

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 143 (1963)

Vereinsnachrichten: Section de logique et philosophie

Autor: [s.n.]

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: 13.01.2026

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

14. Section de logique et philosophie

Séance de la Société suisse de logique et de philosophie des sciences
Samedi le 31 août 1963

Présidente: M^{me} Dr M. AEBI (Zurich)
Symposium über Grenzen der Forschung und Technik

1. M. AEBI (Freiburg) – *Die Funktion der Philosophie. Thesen.*

1. Der Zweck der Philosophie ist die Aufzeigung der letzterreichbaren Grundlagen der menschlichen Orientierung. Sie hat also zurückzugehen zum «Anhypotheton», zu dem, «was einer weiteren Grundlage nicht mehr bedarf» oder nicht mehr fähig ist (Programm Platons; Staat VI, 511).

2. Die Philosophie ist also *rein objektiv* (auf das zu Erkennende) *gerichtet*; sie ist Ontologie, nicht Anthropologie.

3. Die Annahme, die grundlegende Disziplin der Philosophie sei Anthropologie (Lehre vom Menschen), stammt aus dem deutschen Apriorismus, der Tradition von Kant bis Hegel, die annahm, dass das Ich «der Natur das Gesetz vorschreibt» (Kant) bzw. dass das «absolute Ich» (Fichte) oder das «Absolute» (Schelling) sich selbst und damit die Welt «setzt», oder dass die «Selbstwerdung des absoluten Geistes» die Welt produziere (Hegel). Diese Theorien waren nie anders als durch Begriffsverwechslung begründet; daher ihre unklare Sprache. Ihr Erfolg beruht darauf, dass sie ein Wunschdenken des Ich darstellen. Sie drücken einen ungeheuren, objektiv durch nichts gerechtfertigten Machtwunsch des Ich aus. Sie hatten nie irgendwelche wissenschaftliche Dignität; es wurde nie irgend-eine objektive Wissenschaft durch die blosse Analyse des erkennenden Ich begründet. Die Wissenschaften hatten nie den absoluten Charakter, den Kant ihnen geben wollte; ihre Methode ist die hypothetisch-deduktive, die vom Phänomen ausgeht. Sie setzten nie eine «reine» (von jeder Erfahrung «schlechterdings unabhängige») Vernunft im Sinn Kants voraus. Noch weniger liefert die Analyse der Ichfunktion schon eine Erkenntnis der Gottheit (Schelling, Hegel).

4. Die Philosophie hat *den Geltungsgrund der Wahrheiten* aufzuweisen. Dieser liegt immer *im Gegebenen*; in den abstrakten Wissenschaften in dem, was abgeleitet werden soll. Er wird *nicht* produziert durch die psychische Funktion des Erkennens. Erkenntnispsychologie und -soziologie sind Spezialwissenschaften; sie handeln vom empirischen Entstehen der Erkenntnis, nicht von ihrem Sachgrund.

5. Das Erkennen selbst ist eine psychische Funktion. Kein Erkennen ohne Subjekt des Erkennens. Andererseits hat die Vorstellung stets ein *Vorgestelltes*; das Erkennen ein *zu Erkennendes* oder ein *Erkanntes*; die

Vorstellung hat stets einen Gehalt. Ebenso liegt beim Erkennen ein Gehalt zugrunde, von dem etwas *erkannt wird*.

6. Die Philosophie handelt von dem, was erkennbar ist; was erkannt werden *kann*.

7. Das Verb «sein» hat eine bloss sprachliche Funktion (im Griechischen, Lateinischen, Deutschen usw.). In der mathematischen Formel und in der mathematischen Logik tritt es – in der Funktion der Kopula – nicht auf. An seine Stelle kann im Deutschen das Wort «haben» bzw. «einer Sache zukommen», «bestehen als . . .» treten. Statt «das Sein» im substantivischen Sinn kann man sagen: der Bestand, der Gehalt. Existenz braucht nicht durch das Verb «sein» ausgedrückt zu werden.

