

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 101 (1983)
Heft: 8

Artikel: Technik als Herausforderung und Chance
Autor: Mey, Hansjürg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75085>

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: 30.01.2026

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

Technik als Herausforderung und Chance

Von Hansjürg Mey, Bern

Der Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM) feiert dieses Jahr sein 100jähriges Bestehen. Angesichts der wirtschaftlichen Lage wird dabei auf grosse Festlichkeiten verzichtet, hingegen soll in der Öffentlichkeit mit verschiedenen Aktionen auf die Bedeutung der Schweizer Maschinen- und Metallindustrie hingewiesen werden. In diesen Aktionsbereich gehört auch eine Wanderausstellung, die vorerst am Technorama in Winterthur, später an der Muba und am Comptoir gezeigt wird.

An der «Vernissage» in Winterthur am 8. Februar hielt Prof. H. Mey, Direktor des Instituts für angewandte Mathematik an der Universität Bern, eine Ansprache, deren Wortlaut hier wiedergegeben ist. Auszeichnungen im Text und Zwischentitel durch die Redaktion.

Ohne Technik keine Zivilisation

Wer sich heute zum Thema «Technik als Herausforderung und Chance» äussert, kann gewiss sein, schon nur wegen dieser Titelwahl unter Beschuss zu geraten. Der Vorwurf liegt in der Luft, der Titel suggeriere einen unhaltbaren Technik-Optimismus und wäre deshalb zu ersetzen durch den alternativen Titel «Technik als Bedrohung und Gefahr». Es sei deshalb gleich klargestellt, dass die *Gefahrenmomente* der Technik wie Umweltbelastung, ausser-Kontrolle-geraten und Überforderung auch hier nicht unter den Tisch gekehrt werden sollen. Dies aber vom Standpunkt aus, dass die *Eliminierung* oder *Minimierung* dieser Gefahrenmomente mit zu den Herausforderungen gehört, denen sich die moderne Technik gegenübergestellt sieht. Dieser Standpunkt schliesst die Überzeugung mit ein, dass die *kulturelle und zivilisatorische Entwicklung menschlichen Lebens untrennbar verknüpft ist mit der technischen Entwicklung*. Philosophische Studien vom Altertum bis in die Neuzeit untermauern diese Überzeugung ebenso wie historische Erfahrungen. Dazu nur zwei Beispiele aus dem heute so aktuellen Bereich der *Arbeitslosigkeit*:

Teihard de Chardin (1881–1955), Jesuitenpater, Paläontologe und Philosoph, schrieb 1947 in seiner Arbeit «Der Ort der Technik» [1] den folgenden Satz: «... und ich denke an das Phänomene der Arbeitslosigkeit, das die Wirtschaftler derart beunruhigt, das aber für einen Biologen das Natürlichste von der Welt ist: Es kündigt die Freisetzung geistiger Energie an; zwei befreite Arme sind ein für das Denken befreites Gehirn ...»

Das zweite Beispiel, diesmal historischer Art, entstammt der Schweizer Geschichte des 18. Jahrhunderts. Diese Zeitspanne ist deshalb gewählt, weil sie noch vor den industriellen Revolutionen liegt und weil deshalb die damals herrschenden Zustände nicht auf die Auswirkungen der Industrialisierung zurückgeführt werden können. Lorenz

Stucki schreibt dazu in seinem Buch «Das heimliche Imperium» [2]: «Die Bevölkerung der Schweiz zählte Anfang des 18. Jahrhunderts schätzungsweise 1,2 Millionen. Sie dürfte während des Jahrhunderts um rund 850 000 zugenommen haben, von denen aber nur 500 000 im Lande blieben; von den übrigen wanderten etwa 50 000 aus, hauptsächlich nach Nordamerika, während 300 000, alles junge Männer, in ausländischen Armeen verschwanden, auf den Schlachtfeldern Europas starben oder sich als nicht registrierte Auswanderer irgendwo in der Fremde niederliessen, wenn ihre Söldnerzeit vorbei war». Stucki erklärt auch, wo die Ursachen dieses unglückseligen Blutexports gelegen haben: Die mageren Erträge der kargen Böden reichten nämlich nicht aus, um die Bevölkerung zu ernähren. Nicht nur Salz und andere Bodenschätze, auch Getreide mussten eingeführt werden, eine entsprechende Ausfuhr hatte dafür aufzukommen. Exportprodukte waren Zuchtvieh, Käse, handgefertigte Stoffe und Uhrwerke. Mangels genügender Produktivität reichte das Exportvolumen zur Finanzierung der lebensnotwendigen Importe aber bei weitem nicht aus, die Differenz musste durch die Einkünfte aus der Reisläuferei gedeckt werden. Aber selbst damit kam es bei trockenen Sommern zum Hungertod tausender. Dieses kärgliche Leben musste zudem erkauft werden mit einem 16stündigen Arbeitsstag ohne soziale Sicherung, mit Kinderarbeit, es gab keine Pensionierung, praktisch keine ärztliche Versorgung, für die allermeisten keine Schule oder sonstige Ausbildung, die Lebenserwartung war kurz und die Kindersterblichkeit gross. Noch zu Ende des 18. Jahrhunderts reichte in schwierigen Jahren der Lohn eines Arbeiters gerade zum Kauf von 350 g Brot pro Tag.

