

# Wirtschaft und Wissenschaft

Autor(en): **Boveri, Theodor**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Monatshefte : Zeitschrift für Politik, Wirtschaft, Kultur**

Band (Jahr): **35 (1955-1956)**

Heft 8

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-160444>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

# WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT

VON THEODOR BOVERI

Beim ersten Herangehen an dieses Thema fällt sofort auf, daß mehrere ganz verschiedene Gebiete der Wissenschaft mit der Wirtschaft in Beziehung stehen, die alle an der *Eidgenössischen Technischen Hochschule*, deren Geburtstag wir dieses Jahr feiern, gepflegt werden. Und zwar scheint zwischen der Art ihrer spezifischen Wirkungen eine sonderbare gegensätzliche Beziehung zu bestehen. Je unmittelbarer sich nämlich der betreffende Zweig der Wissenschaft seiner Aufgabenstellung nach mit der Wirtschaft befaßt, desto weniger tiefgreifend scheint andererseits seine grundsätzliche Bedeutung für dieselbe zu sein. Um dies zu verstehen, gleichzeitig aber auch, um den Anschein zu vermeiden, man wolle den Wert einer Wissenschaft an Hand reiner Nützlichkeits-Kriterien beurteilen, ist es gut, daran zu denken, daß der Hauptzweck von Wissenschaft jeder Richtung die Erkennung der Wahrheit ist. Um es ganz klar herauszuarbeiten, daß dabei beim wahren Wissenschaftler keine utilitaristischen Nebenabsichten bestehen, wurde auch schon, freilich in etwas überspitzter Weise, gesagt, es sei reine Neugier, welche den echten Forscher vorwärts treibe. Wir brauchen diese Behauptung nicht bis zu den letzten Konsequenzen zu verfolgen; wesentlich ist nur die Feststellung, daß höchstes Ziel der Wissenschaft sicher nicht die Förderung bestimmter materieller Begehren und Wünsche sein kann. Es soll dies hier betont werden, gerade weil naturgemäß an einer technischen Hochschule dieser Gesichtspunkt scheinbar häufiger in den Hintergrund tritt als an einer Universität. Die Aufklärung solcher sich aufdrängender Gegensätze in der Zielsetzung muß ja gerade ein Zweck der Behandlung des uns gestellten Themas sein.

Die unmittelbarsten Beziehungen mit der Wirtschaft hat selbstverständlich derjenige Wirtschaftszweig, welcher sich das Studium der Wirtschaft selbst zum Ziele gesetzt hat, die *Nationalökonomie*. Ursprünglich bestand bei dieser dieselbe Distanzierung von der praktischen Anwendung wie bei jeder andern Wissenschaft. Sie ist auch heute noch in ihrem theoretischen Teil stark historisch eingestellt und sucht die Bestrebungen des Menschen zur Beeinflussung und Gestaltung der wirtschaftlichen Verhältnisse aufzudecken und die Wirkungen zu erläutern, die dabei hervorgebracht wurden. Aber offensichtlich konnte dies ihre Jünger nicht voll befriedigen. So sehen wir, sogar an den ausgesprochensten Stätten der Pflege reiner Wissenschaft, den Universitäten, Richtungen nach Ausbau der praktischen Seite, zum Beispiel der sogenannten Betriebswissenschaft,

dauernd an Bedeutung zunehmen. Noch mehr trifft dies zu für die technischen Hochschulen, wo in den betriebswissenschaftlichen Instituten ein enges Zusammenarbeiten von Kaufmann und Ingenieur sich angebahnt hat. Für die Handelshochschule vollends bilden die praktischen Seiten der Nationalökonomie nicht nur nach der Seite der Betriebswissenschaft, sondern in sämtlichen denkbaren Richtungen den eigentlichen Kernpunkt. Man versteht es leicht, daß auf diesem Gebiete der Mann der Wirtschaft und der der Wissenschaft nicht wesentlich verschiedene Methoden verwenden können; es sind eben ihre Zielsetzungen im wesentlichen auch dieselben. Hier tritt deshalb die erzieherische Aufgabe der Hochschule stark in den Vordergrund. Sie darf sich keineswegs nur auf die Heranbildung fachlich gut ausgebildeten Nachwuchses beschränken. Es liegt im Wesen der Nationalökonomie, etwa im Gegensatz zu der am andern Ende stehenden reinen Mathematik, daß sie es besonders schwer hat, Erkenntnisse herauszuarbeiten, die uneingeschränkte Zustimmung in allen Fachkreisen finden. Auch ist die völlige Ablösung ihrer Lehren vom Getümmel der Tagespolitik beinahe unmöglich. Auf keinem Gebiete ist daher die Bekämpfung des Aufkommens abwegiger Ansichten so wichtig wie hier. Ohne in unwissenschaftlicher Weise irgend jemandem bestimmte Ansichten vorschreiben zu wollen, wird doch der in der freien Wirtschaft Tätige stets den größten Wert darauf legen müssen, daß die heranwachsende akademische Jugend auch auf dem Gebiete der Wirtschaft den Gedanken der Freiheit, der uns zu dem gemacht hat, was wir sind, unter allen Umständen hochhält. Er wird deshalb unseren akademischen Lehranstalten für eine freiheitliche Geisteshaltung, nicht nur in bezug auf die äußern Formen der akademischen Tätigkeit, sondern auch auf ihren Inhalt, stets zu größtem Danke verpflichtet sein.