8. Das «Anhypotheton», das Letzterreichbare, auf das alle menschliche Erkenntnis sich stützen kann, ist *das Gegebene*, das «dieses da» des Aristoteles, *τόδε τι*. Es muss jedoch, damit die Angabe vollständig sei, ein Index hinzugefügt werden, *für welche Versuchsanordnung* und für welches Interesse das Betreffende gegeben ist. Ein (moralischer, künstlerischer) Wert wird nur für ein entsprechendes Interesse konstatierbar; er existiert nur für das entsprechende *Bedürfnis*.

9. Ein Gegebenes bestimmter Art beschreiben letztlich alle *deskriptiven Wissenschaften*, und zwar sowohl die systematisch-deskriptiven wie die historisch-deskriptiven. Die Aufgabe dieser Wissenschaften ist also *der Aufweis von Beständen* und die Beschreibung von Beständen (Ranke: die Geschichte – Lehre vom Geschehenen – hat aufzuweisen, «wie es eigentlich gewesen ist»).

10. Die theoretischen Wissenschaften beschäftigen sich *mit der Interpretation* oder der Ableitung von Beständen, das heisst mit der *Kombinatorik der Dinge*. Wenn ein Komplex aus bestimmten Faktoren aufgebaut werden kann, dann haben wir theoretische Erkenntnis.

11. Diese theoretische Erkenntnis bildet die Grundlage für die *praktische Erkenntnis*, das heisst für die Möglichkeit der *Herstellung der Dinge* (Technik).

12. Nach Aristoteles handelt die grundlegende Disziplin der Philosophie, die später sogenannte Metaphysik, «vom Seienden als solchem und dem ihm an und für sich Zukommenden». Man kann auch sagen: von Gehalten (Beständen) überhaupt und dem ihnen an und für sich Zukommenden. Die Scholastik fand hier die sogenannten Transzentalien, das jedem Bestand als solchem Zukommende. Sie definierte: *omne ens est aliiquid, est unum*. Jeder Bestand (Gehalt) als solcher ist *etwas* und ist *eines*.

13. Daraus ergibt sich, dass jeder Gehalt – darunter auch jedes Gegebene – *mit sich selbst identisch ist* (Satz der Identität). Daraus aber lässt sich ableiten, *dass ihm nichts zukommt, was ihm widerspricht* (Satz des Widerspruchs).

Dieser Satz des Widerspruchs ist andererseits der oberste Grundsatz aller Theorienbildung. Er gilt natürlich auch für jede deskriptive Wissenschaft.

14. In der Interpretation der Dinge, das heisst in der theoretischen Wissenschaft kann man nicht weiter vordringen als bis zur *Einsicht in Identitäten*, das heisst zur Einsicht in den *Aufbau* einer Sache (2+2 ist dem Bestande nach identisch mit 4 usw.), ferner zur Einsicht in *analytische Urteile* (jede gerade Zahl ist eine Zahl).

Hier haben wir Anhypotheta der theoretischen Einsicht, das heisst Einsichten, über die hinauszugelangen nicht möglich ist.

15. Da der Aufbau des Realen sowie der volle Gehalt von Strukturen für uns nicht von vornherein durchsichtig ist, werden in der Theorienbildung sowohl der sogenannten «formalen» wie der Realwissenschaften Identitäten (Gleichungen) *versuchsweise angesetzt* und experimentell – sowohl im Gedankenexperiment wie im Realexperiment – auf ihre Haltbarkeit *geprüft* (hypothetisch-deduktive Wissenschaften).

16. Beruhen die deskriptiven Wissenschaften auf dem Gegebenen, die theoretischen auf dem Kombinierbaren, so die praktischen darauf, dass das Kombinierbare *herstellbar ist*.

17. Zur Gestaltung einer dem Menschen *angemessenen Welt* braucht es aber die Unterscheidung dessen, was herzustellen *Sinn hat* bzw. einer für den Menschen beglückenden Welt *angemessen ist*. Das heisst, aus dem Herstellbaren ist eine Auswahl zu treffen unter Berücksichtigung *der Werte*, die für den Menschen existieren. Es erhebt sich das Problem der *verantwortlichen Gestaltung* der Welt. Das Anhypotheton dafür, das heisst, das Letztvorauszusetzende sind *die Werte*.