Die Schlussfolgerung ist einfach: *Das Land bot keine Existenzgrundlage* für die wachsende Bevölkerung. Alles, was seither an günstigeren Lebensumständen geschaffen worden ist, geht auf das Konto der sich entwickelnden Technik industrieller Richtung. Damit einher-

gehend konnte sich auch das allgemeine Bewusstsein für soziale Fragen und für Menschlichkeit überhaupt entfalten. Einerseits war es der *Druck der existentiellen Not*, der die Verbesserung der menschlichen Produktivität und damit, ausgehend von England gegen Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts, die *Industrialisierung* hervorbrachte. Andererseits entstand aber im Lichte eines *neuen Menschenbilds*, das über die bloss vegetierende Existenz weit hinausging, eine neue Not, da die einseitig ausgerichtete industrielle Entfaltung jener Zeit diesem Menschenbild nicht entsprechen konnte. Auf diesem Hintergrund sind das Wirken Pestalozzi's und auch das Echo, das seine Aufrufe wie jener von 1807 «Die Industrie nagt an der physischen Kraft unseres Volkes» gefunden hat, zu verstehen.

Technische Organisation und psychisches Bewusstsein

Dieses Zwiegespann von technisch-industrieller Entwicklung und Bewusstseinsbildung zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte der Menschheitsentwicklung bis in unsere Tage hinein. Das ist eine praktische Erfahrung ebenso wie eine philosophische Erkenntnis, als Beispiel sei aus der bereits erwähnten Arbeit von *Teihard de Chardin* zitiert: «Die ganze Menschheit kann ebenso mit einer Ellipse verglichen werden, in der ein Brennpunkt der technischen Organisation mit einem Brennpunkt der psychischen Erkenntnis verbunden ist. Und aufgrund der Tatsache, dass die Menschheit auf eine Wirklichkeit mit ihren beiden Brennpunkten anerkannt wird, stellt sich die Schlussfolgerung von selbst ein: Die allgemeine Technik ist nicht nur eine Summe von kommerziellen Unternehmungen, eine mechanische Beschwernis, sie ist vielmehr die Summe der Verfahren, bei den Menschen den Bewusstseinszustand zu erhalten, der unserem Zustand der Zusammenballung und Vereinigung entspricht.»

Aus dieser Vereinigung von technischer Organisation einerseits und psychischem Bewusstsein andererseits zum Bild der Menschheit zieht *Teihard de Chardin* gleich anschliessend den folgenden Schluss: «Die Technik spielt eine im eigentlichen Sinne biologische Rolle: Sie gehört mit vollem Recht in den Bereich des Natürlichen. Unter diesem Gesichtspunkt ... verschwindet der Gegensatz zwischen künstlich und natürlich, zwischen Technik und Leben, denn alle Organismen sind die Ergebnisse von Erfindungen...» Der Korrektheit halber sei allerdings nicht

verschwiegen, dass er, der naturwissenschaftlich ausgebildete und weitgereiste Jesuitenpater, mit seinen Thesen in der katholischen Kirche auf starken Widerspruch gestossen ist. So wurde sein auf Evolutionismus füssender Fortschritts-optimismus als Verstoss gegen die Lehre von der Erbsünde und vom Jüngsten Gericht gewertet.

Was heisst Technik?

Versuchen wir, einige Gedanken nachzuvollziehen in einem Spannungsfeld, das durch die Begriffe *technisch - künstlich - natürlich* aufgespannt wird. Was heisst eigentlich «Technik»? Schnell zur Stelle wäre man mit einer Definition mittels Abgrenzung zum Gegen- teil, den meisten würde wahrscheinlich das Gegensatzpaar «Technik - Natur» einfallen. Wenn man andererseits das Gegenteil von «natürlich» sucht, stösst man in der Regel auf das Adjektiv «künstlich». Die Erfindung Gutenbergs von 1436 wird als «Buchdruckerkunst» bezeichnet, nicht etwa als «Buchdruckertechnik». Wo liegt der Unterschied zwischen «Uhrmacherkunst» und «Uhrmachertechnik»? In allen diesen Fällen gibt es keinen einleuchtenden Grund der Wortunterscheidung als eine im Laufe der Zeit veränderte Begriffszuweisung. Man könnte es als eine Art von Bescheidenheit der Ingenieure unserer Tage bezeichnen, wenn sie etwa ihre Verfahren zur Fertigung kleinsten funktionsfähiger Teile bloss mit «Mikrotechnik» statt mit «Mikrokunst» bezeichnen.