Wenden wir uns nun der *Psychologie* zu, und zwar nicht in erster Linie der medizinischen, sondern mehr der betrieblichen, wie sie neuerdings ja auch an unserer technischen Hochschule gelehrt wird. Die Zeit liegt noch nicht sehr weit zurück, als man zwischen Psychologie und Wirtschaft noch keinerlei Zusammenhang anerkannt hätte. Auch in unserer Zeit mag es noch manchen Wirtschaftler geben, der von der heute üblichen häufigen Betonung der «human relations» noch nicht überzeugt oder vielleicht bereits schon ermüdet, wenn nicht sogar abgeschreckt ist. Trotzdem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der moderne Betrieb, besonders der große, in welchem für den einzelnen die Zusammenhänge leicht verschwinden und deshalb die Arbeit ihren Sinn verlieren kann, nur unter sorgfältigster Beachtung der psychologischen Gesichtspunkte geführt werden kann. Von der wissenschaftlichen Seite aus muß hier die betriebliche gegenüber der medizinischen Psychologie in den Vordergrund gestellt

werden. Wir wollen ja unsere Leute nicht als Kranke behandeln, sondern ein Klima schaffen, in dem der ursprünglich Gesunde auch dauernd gesund bleibt. Die nähere Ausführung dessen, was auf diesem Gebiete alles geschehen kann und geschehen muß, würde den Rahmen dieses Aufsatzes weit überschreiten. Was aber hier mit großem Danke festgestellt werden darf, ist die Bereitschaft und Fähigkeit der an unseren Hochschulen tätigen Psychologen, der Wirtschaft bei der Lösung ihrer menschlichen Probleme überall dort wirksam zu helfen, wo eine solche Hilfe nachgesucht wird. Sicher haben dadurch auch unsere Psychologen für ihr Studium der menschlichen Seele viele bedeutungsvolle Anregungen empfangen, so daß man hier von einer echten Wechselwirkung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sprechen kann. Mehr als auf andern Gebieten gilt dies hier auch für die Methoden. Die Abhaltung von Tagungen, an denen die unmittelbar von den Problemen Betroffenen Gelegenheit zu freier Aussprache haben, während die gleichzeitig anwesenden Vertreter der Wissenschaft ihre Kenntnisse und Erfahrungen einsetzen, um die Verhandlungen zweckmäßig zu kanalisieren und die Herausarbeitung der endgültigen Schlußfolgerungen zu erleichtern, ist hierfür ein bewährtes Beispiel.

Unsere Betrachtungen sollen sich nun den sogenannten exakten Wissenschaften, *Mathematik*, *Physik* und *Chemie*, zuwenden. Diese Wissenschaften liegen naturgemäß nicht nur dem Ingenieur besonders nahe, sondern ihre Pflege bildet auch die Hauptaufgabe einer technischen Hochschule, wie sie durch ihre Feier Anlaß zur Niederlegung dieser Betrachtungen bildete. Es scheint dem Verfasser hier eine von der eingangs behandelten stark verschiedenen Lage zu bestehen. Während nämlich Betriebswissenschaft und Psychologie ihre Einflußnahme auf die Wirtschaft nicht früher beginnen konnten, als die letztere bereits eine Form angenommen hatte, welche sie zur Entgegennahme dieser Beeinflussung geeignet machte, ist die Wirtschaft, oder genauer gesagt ihr auf den exakten Wissenschaften beruhender Teil, die Technik, erst entstanden auf Grund einer Geisteshaltung, deren Ausdruck die exakten Wissenschaften sind. Dies zu betonen scheint nicht überflüssig, nachdem Goethe seinen Mephistopheles dem Schüler gegenüber den berühmten Ausspruch von der grauen Theorie tun läßt, oder in den industriellen Versuchsstätten der dichterisch weniger hochwertige Spruch umläuft:

Sag' mir, was ist denn Theorie?  
Wenn's gehen soll und geht doch nie.  
Und Praxis?, frag' doch nicht so dumm,  
Wenn's geht, und keiner weiß warum.