18. Wert (d.h. von Wert sein) ist eine Relation, das heisst, es gibt nur «Werte für»; für Wesen, die Bedürfnisse haben (A ist von Wert für x). Für sich nicht ernährende Wesen gibt es keinen *Nährwert*; für nicht lebende Wesen keinen biologischen Wert; für nicht empfindende Wesen keinen ästhetischen Wert; für nicht der freien Entscheidung fähige Wesen keinen moralischen Wert. Werte treten also auf, wo Bedürfnisse auftreten.

19. Die Gehalte, aus denen die Welt des Menschen besteht, *superponieren sich*, das heisst, sie setzen sich einseitig voraus: die verantwortliche Gestaltung setzt die Technik voraus (das *Machenkönnen*), diese die theoretische Erkenntnis; diese das *Interpretierbare*, das heisst das Gegebene.

20. Wir haben also folgenden Stufenbau von *Voraussetzungslosem*; von je Primärem:

- a) das Gegebene;
- b) die Kombinierbarkeit (Interpretierbarkeit) des Gegebenen;
- c) das Machenkönnen des Kombinierbaren;
- d) die Werte für Wesen, die Bedürfnisse haben und die verantwortliche Gestaltung entsprechend diesen Werten.

Alles dieses wird von uns *gefunden*, nicht bewirkt (grundlegender Empirismus). Alle Normen müssen *gefunden* werden; sie werden nicht geschaffen. Aus mehreren möglichen Normen können die wünschbaren gewählt werden. Die Normen müssen also *erforscht werden*.

21. Danach können wir folgende Typen von Wissenschaften und menschlichen Tätigkeiten unterscheiden:

deskriptive, theoretische, praktische Wissenschaften, und unter den letzteren a) Technik, b) verantwortliche (wünschbare) Gestaltung.

22. Die Spezialwissenschaften beschäftigen sich mit einzelnen Schichten und Aspekten der *realen Welt*. Die «allgemeinen Wissenschaften», die allgemeine Grundlagenforschung oder Philosophie (Studium generale) beschäftigen sich mit dem *Erkennbaren als solchem*, das heißt mit Gegebenheiten und Strukturen, die *in jeder Spezialwissenschaft auftreten können*. Insofern umfassen oder betreffen sie alle Spezialwissenschaften; sie zeigen die Grundlagen auf, auf denen diese beruhen; sie zeigen die Anhypotheta, auf die die Spezialwissenschaften und die übrigen menschlichen Tätigkeiten zurückführbar sind (Programm des Sokrates).

23. Ausserdem gibt es Philosophie als *Synthese*, wie sie in einem «natürlichen System der Wissenschaften» darstellbar ist. Diese Synthese umfasst den bisherigen Besitz der Menschheit und ordnet diesen Besitz nach seinem Aufbau. Diese Synthese kann nur ein *offenes System* sein, da die Erfahrung, die Entdeckungen und die Leistungen der Menschheit nicht abgeschlossen sind. Sie kann jedoch ein *funktionell geschlossenes System* sein, das die *sachlichen Beziehungen* der Besitztümer des Menschen aufeinander aufzeigt. In diesem System ergänzt alles, was wahr ist, alles übrige, was wahr ist; jeder Wert alle andern Werte; die Vergangenheit die Gegenwart und die Zukunft.

2. EMIL J. WALTER (Zürich) – *Gibt es naturgesetzliche Grenzen der wissenschaftlichen Forschung?*

Unsere Frage «Gibt es naturgesetzliche Grenzen der wissenschaftlichen Forschung?» lässt sich in mehrere Unterfragen aufteilen: «Was ist Forschung, wissenschaftliche Erkenntnis?», «Was ist ein Naturgesetz?», «Was ist gemeint, wenn von Grenzen der Forschung und der Technik gesprochen wird?» Jede dieser Fragen betrifft einen ungeheuer komplexen Tatbestand, so dass ihre endgültige und abschliessende Beantwortung nur in grossen Zügen möglich ist.