Diese Begriffsverlagerung wurde und wird begleitet von einer Aufspaltung der Werte. Technik empfindet man als im wirtschaftlichen Sinn mächtiger, Kunst als im humanistischen Sinn edler. Diese Wertspaltung hat zu dramatischen Folgen im abendländischen Bildungssystem geführt. Beobachter der gesellschaftlichen Entwicklung haben immer wieder auf die eigentümliche *Unsymmetrie* hingewiesen, dass der in Künsten und Geisteswissenschaften Bewanderte als gebildet angesehen wird, selbst dann oder gerade dann, wenn er keine Ahnung von technischen Dingen hat oder vorgibt, keine Ahnung zu haben. Umgekehrt führt die technische Ausbildung in den Augen unserer Gesellschaft noch nicht zu Bildung, und man erwartet von Ingenieuren, dass sie sich in geisteswissenschaftlichen Dingen und in den Künsten einigermassen auskennen, wenn sie als gebildet gelten wollen. Diese über Jahrzehnte gepflegte *Geringachtung der Technik im Rahmen eines humanistischen Bildungsziels* dürfte die tiefere Ursache für die Sta-

gnation der Studentenzahlen technischer Richtung sein. Der zu beobachtende Widerwille gegen alles Technische und Industrielle und die oft vorgeschoßene Angst gegenüber den Auswirkungen der Technik sind dagegen, so ist zu vermuten, nicht selber Ursachen mangelnder Attraktivität technischer Studienrichtungen, sondern bereits Folgen der lange geübten Geringschätzung unter dem Deckmantel eines veralteten Bildes von Humanismus und Bildung. So kommt es denn, dass sich immer mehr Leute mit humanistischer Ausbildung zu immer detaillierteren Fragen der Technik und ihrer Entwicklungen äussern, ohne davon nur schon je die Grundlagen gelernt zu haben.

Einer der vehementesten Kritiker dieses Zustands war Professor *Karl Steinbruch*, prominenter deutscher Fachmann auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik. Mitten in der hochkonjunktuellen Euphorie der sechziger Jahre schrieb er in bezug auf das hier angeschnittene Problem [3]: «Wenn wir so weitermachen wie bisher, sind wir im Jahre 2000 keine international führende Industrienation mehr, sondern nähern uns dem Zustand eines unterentwickelten Landes...: wissenschaftlich, technisch und sozial zurückgeblieben. Unsere Kinder und Enkel werden möglicherweise den Gürtel enger schnallen müssen... Von dem Zustande aus, in den wir im Jahre 2000 etwa gelangen, wenn nicht rasch Entscheidendes geschieht, werden unsere Kinder und Enkel mehr als eine Generation brauchen, um das heute Versäumte wieder aufzuholen...» Heute kann man lediglich feststellen, dass seither in der geforderten Richtung wenig Entscheidendes geschehen ist und dass die Prognose Steinbruch's nur insofern ungenau gewesen ist, als es weniger lang gedauert hat bis zur Einsicht, die Gürtel enger schnallen zu müssen.

Technik und Natur - Gegensätze?

Wie steht es nun aber mit dem Gegensatz zwischen Technik und Natur, wie er heute so augenfällig herausgearbeitet wird als unversöhnliche und tödliche Feindschaft zwischen zwei verschiedenen Welten? Vorerst ist festzustellen, dass sich die Technik mit nichts andrem beschäftigt als mit der *Aufbereitung natürlicher Rohstoffe* unter *Verwendung von Naturgesetzen*, all dies unter Einsatz von *Kreativität* und *Methodik*, wie sie die Natur dem Menschen verliehen hat. Auch der Künstler malt sein Bild mit den technischen Produkten Pinsel und Farbe auf den technisch

