Zeitschrift: Schweizer Monatshefte : Zeitschrift für Politik, Wirtschaft, Kultur
Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Monatshefte
Band: 46 (1966-1967)
Heft: 11

Artikel: Die Zukunft des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes
Autor: Walter, Emil J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-161917

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: 12.07.2025

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

Dienst bei Kaiser Franz Joseph wie folgt: «Ich bin der Vorsehung dankbar, daß ich diese Zeit in der unmittelbaren Umgebung Seiner Majestät des Kaisers und Königs Franz Joseph I. verbringen durfte. Dem, was ich dort gelernt und erfahren habe, hatte ich es später zu verdanken, daß ich in meiner — nicht gesuchten — Stellung als Staatsoberhaupt Ungarns stets den rechten Weg vor mir sah. Das Vorbild des edelsten, ritterlichsten und gütigsten Mannes, dem ich in meinem Leben begegnet bin, hat mich in meinem weiteren Leben begleitet. Was in Wien durch die Jahrhunderte hindurch erprobt worden war und sich als gut erwiesen hatte, konnte ich mit nach Ungarn hinüberbringen» (S. 81). [32] Siehe das Interview mit Staatssekretär Pfeiffer in der Budapester Zeitung «Köztársaság» vom 13. Juni 1946. [33] Horthy, S. 314.

Die Zukunft des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes

EMIL J. WALTER

Wenn wir im Sinne der Wissenschaftslogik die Wissenschaften einteilen einerseits in Formalwissenschaften (Logistik, Mathematik etc.) und Realwissenschaften andererseits, so ist bei beiden Wissenschaftsgruppen eine ganz bestimmte Entwicklungstendenz festzustellen. Die Differenzierung der Wissenschaften macht immer größere Fortschritte. Gleichzeitig wächst die theoretische Vereinheitlichung. Es dürfte zweckmäßig sein, die empirischen Realwissenschaften in die drei großen Grundwissenschaften, nämlich die Physik als die Wissenschaft der toten Körper, die Biologie als die Wissenschaft der lebendigen Organismen und die Sozialwissenschaften als die Wissenschaften der gesellschaftlichen Vorgänge (Geschichte der menschlichen Gesellschaften und Kulturen, Sprach-, Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften im engeren Sinne des Wortes) einzuteilen.

Die Geschichte der Wissenschaften und der Technik zeigt, daß seit der Steinzeit bis in die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts die Wissenschaft als systematische und theoretische Zusammenfassung der menschlichen Erkennt-

nisse sich stets auf die vorangehende Praxis, die technischen Fertigkeiten und Erfindungen stützte. Erst im zwanzigsten Jahrhundert beginnt sich das Verhältnis von Technik und Wissenschaft grundsätzlich zu verändern, indem die Wissenschaft zur Voraussetzung des technischen Fortschrittes wird. Es ist von kompetenter Seite behauptet worden, daß etwa vier Fünftel der bedeutendsten Naturforscher aller Zeiten im zwanzigsten Jahrhundert gelebt haben oder heute noch leben. Damit ist eine Verwissenschaftlichung der wirtschaftlichen Produktion möglich geworden, welche zu einer in der Wirtschaftsgeschichte bisher unbekannten Steigerung der wirtschaftlichen Produktivität seit dem Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts geführt hat.

Gleichzeitig deutet die theoretische Entwicklung der Physik als der grundlegenden Naturwissenschaft auf einen Prozeß hin, der eine asymptotische Annäherung an naturgesetzlich bestimmte Grenzen der naturwissenschaftlichen Forschung erkennen läßt. Der alte theoretische Gegensatz von Physik und Chemie ist überwunden. Die Stofflehre, die Chemie, ist als Atomphysik zu einem Teil der Physik geworden. Dieser Einschmelzungsprozeß der Chemie in die Physik, der an die Leistungen von Planck, Einstein, Rutherford, Bohr, Heisenberg und so weiter geknüpft ist, bildet nur das Schlußglied einer theoretischen Entwicklungsreihe, die schon im siebzehnten Jahrhundert begann.