In der Gegenwart beherrscht das Wunschdenken weite Kreise. Auch das magische Denken der sogenannten Naturvölker ist im Grunde genommen nichts anderes als paläopsychisches Wunschdenken. Nur sein Inhalt hat sich durch den Übergang von vorgeschichtlichen Formen der Gesellschaft zur modernen Industriegesellschaft geändert: Im abendländischen Mittelalter war eine Form des Wunschdenkens die künstliche Gewinnung von Gold und die Suche nach dem Stein der Weisen durch die Alchimisten, mit anderen Worten die zauberhafte Überwindung von persönlicher Armut oder finanzieller Staatskrise und die Sicherung von Gesundheit und langem Leben dank dem mythenhaften *Lapis mirabilis*. Beide sozialen Ziele der mittelalterlichen Menschen sind heute in einzelnen hochentwickelten Gesellschaften, die sogar als Gesellschaften des Überflusses bezeichnet werden, dank der Fortschritte von Technik und Wirtschaft und den Leistungen der modernen Medizin weitgehend verwirklicht. Aber mit anderen, rationelleren Mitteln, nämlich Mitteln, welche Wissenschaft und Forschung bereitgestellt haben, als sie die mittelalterlichen Alchimisten und Wunderdoktoren kannten und begehrten.

Trotz den grossen Fortschritten von Forschung und Technik ist es heute notwendiger denn je, vor schrankenlosen Illusionen zu warnen. Jenes Wunschdenken, das einst dem alchimistischen Golde und dem längeren Leben verheissenden Steine der Weisen galt, richtet sich heute auf die Weltraumschiffahrt und quasi unbeschränkte Möglichkeiten der Ernährung einer sich hemmungslos vermehrenden Weltbevölkerung. Es ist u.E. geradezu die Pflicht der Fachleute, zu warnen vor der durch Sensationspresse und gefährliche Halbbildung hochgespielten Über schätzung der grundsätzlichen Möglichkeiten von Forschung und Technik durch breite Massen der Bevölkerung. Theoretische Utopien sind gefährlich, wenn sie politisch verantwortliche Kreise zu falschen Folgerungen und unhaltbaren wirtschaftspolitischen Postulaten verleiten.

Besonders geeignet ist die Geschichte der Wissenschaft, die heutige Generation Bescheidenheit zu lehren, ihr zu zeigen, wie begrenzt trotz den überaus grossen Leistungen der modernen Forschung die technischen Möglichkeiten der Forschung sind. Es gilt, der Hybris der Selbstüber schätzung entgegenzutreten, um latente Gefahren der gesellschaftlichen Entwicklung zu bannen.

Der Ausdruck *Naturgesetz* kam im 18. Jahrhundert auf. Was heute darunter verstanden wird, ergibt sich am einfachsten durch die Aufzählung einiger Naturgesetze, der mechanischen Bewegungsgesetze und des Gravitationsgesetzes Newtons, der Gesetze der elektrochemischen Zersetzung und der elektromagnetischen Induktion nach Faraday, der Gesetze der Erhaltung des Stoffes und der Energie nach Lavoisier und Julius Robert von Mayer, Hermann Helmholtz und James Joule, um klassische Fälle von Naturgesetzen anzuführen. Häufig spricht man auch von Regeln, wie den Valenzregeln Kekulés oder den Vererbungsregeln Mendels. Alle diese Naturgesetze und Regeln bedeuten prinzipiell eine Begrenzung der möglichen naturwissenschaftlichen Vorgänge, wie sich leicht an Hand einer Analyse dieser Naturgesetze und Naturregeln zeigen lässt (1).