hergestellten Träger Leinwand im bau- technisch gefertigten Atelier. Selbst das psychische Bewusstsein unterscheidet nicht so streng zwischen Natur und Technik, wie man das gemeinhin annimmt. Dazu ein Beispiel: Als Kleinkind sprach unsere Tochter allabendlich in verschiedenen Variationen ein selbsterfundenes Dankgebet. Darin dankte sie dem lieben Gott für die Sonne, die Tiere, die Häuser, die Wälder, die Bäche usw. Mit aller Schonung mussten wir sie mit der Zeit auf den Unterschied zwischen den Häusern und den übrigen Gegenständen ihres Dankes hinweisen, und es musste ihr anfänglich unverständlich vorgekommen sein, dass ausgerechnet die Häuser nicht vom lieben Gott gebaut werden, obwohl sie einem doch vor Regenschützen, man darin ruhig schlafen kann und worin man sich geborgen fühlt. *Sir Julian S. Huxley* (1887-1975), englischer Biologe und Schriftsteller und von 1946-1948 Generaldirektor der Unesco, hat den scheinbaren Widerspruch zwischen Natur und Technik in der kürzest möglichen Form aufgelöst [4]: «Der Mensch ist die ihrer selbst bewusst gewordene Evolution.» Oder in der Sprache *Teilhard de Chardin's*: «Man gelangt so zu dieser sehr einfachen Vorstellung: Durch den Menschen hindurch bricht die Evolution von neuem auf...»

Dieses vom Biologen und von Philosophen entworfene Bild der Technik, die sich als Fortsetzung der biologischen Evolution weiter entwickelt und damit selbst zu einem Teil der Natur wird, lässt sich nun in der Tat an vielen praktischen Beispielen in Technik und Wirtschaft leicht nachvollziehen. So durchläuft etwa die Formgestaltung einer neuen Technologie einen der biologischen *Evolution* nicht unähnlichen, *behutsamen und langsamem Entwicklungsweg*, der sich nur allmählich von den Formen früherer Technologien entfernt und durch rational-technische und funktionale Erfordernisse nicht erklärbar ist. Nach dem Aufkommen der *Gusseisentechnik* hatten über Jahre hinweg *vertikale Träger* noch die *Formen ionischer und korinthischer Säulen*. Die Form des *Automobils* entwickelte sich ganz allmählich und langsam aus der Form der *Pferdekutsche* heraus. Aus mechanischen Gründen waren die Hinterräder der Pferdekutsche wesentlich grösser als die Vorderräder; diese Ungleichheit hat man in die Automobiltechnik übernommen, als es längst keinen funktionalen Grund mehr dafür gegeben hatte. Der Durchmesserunterschied der Räder baute sich ganz langsam ab: In der ersten Serie der Mercedes von Daimler-Benz aus dem Jahre 1901 waren die Hinterräder noch ein

ganz klein wenig grösser als die Vorderräder, und erst bei einer nächsten Serie hat man sich zu vier gleich grossen Rädern durchgerungen. *Digitale Armbanduhren* waren und sind zum Teil heute noch ebenso *rund* wie analoge, obwohl dies keine durch Zeiger diktierte Kreisfläche mehr nahelegt. Die Analogie zur biologischen Entwicklung ist offensichtlich, man denke nur etwa an das, was zwischen unseren Fingern von den Schwimmhäuten unserer zoologischen Vorfahren übriggeblieben ist.

Innovation und Evolution

Was wir in der Technik als «*Innovation*» bezeichnen, ist offenbar mehr oder weniger das Analogon der «*Evolution*» der Natur: Hier die *neuen technischen Erzeugnisse*, da die *neuen Arten*. In beiden Fällen steht an der Wurzel des Neuen ein kreativer Schritt, eine *Mischung von Zufall und Zielgerichtetheit*, der man auch schon den Namen «*gerichteter Zufall*» gegeben hat. Weder aus der Biologie noch aus der Technik weiss man heute darüber Schlüssiges und Endgültiges, vielleicht verbergen sich dahinter die tiefsten Wunder der Schöpfung. Die neuen Arten sind sowenig alles Volltreffer wie die neuen technischen Erfindungen: Ein relativ langsam wirkender Auswahlprozess sorgt für die Elimination des weniger Guten und für das Überleben des Besseren. Bisweilen entwickeln sich aus demselben Ursprung heraus mehrere verschiedene Zweige parallel weiter, der eine gerät in eine Sackgasse, der andere ist Ausgangspunkt für weitere Verbesserungen. Diese baumartige Struktur der Genese hat zum Beispiel *Darwin* zu der Feststellung veranlasst, dass Menschen und Menschenaffen zwar vom selben Vorfahren abstammen, ohne dass aber der Mensch Nachfahre des heutigen Menschenaffen ist. Auch in der Technik finden sich viele Beispiele dafür. Man denke etwa an die elektronischen Verstärkerkomponenten: Nach einer erfolgreichen Entwicklung ist die *Elektronenröhre* in eine Sackgasse geraten, der *Transistor*, der keinesfalls ihr entwicklungsgeschichtlicher Nachfolger ist, hat sich dagegen als weit evolutionsfähiger erwiesen. Als gemeinsamer funktioneller Ahne kommt vielleicht der *Fritter* in Frage, der aber so weit in Vergessenheit geraten ist, dass ihn die wenigsten heute noch kennen dürften. Man darf aber die zu guter Letzt unterlegenen Entwicklungslinien nicht unterschätzen. So haben zwar die *Dinosaurier* die langzeitige Entwicklung nicht überlebt, aber sie gehören in der Erdgeschichte trotzdem zu den erfolgreichsten Arten, denn es gab sie