Die Physik ist entstanden aus der theoretischen Vereinheitlichung von Einzelgebieten, wie der Mechanik, der Kalorik, der Akustik und der Optik, welche sich ganz natürlicherweise in Anlehnung an die einzelnen Sinnesgebiete des Menschen ergeben haben. Im siebzehnten Jahrhundert entstanden zunächst in rudimentärer Form die Magnetik und die Elektrik, zwei grundlegende Wissenschaften von größter Bedeutung in der Gegenwart, welche aber nur auf indirektem Wege erschlossen werden konnten, weil wir weder über einen Sinn für magnetische noch für elektrische Kräfte verfügen.

Im Laufe des achtzehnten und neunzehnten Jahrhunderts entstand aus der Himmelsmechanik und Mechanik der festen und flüssigen Körper, der Kalorik und der Akustik das System der klassischen Mechanik und Thermodynamik, nachdem man in der mechanischen Wärmetheorie erkannt hatte, daß die Wärme keinen besonderen Stoff bedeute, sondern durch die Bewegungen der Moleküle und Atome zu erklären und die Akustik als Lehre vom Schall und als Lehre von longitudinalen Wellenbewegungen aufzubauen sei. Andererseits entwickelte Maxwell in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts die Lehre des elektromagnetischen Feldes, nachdem Michael Faraday in den vierziger Jahren experimentell gezeigt hatte, daß die Ebene des polarisierten Lichtes durch ein Magnetfeld «gedreht» werden kann. So standen sich zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts die klassische Physik im Sinne Newtons mit mechanistischen Modellvorstellungen und die elektromagnetische Feldtheorie von Maxwell, Hertz und Lorentz als gleichberechtigte

zusammengefaßte Teilgebiete der Physik einander gegenüber. Ihre Vereinheitlichung im Sinne einer theoretischen Integration wurde durch die Quantentheorie von Max Planck im Jahre 1900 und die Lichtquantentheorie von Albert Einstein im Jahre 1905 eingeleitet. Einstein hat in der Folge durch die Erkenntnis, daß die Lichtgeschwindigkeit die größte mögliche physikalische Wirkungsgeschwindigkeit darstellt, mit der Formulierung der speziellen Relativitätstheorie und der Erweiterung der Newtonschen Gravitationslehre in Form der allgemeinen Relativitätstheorie durch Gleichsetzung der trägen und der schweren Masse die Voraussetzungen geschaffen zu einer möglichen allgemeinen Feldtheorie der Physik, wie sie vor wenigen Jahren in der berühmten Feldgleichung von Heisenberg als theoretisches Endziel der Physik proklamiert wurde. Mechanik, Kalorik, Akustik, Optik, Magnetik, Elektrik, anorganische und organische Chemie gehorchen den gleichen, durch die Feldphysik erfaßten Gesetzen der relativistischen Quantenmechanik mit vier Kraftfeldern, dem Gravitationsfeld, dem elektromagnetischen Feld, dem Feld schwacher und dem Feld starker Wechselwirkung der Elementarteilchen. Damit ist grundsätzlich der Prozeß der Integration der Physik und der Chemie abgeschlossen, ist dank des Einsteinschen Massenäquivalentgesetzes die physikalische Energie zur *Ursubstanz* im Sinne der ionischen Naturphilosophie geworden.