Von einem höhern historischen Standpunkte aus betrachtet, kann man wohl kaum der Schlußfolgerung entgehen, daß die mathematischen und physikalischen Fortschritte des siebzehnten und achtzehnten Jahrhunderts, wie sie zum Beispiel in den Werken von *Newton* (1642—1727) und *Euler* (1707—1783) verkörpert sind, die unentbehrliche Grundlage für die industrielle Entwicklung des neunzehnten und zwanzigsten gebildet haben. Und zwar gilt dies nicht nur wegen der spezifischen Resultate, welche die genannten Wissenschaften der Technik zur Verfügung gestellt haben, sondern noch mehr wegen der geistigen Einstellung, der sie einerseits selbst ihr Leben verdanken, die sie aber andererseits selbst auch wieder weiter ausbauten, indem sie auf dem eingeschlagenen Wege beharrlich fortschritten. Der Mensch mußte sich zunächst von den innern Hemmungen freimachen, die ihn an der Pflege der mathematisch orientierten Naturbetrachtung hinderten. Diese besteht kurz gesagt darin, daß man nach Festlegung geeigneter beobachtbarer Größen allgemein gültige Beziehungen zwischen denselben aufdeckt, aus denen dann mit den Mitteln der Mathematik andere Beziehungen hergeleitet werden können. Deren Bestehen in der Natur kann in der Folge wiederum durch Beobachtung festgestellt und damit die Richtigkeit der Theorie erhärtet werden. Wenn sich auch die Entwicklung der Technik keineswegs immer, ja vielleicht sogar nur in den seltensten Fällen, in derart wissenschaftlich systematischer Weise vollzogen hat, so stützte sich der Ingenieur doch stets auf das von der exakten Wissenschaft geschaffene Vertrauen in die absolute Zuverlässigkeit einer streng rationalen Betrachtungsweise. Darüber hinaus gibt es aber tatsächlich bedeutungsvolle Beispiele für das zeitliche Vorgehen theoretischer Erkenntnisse gegenüber der experimentellen Bestätigung und noch mehr gegenüber der technischen Anwendung. *Maxwell* gab seine berühmten partiellen Differentialgleichungen des elektromagnetischen Feldes schon im Jahre 1868 bekannt. Ihr experimenteller Nachweis durch *Hertz* in Karlsruhe erfolgte aber erst 1886. Nochmals dauerte es dann 9 Jahre, bis es *Marconi* unternahm, die neu erschlossenen Naturgesetze für die Nachrichtentechnik nutzbar zu machen.

Über die Rolle, welche die Mathematik für das Erkennen der Natur durch den Menschen spielt, herrschen immer noch stark auseinandergehende Ansichten, die aber zum Teil auf Unkenntnis der mathematischen Grundlagen beruhen. Manche schreiben der Mathematik nur die Funktion einer Hilfswissenschaft zu, wie sie etwa die Schul-Arithmetik für die Einhaltung des Haushaltsbudgets ausübt. Wer es aber andererseits zum Beispiel klar eingesehen hat, wie der Vorzeichenwechsel unter einer Quadratwurzel und der damit verbundene Übergang von reellen zu komplexen Zahlen darüber ent-

scheidet, ob Schwingungen, die unter den verschiedensten äußern Formen auftreten können, aperiodischen oder periodischen Verlauf zeigen, kann nicht mehr daran zweifeln, daß dieser Schritt in einen neuen Zahlbereich das Entscheidende an dem ganzen Vorgange ist, der sich dem menschlichen Auge lediglich im Einzelfalle unter verschiedenem Gewande darbietet. Diese Lage wird in sehr schöner Weise illustriert durch die modernen elektronischen Rechengерäte nach dem Analogieprinzip. Um beispielsweise die Frequenzen der freien Torsionsschwingungen zu bestimmen, welche die Welle einer großen Dampfturbinengruppe mit einer ganzen Reihe von verschiedenen rotierenden Einzelmassen vollführen kann, eine sehr wichtige Aufgabe, deren rechnerische Lösung wegen der vielen Variablen praktisch unmöglich ist, kann man eine geeignete Schaltung von Drosselspulen, Kondensatoren und eventuell Widerständen zusammenbauen, deren elektrische Schwingungen Differentialgleichungen derselben Form gehorchen wie die zu studierende mechanische Anordnung. Es ist außerordentlich eindrucksvoll zu beobachten, wie sich bei Anlegung einer Spannung stetig veränderlicher Frequenz die Resonanzstellen im Kathodenstrahl-Oszillographen scharf zeigen und damit direkt die gesuchten Schwingungszahlen liefern.