Nachdem wir die *Naturgesetze als Begrenzung der theoretischen Möglichkeiten der Naturvorgänge erkannt haben*, ist nicht weniger bedeutsam die Behandlung eines zweiten Problems, nämlich der Frage, ob die weitverbreitete Meinung richtig sei, die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung könnten immer wieder ältere Ergebnisse der Forschung als irrig nachweisen. Es will uns scheinen, dass von Seite der philosophierenden Erkenntnistheoretiker in dieser Hinsicht oft ein falsches Bild des wirklichen Ganges der wissenschaftlichen Forschung gezeichnet wurde. Zweifellos besteht im Sinne Karl Poppers nur die Möglichkeit einer Falsifikation einer umfassenden wissenschaftlichen Theorie, aber damit ist noch keineswegs festgelegt, dass die modernere wissenschaftliche Theorie als eine grundsätzliche Widerlegung älterer Theorien zu betrachten sei. Wir glauben, dass eine realwissenschaftliche Erkenntnistheorie sich nicht auf ideologisch bestimmte Überlegungen abzustützen, sondern auf Grund der Analyse der effektiven geschichtlichen Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschung zu zeigen hat, wie, auf welchem Wege, mit welchen Mitteln und Methoden neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Ergebnisse gefunden und bestätigt, das heißt verifiziert oder falsifiziert worden sind. Kant hat seinerzeit versucht, auf Grund der Newtonschen Physik eine wissenschaftliche Erkenntnistheorie zu formulieren. In der Folge sind aber Philosophen und naturwissenschaftliche Forscher wieder ihre eigenen Wege gegangen. Immer wieder strebten Philosophen danach, der wissenschaftlichen Forschung ihre Ergebnisse vorzuschreiben, glaubte zum Beispiel ein Ernst Mach als ausgesprochener Empiriker, die Atomhypothese aus der Physik verbannen zu dürfen.

Eine genauere Einzelanalyse des Ganges der einzelnen Fachgebiete führt aber zu einem ganz anderen Bilde der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschung. Gewiss muss im Sinne der offenen Philosophie von Ferdinand Gonseth immer bei der Aufstellung von naturwissenschaftlichen Theorien und Naturgesetzen mit der Möglichkeit ihrer Revidierbarkeit gerechnet werden, aber diese Revidierbarkeit bedeutet in den meisten Fällen lediglich eine Ergänzung und Erweiterung, aber keine grundsätzliche Abkehr von den bisher gewonnenen Einsichten. *Die neue Theorie oder das erweiterte Naturgesetz muss stets die in älterer Theorie real erfassten Tatbestände mitumfassen.* So gleicht der wirkliche Prozess der naturwissenschaftlichen Forschung einer *asymptotischen Annäherung* an einen Zustand der gesicherten Erkenntnis. In der Vergangenheit übersehene Fakten müssen in der moderneren, umfassenderen Theorie integriert, eingegliedert werden, ohne dass ältere gesicherte Beobachtungen dadurch entwertet würden. Diese These einer asymptotischen Annäherung an eine immer bessere, immer mehr vertiefte naturwissenschaftliche Erkenntnis kann durch zahlreiche Beispiele aus der Geschichte der Naturwissenschaften belegt werden (2).

In diesem Sinne darf von einer sich in den verschiedenen Disziplinen in unterschiedlichem Masse erkennbaren Grenze der Erkenntnismöglichkeiten gesprochen werden. Einen anschaulichen Vergleich bieten die sportlichen Leistungen und sportlichen Weltrekorde. Während in den