Im engsten Zusammenhang mit dieser abschließenden Entwicklung der modernen Physik stehen nachstehende Tatsachen: Das elektromagnetische Spektrum ist von den langen energieschwachen Radiowellen bis zu den energiereichen Gammastrahlen seit dem Zweiten Weltkrieg grundsätzlich erforscht (Entdeckung der Dispersion des Sonnenlichtes durch Newton 1670/1704, Entdeckung der infraroten Strahlen um 1800 durch Herschel, der ultravioletten Strahlen kurz nachher durch Richter, künstliche Erzeugung elektrischer Meterwellen durch Hertz 1888, Entdeckung der X-Strahlen durch Röntgen 1895, Schließung der letzten Lücken im elektromagnetischen Spektrum zwischen Kurzwellen und Infrarot während und nach der Luftschlacht über England und zwischen Ultraviolett und Röntgen- und Gammastrahlen zur gleichen Zeit). Ebenso wissen wir heute, daß es auf der Erde und im Weltall rund 104 chemische Elemente gibt, die in das 1869 entdeckte periodische System der Elemente eingeordnet werden können. Es sind keine neuen Elemente, wohl aber noch zahlreiche chemische Verbindungen zu entdecken. Überraschenderweise konnte ebenfalls ein System der Elementarteilchen aufgestellt werden, so daß sich auch in der Physik der Elementarteilchen ebenso wie in der Theorie der Elemente ein experimenteller Abschluß zeigt. Die moderne Feldphysik führte zur Formulierung von wenigstens sieben Erhaltungssätzen: dem Satz der Erhaltung der Energie, dem Satz der Erhaltung der Masse, dem Satz der Erhaltung des Impulses, dem Satz der Erhaltung des Drehimpulses oder Spins, dem Satz der Erhaltung der Anzahl

der elektrischen Ladungen, dem Satz der Erhaltung der Zahl der schweren Teilchen (Baryonen) und dem Satz der Erhaltung der leichten Elementarteilchen (Leptonen).

Die Erforschung der grundlegenden Gesetze der toten Natur nähert sich, wie diese Übersicht belegt, einem endgültigen Abschluß. Der Sprung der wissenschaftlichen Forschung, der die Leistungen aller vorhergehenden Jahrhunderte um ein Vielfaches übertrifft, kann sich in Zukunft nicht mehr wiederholen. Technische Illusionen, wie die Hoffnung auf die Konstruktion eines «Perpetuum mobile», sind unmöglich geworden. Die wissenschaftliche Forschung hat im jetzigen zwanzigsten Jahrhundert viele wichtige technische Leistungen von der Entfesselung der Atomenergie, der Entwicklung der Kunststoffchemie und der Erfindung der Elektronenrechner, nebst einer besonders eindrucksvollen Förderung des Informationswesens möglich gemacht, nachdem schon im neunzehnten Jahrhundert einerseits die Elektroindustrie, andererseits die chemische Industrie auf die Erfolge der wissenschaftlichen Forschung aufgebaut haben.

Aber wenn auch vorläufig die Auswertung der im zwanzigsten Jahrhundert erzielten wissenschaftlichen Fortschritte noch zahlreiche technische Erfindungen ermöglichen wird, so ist doch anzunehmen, daß nach und nach der Aufwand für die Forschung mit einem sinkenden Forschungsertrag rechnen muß. Es ist zunächst in der Grundlagenforschung mit einer Abflachung der Kurve der Summe der Forschungsergebnisse zu rechnen, ein Vorgang, der sich nach und nach mit einem bestimmten zeitlichen «Lag» auch auf die Summe der technischen Erfindungen auswirken wird. Denn die wissenschaftlichen Erkenntnisse können, gerade weil es sich um Naturgesetze handelt, nicht beliebig miteinander kombiniert werden.

Ganz abgesehen von der immer wieder auftretenden Erschöpfung natürlicher Rohstofflager — es sei in diesem Zusammenhang nur an die Notwendigkeit des Ausbaues des Schiffahrtsweges im St. Lorenzstrom erinnert, um die Erzversorgung der amerikanischen Stahlindustrie aus den Erzlagern Labradors sicherzustellen — sind technischen Leistungen naturgesetzliche Grenzen gesetzt: Der Wirkungsgrad von thermoelektrischen Anlagen kann trotz Einheiten mit Leistungen von rund 800000 Kilowatt nur bis etwa 60% gesteigert werden; die Miniaturisierung der Elektronenrechner kann die Rechengeschwindigkeit der Elektronenrechner nicht unter Nanosekunden herunterdrücken, weil in dieser Größenordnung bereits die Lichtgeschwindigkeit ins Spiel kommt; nach Farbfilm und Farbfernsehen sind keine grundsätzlichen neuen Erfindungen auf diesem Gebiete zu erwarten, höchstens Verbesserungen; die Einführung von Überschallflugzeugen dürfte die letzte Entwicklungsstufe der Steigerung der Geschwindigkeit im Luftverkehr darstellen; die Spannweite der Brückenbogen von Hängebrücken etc. dürfte ihre grundsätzliche Grenze erreicht haben. Die einzelnen Beispiele ließen