Exakt-wissenschaftliche Methoden dieser Art haben aber auch eine unmittelbare Bedeutung für die Wirtschaft, da sie, sofern sie überhaupt anwendbar sind, das Problem mit den geringsten Kosten lösen. Sicher sind das Papierblatt und der Rechenschieber des Ingenieurs seine billigsten Hilfsmittel, und beinahe im gleichen Maße gilt dies für grundlegende einfache Versuche mit Reagenzglas oder einigen Volt- und Ampèremetern. Umfangreiche und daher teure Versuchseinrichtungen bilden stets einen Beweis mangelhafter Kenntnisse der Elemente, wenn sie auch nie ganz entbehrt werden können. Während die Wissenschaft die Erkenntnis der Wahrheit anstrebt, muß die Technik eben betriebssichere und wirtschaftliche Anlagen realisieren, und dabei ist der letzte Schritt zur praktischen Anwendung eben so wichtig wie die erste Konzeption. Dieser letzte Schritt ist aber naturgemäß der umfangreichste und kostspieligste.

Man hat aus der geschilderten Lage den unzweifelhaft richtigen Schluß gezogen, daß die eigentlichen Vertreter der Wissenschaft, die Hochschulen, sich neben dem Unterrichte in erster Linie mit sogenannter Grundlagenforschung abgeben sollen, die wirtschaftlich tätigen Organisationen dagegen mit der zweckgebundenen. Unsere oberste Organisation zur Förderung der Grundlagenforschung ist der *Schweizerische Nationalfonds*. Er sorgt für den vernünftigen Einsatz der durch die Öffentlichkeit aufgebrauchten Mittel. Auf dem Grenzgebiete zwischen Grundlagen- und Zweckforschung betätigt sich andererseits beispielsweise die *Gesellschaft zur Förderung der*

*Forschung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule.* Durch ihre der Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für technische Physik gegebenen finanziellen Beihilfen unterstützt sie die Grundlagenforschung und erleichtert gleichzeitig die Ausführung spezieller Arbeiten im Auftrage einzelner Firmen oder Gruppen von solchen. Die Handhabung solcher Fragen hat sich allerdings im Laufe der Zeiten bis heute für die Beteiligten bedeutend erschwert. Als der damals einundzwanzigjährige Buchbinder-Gehilfe *Michael Faraday* im bedeutungsvollen Jahre 1812 bei dem berühmten Chemiker *Davy* eine Stelle in einem wissenschaftlichen Laboratorium erbat und erhielt, wurde dieses Ereignis zum Beginne einer ganzen Kette von mit den einfachsten Hilfsmitteln erzielten glanzvollen Entdeckungen, welche die Grundlage der modernen Elektrotechnik und Elektrochemie bilden. Die Pioniere der elektrischen Starkstromtechnik der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts, wie *Werner von Siemens* oder *C. E. L. Brown*, konnten sich bei der Schöpfung ihrer neuen Konstruktionen noch stark durch ihr intuitives Erkennen der gegebenen Zusammenhänge leiten lassen. Heute andererseits erfordert die Entwicklung etwa einer Fernseh- oder Richtstrahlverbindung eine Unsumme von nach den verschiedensten Richtungen orientierten theoretischen und experimentellen Arbeiten und einen Personaleinsatz, der zum mindesten in Europa fast nicht tragbar ist. Daher darf zum Schlusse die Hoffnung wohl ausgesprochen werden, daß die Technik, verstanden als die schöpferisch frei gestaltende Phantasie des wirtschaftenden Menschen, sich ihr selbständiges Dasein in weitgehendem Maße erhalten möge. Nur dies wird ihr gestatten, auf einen genügend weiten Kreis von Begabungen die nötige Anziehungskraft auszuüben, damit stets immer wieder die größte Gewähr für die Erarbeitung neuartiger, einfacher und wirtschaftlicher Lösungen besteht. Der wissenschaftliche Geist des Suchers der Wahrheit und der ungehemmtere Gedankenflug des wirtschaftlichen Pioniers werden sich auch in Zukunft stets wieder die Hand reichen zur gegenseitigen Befruchtung ihrer aus innerem Drange geborenen Bestrebungen.