprechen?

## Persönliche Verantwortung

Es ist so einfach, dies zu tun. Ich sehe es anders: Wir werden uns wieder klar darüber werden müssen, dass Leben und Handeln jedes einzelnen Individuums, an welcher Stelle auch immer es steht, *persönliche Verantwortung* bedeutet. Es hat zu überlegen, ob sein persönliches Tun zur Maxime des Verhaltens aller Menschen gemacht werden kann. Kein Staat, keine Ideologie kann davon entbinden!

Darf ich hier abschliessend an Thesen von *Max Thürkauf* anknüpfen? Mit 15 Jahren als Hilfsarbeiter in einer chemischen Fabrik tätig, ist er heute Professor für *Physikalische Chemie* an der *Universität Basel*. Ein nachdenklicher Wissenschaftler, der mir aus der Seele spricht. *Thürkauf* sagt: Die Methoden der modernen Wissenschaft lauten:

- Naturforscher, denk dir die Welt als einen Mechanismus;
- Bring den gedachten Mechanismus im Laboratorium hervor;
- Berechne den gedachten und gemachten Mechanismus. Aus dieser Wissenschaft ist die heutige Technik entstanden.

Die moderne Naturwissenschaft ist eine *Kopf-Hand-Wissenschaft*. Das entspricht aber nicht der Daseinsrealität des Menschen, der nicht nur ein Kopf-Herz-Hand-Wesen, sondern auch ein *Geist-Seele-Körper-Wesen* ist. Ein Wesen, das denken, fühlen und handeln kann.

Im modernen Wissenschaftsbetrieb ist die Natur selten ein Gegenstand der Liebe, sondern vielmehr etwas, das man benutzen und ausnutzen kann. Das *Fühlen wird gegenstandslos*, weil die Natur sachlich erforscht werden muss. Und bei der Anwendung der Naturwissenschaft in der Technik wird auch die Welt sachlich – sie gerät in Gefahr, *herzlos* und unter Umständen *unmenschlich* zu werden.

Nach einem *UNO-Bericht* arbeiten zurzeit 400 000 Wissenschaftler *ausschliesslich an der Entwicklung neuer Waffen*. Die moralische, ethische und ästhetische Urteilskraft ist hier ebenso gegenstandslos wie deren Gefässe, die Seele und der Geist.

---

### Bildung von Kopf, Herz und Hand

---

Wir brauchen aber heute in den Naturwissenschaften und in der Technik, wie ich selbst hinzufügen möchte, eine Bil-

dung von Kopf, Herz und Hand, wie sie *Pestalozzi* forderte. Aus einer solchen Wissenschaft würde eine Technik hervorgehen, die *nicht bloss Zivilisationsfaktor, sondern auch Kulturfaktor* ist. Technokratie kennzeichnet eine kulturlose Zivilisation. Die Gesetze des Lebens müssen Grundlage für die Technik der Zukunft werden und nicht nur wie heute die Gesetze der Physik und Chemie. Die Kreisläufe der Natur müssen Vorbild werden, kein Rohstoffraub, keine Müllhalden werden sie vergiften. «Als Christ und als Naturwissenschaftler glaube ich», sagt *Thürkauf*, «an eine *christliche Technik – von Liebe getragen*. Sie könnte eine Kultur von nie erreichter Grösse ermöglichen. Es gibt kein Naturgesetz, das gegen eine solche Technik spricht.»

Oswald Spenglers Vorhersage in seinem eingangs erwähnten Beitrag aus dem Jahre 1931 «Der Mensch und die Technik» lautet: «*Die Geschichte dieser Technik nähert sich schnell dem unausweichlichen Ende. Sie wird von innen*

*her verzehrt werden wie alle grossen Formen irgendeiner Kultur. Wann und in welcher Weise wissen wir nicht*». Das war noch vor dem Zeitalter der Kernenergie! Ich glaube dennoch, dass der Ratschlag *Manès Sperbers*, «*Wir sind verurteilt zu hoffen*», die bessere Lösung für uns darstellt. Die Grossen der Welt entscheiden über den Untergang, sie bestimmen den «point of no return». Sie mögen bedenken, dass jedes Gleichgewicht, auch das des Schreckens, die *Labilität als Grundgesetz* in sich hat. Noch ist unsere gute Mutter Erde unser aller Heimstatt, hüten wir sie, nutzen wir die Technik, die dank der schöpferischen Intelligenz des Menschen uns so viel Hilfe für unser Leben eröffnet hat, und missbrauchen wir sie nicht.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. E.O. Fischer, Anorganisch-Chemisches Institut der Technischen Universität München, Lichtenbergstr. 4, D-8046 Garching.