Anfangsjahren der Entwicklung des Sportbetriebes immer wieder überraschende Verbesserungen der Best- und Höchstleistungen zu konstatieren waren, wird gegenwärtig an den nationalen und internationalen Wettkämpfen nur noch um Verbesserung der Rekorde um Zentimeter, Sekunden oder Zehntelsekunden gerungen. Analoge Erscheinungen lassen sich in der naturwissenschaftlichen Forschung feststellen. In den ersten Entwicklungszeiten der modernen naturwissenschaftlichen Forschung nach Galilei wurden in verhältnismässig kurzen Fristen ganz neue Gebiete der Forschung erschlossen, wurde die Genauigkeit der Messungen sprunghaft erhöht, während in der Gegenwart auf vielen Forschungsgebieten die realen Fortschritte wohl ihrem zahlenmässigen Umfange nach überwältigend, aber der Grössenordnung nach durchaus abhängig bleiben von den technisch verwendbaren Untersuchungsmethoden (3). Mit der wachsenden Sicherung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit nahm die Möglichkeit grundlegender Entdeckungen ab. Wenn wir einzelne historische Beispiele der Entwicklung der Fachwissenschaften verfolgen, können wir immer wieder festhalten, wie eng die gesicherten Fortschritte gebunden sind an die Einführung, Erfindung und Entwicklung neuer besonderer Untersuchungsverfahren. Die moderne experimentelle Naturwissenschaft wurde zu Beginn des 16. Jahrhunderts entscheidend beeinflusst durch die Erfindungen der Lupe und des Mikroskopes einerseits und des Fernrohres andererseits, welche den bisher lediglich anthroposkopischen Erfahrungsbereich der Menschen zum makroskopischen der Sternenwelt und zum mikroskopischen der Kleinlebewelt erweiterte. Es lässt sich zeigen, dass in allen Fachwissenschaften grundsätzliche Erweiterungen der Forschung bestimmt werden von der Einführung neuer Untersuchungs- und Forschungsmethoden (4). Zu dieser grundsätzlichen Erweiterung der Forschungsmethoden gehört auch die Forschung im wissenschaftlichen Team, was nur am Rande bemerkt sei.

Gleichzeitig ergibt sich aus der Tatsache der immer weitgehenderen Aufsplitterung der fachwissenschaftlichen Disziplinen ein geistiger Integrationsprozess, der eine weitere grundsätzliche Grenze der naturwissenschaftlichen Forschung anzeigt. Verfolgen wir geschichtlich die Entwicklung der Physik und Chemie bis zur modernen Atomphysik, so können wir eine konsequente, aus den Ergebnissen der experimentellen Forschung sich ergebende theoretische Synthese der einst nach Sinnesgebieten getrennten Einzeldisziplinen Mechanik, Kalorik, Akustik, Optik, Magnetik, Elektrik und chemische Stofflehre feststellen. Um 1900 war die Physik theoretisch in zwei grosse Teilgebiete getrennt: auf der einen Seite das Gebiet der klassischen Mechanik, in dem Akustik und Kalorik aufgegangen waren, vor allem in Form der Thermodynamik, auf der anderen Seite das Gebiet der elektromagnetischen Feldtheorie, welche Optik, Magnetik und Elektrik zu einem theoretischen Ganzen vereinte (5).

Mit der Entdeckung der Quantentheorie durch Planck im Jahre 1900, der Formulierung der Elektronentheorie durch Lorentz und der speziellen Relativitätstheorie von Einstein beginnt jener Prozess der theoretischen Vereinheitlichung und synthetischen Integration der theoretischen physi-

kalischen Vorstellungen, welche zu einem ersten Abschluss in Form der Wellen- und Quantenmechanik der modernen Atomphysik durch Broglie, Schrödinger und Heisenberg führte. Damit war die alte Stofflehre der Chemie zu einem Teil des Lehrgebäudes der Physik geworden. Gleichzeitig wurden bestimmte Forschungsgebiete dieser Atomphysik wenigstens im Grundsätzlichen ausgeschöpft, nämlich einerseits die Strahlenphysik, die von den Gravitationswellen eines Dirac bis zu sich materialisierenden Gammastrahlen reicht, andererseits das System der chemischen Elemente, in dem nur noch sekundäre Details, unbekannte künstliche Isotope oder eventuell wenige weitere Transurane zu entdecken sind. Damit ist die physikalische Forschung in zwei wichtigen Teilgebieten zu einer grundsätzlichen, abschliessenden Grenze der möglichen Erkenntnisse gelangt. Wir haben diese Seite der Grenzen der wissenschaftlichen Forschung einlässlicher behandelt in dem aufliegenden Sonderdruck «Grenzen der Forschung als Grenzen der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung» (6).