sich vermehren, sobald in die Detailanalyse der einzelnen technischen Prozesse eingetreten wird.

Die grundsätzliche Überschätzung der technischen Möglichkeiten in naher und ferner Zukunft ist, ganz abgesehen von den Grenzen des wirtschaftlich notwendigen Aufwandes, der stürmischen Steigerung der Verkehrs- und Reisegeschwindigkeiten durch den modernen Luftverkehr zu danken. Noch suggestiver wirkt die Weltraumschiffahrt, die zwar im wesentlichen von den beiden Großmächten aus militärtechnischen und strategischen Motiven vorangetrieben wird, aber in ihren effektiven Möglichkeiten solange überschätzt werden wird, bis eine Großkatastrophe einen Schlußpunkt setzt. Daß eine Weltraumfahrt nach anderen Sonnensystemen physikalisch ausgeschlossen, nach dem Planeten Mars höchst unwahrscheinlich ist, ist von kompetenter Seite (Professor Thirring, Professor Hoyle und andere) schon mehrfach betont worden. Was uns Menschen wegen unserem Körpergewicht grundsätzlich unmöglich war — je größer ein Lebewesen ist, um so größer ist das Verhältnis von Masse zu Oberfläche, um so fester muß der Knochenbau und um so stärker die Bewegungsmuskulatur sein —, nämlich mit eigener Muskelkraft zu fliegen, das haben schon seit Jahrmillionen Insekten, Flugechsen und Vögel zustande gebracht. Auch der moderne industrielle Mensch kann mit seiner Technik nur solche Leistungen vollbringen, welche die «Natur», wenn auch mit anderen Mitteln, bisher schon erreichte.

Wir müssen daher die Schlußfolgerung ziehen, die gegenwärtige Phase der Entwicklung des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes werde in Zukunft langsam abklingen. Es werden neue Probleme auftauchen. In erster Linie Probleme der Weltpolitik, der Friedenssicherung, des kulturellen Fortschrittes, der Abwendung jener Gefahren, welche sich ergeben aus der Bevölkerungsexplosion, den Fragen der Sicherung des Wasserkreislaufes, überhaupt den Problemen der Abfallwirtschaft sowie der allgemeinen Humanisierung der gesellschaftlichen Beziehungen vor allem im Bereich der Beziehungen von Arm und Reich, der Industrieländer und der Entwicklungsländer.

Schlußfolgerungen:

Bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts entwickelten sich die mehr oder weniger systematische Forschung und die davon abgeleiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Theorien auf Grund vorangegangener empirischer Erfahrung in wirtschaftlicher Praxis und technischer Anwendung von zufälligen oder systematisch geschaffenen Erfindungen.

In der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts bahnte sich eine Umkehrung des Verhältnisses von wissenschaftlicher Forschung und technisch-wirtschaftlicher Praxis an, vorerst in der chemischen Industrie und der Elektrizitäts-

wirtschaft, um sich schließlich im zwanzigsten Jahrhundert auf nahezu alle Wirtschaftszweige auszubreiten.

Die gegenwärtige allgemeine sprunghafte Steigerung der wirtschaftlichen Produktivität in den Industriestaaten ist im wesentlichen auf die allgemeine Verwissenschaftlichung der Wirtschaft aller Produktionszweige zurückzuführen.