während ungefähr 140 Millionen Jahren, womit sich die bisherige Menschheitsgeschichte überhaupt nicht messen kann. In der Technik dürfte sich Ähnliches abspielen: Zwar gibt es die *dezentrale Energieversorgung* und die *personal computers*, denen beiden das Prädikat «*small is beautiful*» zukommt. Trotzdem dürften, wenn nicht alles täuscht, die «*technischen Dinosaurier*», nämlich die *Grosskraftwerke* und die *grossen Rechenzentren*, deswegen noch lange nicht ausgespielt haben. Weder die Natur noch die Technik können es sich offenbar leisten, plötzlich alles auf eine Karte zu setzen in der Meinung, die einzige richtige Lösung gefunden zu haben. Vielmehr ergeben sich oftmals gerade aus neuen Kombinationen eines breitgefächerten Artenpektrums interessante neue Möglichkeiten. So hat unlängst Nobelpreisträger Prof. *Arber* die Ansicht geäussert [5], dass die Erhaltung des Artenreichtums in der Biologie für die Weiterentwicklung von ganz besonderer Bedeutung sei, gewissermassen zur Erhaltung eines «*Genpools*», aus dem heraus sich die weitere Evolution vollzieht. Auf die Technik übertragen hiesse das, dass das Wissen über die bisher ersonnenen Verfahren und Einrichtungen für künftige Generationen sorgsam zu hüten sei.

Ausleseprozesse

In der belebten Natur richtet sich der *Auswahlprozess*, aus dem heraus sich die erfolgreichsten Arten gegenüber den weniger erfolgreichen herausbilden, bekanntlich nach Kriterien der Art «*anpassungsfähig*», «*lebensfähig*», «*stark*», «*schlau*» usw. In der Technik ist es offenbar der *Markt*, der diese Ausscheidung vornimmt, und damit wird die Technik in das eingebunden, was man in seiner Allgemeinheit mit «*Wirtschaft*» bezeichnet. Der Markt erfüllt diese Funktion aber nur dann, wenn er dem Neuen überhaupt die Chance gibt, sich dem Wettbewerb zu stellen. Es scheint, dass heute der Innovationsprozess an diesem Punkt besonders gefährdet ist. Auf der einen Seite sind die durch Wirtschaftsmechanismen, Ausbildungssysteme und Politik geprägten Strukturen so kompliziert und träge geworden, dass sich das Neue mehr nach dem schon Dagewesenen als nach dem kreativ Denkbaren richtet. Neue Ideen werden verschüttet, weil sie, gemessen an den Kriterien des Bisherigen, den kürzeren ziehen. Weit gravierender ist aber die *ungenügende Überlebenschance* von Innovationen, selbst wenn sie das Licht der technischen Reife erreichen. Dies gilt insbesondere hierzulan-

de in einer kleinstrukturierten Wirtschaft mit viel zu kleinen Märkten, die sich nur selten den *scheinbaren Luxusleisten wollen*, *Pilotmärkte für innovative Produkte* zu sein. Es kommt nicht von ungefähr, dass die *Vereinigten Staaten* mit ihrem grossen, für fortgeschrittene Technologie besonders aufgeschlossenen Heimmarkt nach wie vor die innovativ-führende Industrienation sind und dass der alte Kontinent mehr und mehr ins Hintertreffen gerät. Wenn man zwischendurch geglaubt hat, der 1967 von *Jean-Jacques Servan-Schreiber* [6] beschriebene *technologische Graben zwischen den Vereinigten Staaten und der Alten Welt* hätte sich aufgefüllt, so muss man heute in bezug auf die neuesten Technologien, insbesondere im Bereich des Computerwesens, feststellen, dass dem nicht so ist, im Gegenteil. Wenn es uns nicht gelingt, dem dank unserem hohen intellektuellen Potential durchaus vorhandenen Innovationsgeist mit der Etablierung eines eigenen Marktes für fortgeschrittene Technologie zum Durchbruch zu verhelfen, laufen wir Gefahr, zwischen den *amerikanischen Innovatoren* und den *japanischen Realisatoren* wirtschaftlich aufgerieben zu werden. Es gilt, den einheimischen Innovationsn eine Entwicklungschance in einem einheimischen Pilotmarkt für fortgeschrittene Technologie zu geben, ohne deswegen den Fehler des Protektionismus und jenen des Abgleitens in uns unzugängliche Massenmärkte zu begehen. Voraussetzung dazu bildet, neben den oft zitierten günstigen Rahmenbedingungen staatlicherseits, eine minimale Solidarität unter den Wirtschaftsträgern unseres Landes, aus der heraus andere Prioritäten gesetzt werden können als jene des kostenminimalen Einkaufs für jedes und alles. Diese scheinbar oberste Maxime ökonomischen Handelns könnte sich im gesamtwirtschaftlichen Rahmen leicht als das erweisen, was man schon mit «*sparen, koste es was es wolle*» bezeichnet hat.

Innovation, Motor der Weltwirtschaft

Die Frage bleibt allerdings, und damit richtet man sich an derzeitige Kritiker unserer Technik und Industrie, ob denn wirklich laufend Innovation getrieben werden müsse, und ob denn nicht die Zeit gekommen sei, sich in Ruhe des Erreichten zu erfreuen und einen technisch stationären Zustand anzustreben. Dazu ist zweierlei zu sagen:

Erstens haben bisher so *ziemlich alle ökonomischen Theorien versagt*, mit denen der von Krisen geschüttelten Welt-

wirtschaft mittels monetären, fiskalischen und anderen ökonomischen Massnahmen auf die Beine geholfen werden sollte. Einzig übrig und unwidersprochen geblieben ist die technische Innovation als Motor der Weltwirtschaft.

Zweitens: Wer glaubt, die technische Entwicklung sei heute mehr oder weniger am Ende, weil ihm nichts Wesentliches mehr einfällt, was noch Neuartiges und noch Besseres gemacht werden könnte, übersieht die historisch belegbare Tatsache, dass noch keine Generation deutlich vorausgesehen hat, in welche Richtung sich ihre eigene Technik innovativ zu entwickeln vermag. Im Gegenteil: Aus einer Gegenwartsbeurteilung heraus vermögen oftmals selbst Fachleute nicht die Entwicklungsmöglichkeiten ihres eigenen Fachgebiets zu übersehen. Ein Beispiel: Gegen Ende des letzten Jahrhunderts machte *Marconi* seine ersten Versuche mit der Funktelegraphie, aufbauend auf den Arbeiten von *Hertz*, dem Entdecker der Radiowellen. Aber ausgerechnet *Hertz* warnte *Marconi*, seine Experimente würden fehlschlagen und er verschwendete nur seine Zeit. Solche Beispiele lassen sich in beliebiger Zahl anführen. Aber auch die aus einer Gegenwartsbeurteilung heraus gemachte Behauptung, die Einführung einer neuen Technik scheitere an den mangelnden Fähigkeiten der Menschen, die sie einsetzen sollten, kann sich als krasse Unterschätzung dieser Fähigkeiten erweisen. So rechnete man *Ford* bei dessen Lancierung des Serienmodells T vor, es würden sich niemals genügend Menschen finden, die in der schwierigen Kunst des Chauffierens ausgebildet werden könnten. Aktuelle Parallelen mit der breiten Einführung von Computern sind durchaus erlaubt.

Informatik als Basistechnik

Wenn abschliessend noch einmal ein Vergleich zwischen Natur und Technik gemacht werden darf, dann der folgende: Zur Zeit entwickelt sich abermals eine neue, entscheidende Basistechnik oder *Basistechnologie*, gründend auf den Pfeilern *Mikroelektronik* und *Computerwesen*. Sie hat ihren Namen noch nicht gefunden, bisweilen spricht man von *Informatik*, ein ander Mal von *Informationstechnologie*. Wenn nicht alles täuscht, so geht damit die technische Innovation in jene Richtung, die die biologische Evolution mit der Entwicklung des Zentralnervensystems höherer Lebewesen vor Urzeiten so erfolgreich eingeschlagen hat. Wenn man die biologischen Arten in eine Kategorie ohne

und in eine mit Gehirnen einteilt, wird man einerseits die Überlegenheit der zweiten Kategorie und andererseits die andauernde Koexistenz beider Kategorien erkennen. Es darf die Vermutung geäussert werden, dass derartiges zur Zeit in der technischen Entwicklung im Gange ist. Die immensen Chancen, die damit einer sinnvollen technischen Innovation zur Verfügung stehen, sind erst in ihren Umrissen erahntbar, vielleicht übertreffen sie alles, was an technischen Chancen bisher schon dagewesen ist.