Die Wissenschaften lassen sich einteilen in analytische Formalwissenschaften und empirische Realwissenschaften. Die Realwissenschaften werden einerseits durch zunehmende Spezialisierung in eine immer größere Zahl von selbständigen Disziplinen aufgesplittert, andererseits ist vom theoretischen Standpunkt aus eine ausgesprochene Konzentration der Realwissenschaften festzustellen, nämlich erstens in physikalische Wissenschaften, respektive Wissenschaften der toten Natur, zweitens biologische Wissenschaften, respektive Wissenschaften der lebendigen Natur und drittens in Sozialwissenschaften. Die Physik ist im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts zur grundlegenden Naturwissenschaft geworden.

Die geschichtliche Entwicklung von Physik und Chemie hat zu einer theoretischen Integration der einzelnen Teildisziplinen von der Mechanik bis zur Chemie in Form der modernen Feldphysik (Planck, Einstein, Heisenberg) geführt. Damit ist theoretisch eine abschließende Etappe der Entwicklung erreicht.

Das periodische System der Elemente, das elektromagnetische Strahlenspektrum und neuerdings das sich auffüllende System der sogenannten Elementarteilchen müssen ebenfalls als abschließende Ergebnisse der physikalischen Forschung aufgefaßt werden.

Wie die Geschichte der Naturwissenschaften belegt, sind immer wieder einzelne Teilgebiete nach erfolgter abschließender Erforschung theoretisch in diesem Prozeß der Integration in umfassendere Theorien übernommen worden. Die Vereinheitlichung der Physik bedeutet sozusagen eine asymptotische Grenze der naturwissenschaftlichen Erkenntnis, wobei neben den vier Kraftfeldern wenigstens sieben bis acht Erhaltungssätze als allgemeinste Naturgesetze entdeckt wurden.

In bezug auf Forschung und Technik sind allgemeine und spezielle Grundlagenforschung, wissenschaftliche Entdeckungen, technisch grundlegende Erfindungen und technische Entwicklung zu unterscheiden. Gegenwärtig und in Zukunft sind technische Erfindungen und Entwicklung abhängig von den Fortschritten der wissenschaftlichen Forschung.

Es darf angenommen werden, daß die gegenwärtige Periode der stürmischen Entwicklung der allgemeinen Grundlagenforschung seit der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts ihrem Ende entgegengeht, die Entwicklungskurve trotz vorläufig zunehmender Bereitstellung öffentlicher Mittel, vorwiegend aus militärtechnisch-strategischen Gründen, sich immer

stärker abflachen wird, weil eine Großzahl möglicher Probleme grundsätzlich gelöst sind. (Persönlich sind wir unter anderem der Meinung, daß mit höchster Wahrscheinlichkeit das Problem der technischen Beherrschung der Fusionsreaktion unlösbar ist.)

Was für die allgemeine Grundlagenforschung gilt, wird in absehbarer Frist auch für die Technik gelten, denn der «Lag» zwischen der Entwicklung von Wissenschaft und Technik wird sich zwar zweifellos verringern, aber die Entwicklung der Technik ist nicht nur abhängig von den wissenschaftlichen Naturgesetzen und Möglichkeiten, sondern auch von den wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen.

Es ist zu erwarten, daß der wissenschaftliche und damit auch der technische Fortschritt sich einer natürlichen, sozusagen naturgesetzlichen Grenze nähert. Soziale Probleme, wie die Bewältigung der Bevölkerungsexplosion, der im Sinne von Malthus drohenden Hungerkatastrophe kommender Generationen, der Abwasser- und Bewässerungsprobleme, der nationalen und internationalen Verkehrsprobleme und so fort, können, wenn überhaupt, nur durch planmäßige und weitsichtige internationale Zusammenarbeit gelöst werden. Nur beim Gelingen dieser Zusammenarbeit mit zweckmäßigen Mitteln ist neben dem grundsätzlich beschränkten wissenschaftlichen und technischen Fortschritt sozialer Fortschritt möglich.