Gegensatz zwischen technischer Komplexität und psychischem Bewusstseinsbild

Aber, um auf das Ellipsenmodell *Teilhard de Chardin's* mit den beiden Brennpunkten technische Komplexität und psychische Bewusstseinsbildung zurückzukommen: Das letztere muss erst noch entwickelt werden. *Die technische Komplexität, das technisch Machbare sind offenbar zu rasch gewachsen, wenigstens zu rasch im Verhältnis zu der Anpassungsfähigkeit menschlicher Individuen.* Eingedenk der den technischen Möglichkeiten innewohnenden Gefahren hat sich das allgemeine Bewusstsein z. T. *reakтив* entwickelt zu einer Bremskraft, die der Entfaltung der technischen Innovationskraft Zügel anlegt. So sehr man dies zur Erreichung eines gesunden Gleichgewichts und zur Vermeidung unerwünschter Erscheinungen begrüssen mag, so sehr wird man aber feststellen müssen, dass diese Bremskräfte über das Ziel hinausgeschossen sind und allmählich selber zu einer Gefahr für unser Fortkommen werden. Man hat bisher, wie es scheint, zu wenig darauf hingewiesen, wieweit eine überbordende und übertriebene Reaktion gegen die Entfaltung der Technik Ursache oder Mitursache der gegenwärtigen Weltwirtschaftskrise ist. Wer den Menschen jede Freude am technischen Fortschritt vermiest, braucht sich nicht zu wundern, wenn allmählich dieser technische Fortschritt und damit unsere wirtschaftliche Basis im undefinierten *Klima von Angst und Ablehnung* ersticken. Als *Pestalozzi* 1807 gegen die Industrie, die an der physischen Kraft unseres Volkes nage, wetterte, haben zwei Optionen zur Verfügung gestanden: Entweder die neu entstandene Energie der industriell orientierten Technik zu nutzen, sie umzuleiten auf die Verbesserung der Lebensbedingungen aller samt der Einführung des Schulwesens für die ganze Bevölkerung. Oder die Industrie abzuschaffen und damit ihren schädlichen Auswirkungen radikal Ein-

halt zu gebieten. Die Fortschritte seit und dank Pestalozzi verdanken wir der Wahl der Option Nummer 1. Mit der Wahl von Option Nummer 2 wäre zwar das aktuelle Übel beseitigt gewesen, es hätte dann aber auch keine Schulen geben und Pestalozzi wäre ein unbekannter Mann geblieben.

Rückschritte, keine Lösung anstehender Probleme

Ziehen wir die Lehren daraus und erliegen wir nicht der Versuchung, anstehende Probleme durch Rückschritte lösen zu wollen. Es ist wohl die grösste Herausforderung, die uns die Technik in ihrer Rolle als menschengewordene Fortsetzung der biologischen Evolution auferlegt, zu erkennen, dass ein *Stillstand dieser Evolution Rückschritt* bedeutet. Die ursprüngliche Hauptaufgabe der Technik, wie sie aus dem eingangs zitierten Beispiel des 18. Jahrhunderts abgeleitet werden kann, nämlich die Sicherstellung der Lebensbasis für eine wachsende Bevölkerung, ist in unserem Land zwar mehr oder weniger erfüllt. Einerseits deshalb, weil die Produktivität der Landwirtschaft und der Gütererzeugung im Verein mit den hochentwickelten Handelsmechanismen heute zur Versorgung einer im Vergleich zu damals fünfmal grösseren Bevölkerung ausreichen. Andererseits deshalb, weil sich mit dieser Besserstellung aus bekannten Gründen die Bevölkerungsvermehrung verlangsamt hat und gar zum Stillstand gekommen ist. In diesem nun zu Ende gehenden Regulierungs- und Stabilisierungsprozess mag man übrigens eine der wunderbarsten Erscheinungen im Wechselspiel zwischen Natur und Technik erkennen. Aber wir wissen auch, dass dieser glückliche Zustand nur auf eine kleine Minderheit der Erdbevölkerung zutrifft und dass in den weitesten Teilen unseres Globus noch Verhältnisse andauern, die keineswegs besser sind als die unsrigen im 18. Jahrhundert. Also müsste es unsere Aufgabe sein, unsere psychischen und technischen Energien weiterhin zu entwickeln und sie nutzbar zu machen zur Besserung des Loses jener, die von den lebenssicheren Errungenschaften der Technik noch nicht profitieren konnten. Es mag kein Zufall sein, dass uns Erforschung und Auswertung von Naturgesetzen gerade jene Kommunikationstechnik zur Verfügung gestellt haben, die uns im wörtlichen Sinn sichtbar werden lässt, wo Not und Hunger bestehen.

Die grösste Chance, die uns die Technik bietet, mag so die ihr innewohnende innovative Kraft sein, aus der heraus die

Mittel zu schöpfen sind, um diese Probleme zu erkennen und einer Lösung entgegenzuführen. Dazu bedarf es der Pestalozzis ebenso wie der Ingenieure.

Die grösste Gefahr: Militärischer Missbrauch

Die grösste Gefahr, die sich unserer geistlichen Zukunft entgegenstellen könnte, wäre ein *militärischer Missbrauch technischer Erkenntnisse und Mittel*. Zudem sind die Folgen nicht zu übersehen, die sich ergeben müssten, wenn es in einem Klima von Technikfeindlichkeit unseren Ingenieuren und Industriellen allmählich verleiden könnte, sich als Prügelknaben der öffentlichen Kritik ihren Aufgaben der

technischen Innovation zu unterziehen.

Die grösste Herausforderung der Technik wird in diesem Sinn eine Herausforderung an jene sein, die sie im Interesse aller betreiben.

Es ist denkbar, dass, sofern wir nicht in der einen oder anderen Richtung allzu grobe Fehler begehen, die ganze Menschheit einmal jenen Stabilitäts- und Entwicklungszustand erreicht haben wird, über welchen wir in unseren Breiten verfügen. Dann mögen die Prioritäten anders gesetzt und eine auf jenen Zustand ausgerichtete Philosophie der Technik entwickelt werden. Vielleicht ist darüber anlässlich des 200jährigen Bestehens des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller zu berichten.

Quellen

- [1] Teilhard de Chardin (1967): «Der Ort der Technik in einer allgemeinen Biologie der Menschheit», verfasst 1947 (aus «Pierre Teilhard de Chardin: Die lebendige Macht der Evolution», Walter-Verlag, Olten)
- [2] Lorenz Stucki (1968): «Das heimliche Imperium», Scherz Verlag
- [3] Karl Steinbuch (1968): «Falsch programmiert». Deutsche Verlags-Anstalt
- [4] Zitat aus [1]
- [5] Vortrag in geschlossenem Kreis in der Reihe «panta rhei» der Hans Erni-Stiftung, Luzern
- [6] Jean-Jacques Servan-Schreiber (1967): «Le défi américain», Verlag Denoel

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. H. Mey, Institut für angewandte Mathematik, Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern.

Eine wirtschaftliche Lösung zur Regelung von Pumpen

Von Jean-Emile Graeser und Ramiro Rodriguez, Lausanne

Zur Regelung der Fördermenge von Kreiselpumpen, die in den verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft verwendet werden (z.B. Entwässerung, Frischwasser, Bewässerung), sind unterschiedliche Methoden möglich. Die einfachsten, durch niedrige Installationskosten gekennzeichnet, haben oft einen sehr schlechten Wirkungsgrad und verursachen langfristig erhebliche Kosten. Eine bessere Kenntnis dieses Problems sollte in vielen Fällen den Verbraucher dazu bewegen, durch höhere Investitionen wesentliche Energieeinsparungen zu verwirklichen, was zu einer wirtschaftlicheren Anlage führt. Ohne Anspruch auf Ausschöpfung der Thematik sollen die folgenden Erläuterungen die Aufmerksamkeit der Benutzer von kleinen Pumpenanlagen (mit Leistungen im Bereich von 10 bis 300 kW) auf die wirtschaftlichen Aspekte der Regelung der Fördermenge lenken.

Pumpen und Betriebskennlinien

Die folgenden Betrachtungen sind für alle Kreiselpumpenarten gültig (radial oder zentrifugal, diagonal und axial) und haben zum Ziel, den wirtschaftlichen

Betrieb von Pumpenanlagen zu fördern (Bild 1).

Die Bestimmung der *bestgeeigneten Pumpe* hängt von drei Auswahlkriterien ab, der *manometrischen Förderhöhe* H_p , der Fördermenge \dot{V}_p und der *Drehzahl* N der Pumpe.

Die *Drehzahlziffer* v oder die *spezifische Drehzahl* n_q geben einen nützlichen Anhaltspunkt bei der Auswahl der Pumpen. Unabhängig davon ist bei konstanter Pumpendrehzahl die Fördermenge von der Förderhöhe abhängig, was durch die Kennlinie im Diagramm in $\dot{V} \div H$ dargestellt ist. Zu jedem Betriebspunkt, der durch die beiden Werte (\dot{V}, H) definiert ist, gehört ein Wirkungsgrad auf der Kurve $\dot{V} \div \eta$. Bild 2 zeigt die Kurven von drei verschiedenen Pumpen.

Üblicherweise wird ein Drehstromkurzschlussläufer-Motor, bedingt durch seinen niedrigen Preis, einfachen Unterhalt und guten Wirkungsgrad, als Antrieb für Kreiselpumpen verwendet. Seine Drehzahl ist praktisch konstant. Somit ist die Fördermenge der Pumpe vom Höhenunterschied in der Anlage abhängig. Ist eine variable Fördermenge erwünscht, sind zusätzliche Regeleinrichtungen notwendig.

Bild 1 (unten). Pumpentyp: Geometrie und Drehzahl

Bild 2. Betriebseigenschaften bei konstanter Drehzahl von Kreiselpumpen