Bereits zeichnet sich auf dem Gebiete der Kernphysik bzw. der Elementarteilchen und Kernkräfte eine neue grundsätzliche Grenze ab. Es ist heute schon gelungen, die Elementarteilchen systematisch zu ordnen, ähnlich wie 1869 die chemischen Elemente in das periodische System der Elemente eingeordnet werden konnten. Ganz analog, wie 1869 der Sinn dieser periodischen Ordnung dunkel blieb, prüfen die Theoretiker die Frage, wie sich Zahl, Arten und Eigenschaften der Elementarteilchen deuten und erklären lassen. Es ist möglich, dass die Heisenbergschen Feldgleichungen die theoretische Erklärung liefern, falls nicht die Mathematik, in diesem Falle der Lösungsversuch einer nichtlinearen Differentialgleichung, an ähnlich kaum überwindbare Grenzen stösst wie im Falle des Dreikörperproblems der Gravitationstheorie.

Muss noch in diesem Zusammenhange hingewiesen werden auf die Tatsache, dass die beiden Hauptsätze der Thermodynamik sowohl der Forschung wie der Technik klare Grenzen setzen, nämlich dass Maschinen im Sinne eines Perpetuum mobiles erster oder auch zweiter Art nicht möglich sind, dass Grenzen vorliegen im absoluten Nullpunkt der Temperatur, in der Lichtgeschwindigkeit als physikalischer Grenzgeschwindigkeit, in der Unbestimmtheitsrelation Heisenbergs und vielen anderen Beispielen. Trotzdem es bereits möglich war, kosmische Strahlen viel grösserer Energie abzufangen, als sie im Protonenbeschleuniger des CERN in Genf erreicht worden sind, werden immer noch grössere und noch stärkere Beschleuniger gebaut. Als ob in dem kleinen Bezirk zwischen 99,94 % und 100 % der Lichtgeschwindigkeit noch unendlich viele Geheimnisse verborgen wären.

Zum Abschluss unserer Überlegungen, die der Diskussion lediglich ein Startfeld zur Diskussion der prinzipiellen Grenzen der Forschung auf den Gebieten der Physik, aber auch der Biologie bereitstellen wollen, möchten wir noch auf ein Teilproblem aufmerksam machen, das zeigt, wie leicht paläopsychologisches Wunschdenken im Sinne von Ernst Topitsch (7) zu kaum begründeten spekulativen Schlussfolgerungen verleiten kann.

Wir meinen die Vorstellung vom «explodierenden Weltall», eine Art Vorstellungssurrogat für alte Schöpfungsmythen, die jetzt in eine Vergangenheit von Milliarden von Jahren zurückverlegt werden. Alle die entsprechenden Vorstellungen stützen sich auf die sogenannte Hubbelsche Konstante, wobei angenommen wird, die Rotverschiebung bzw. der Energieverlust der Lichtquanten des Kalziums müsse als Dopplereffekt erklärt werden. Mit anderen Worten, es wird stillschweigend vorausgesetzt, dass die ausgestrahlten Lichtquanten unveränderliche Eigenschaften aufgeprägt erhalten im Augenblicke der Emission und dass auf dem Millionen, ja Milliarden Jahre dauernden Lichtwege bis zur Erde diese Lichtquanten ihre Eigenschaften unverändert beibehalten. Das ist ein Schluss, der ebenso unsicher ist wie die Behauptung, bald würden bemannte Weltraumschiffe Fahrten zum Mond oder zum Mars oder zur Venus unternehmen oder in absehbarer Frist werde es gelingen, die Wasserstofffusion zu «zähmen». Dafür werden die viel aktuelleren Probleme des bedrohlich schrumpfenden Nahrungsspielraumes der Menschheit oder die Abwasserfrage recht leichtherzig behandelt, um uns milde auszudrücken.

ANMERKUNGEN

1. Bildlich gesprochen bedeutet zum Beispiel das Gravitationsgesetz von Newton eine Beschränkung der Bewegungsmöglichkeiten der Planeten, Kometen und Metore bei gegebenen Anfangsbedingungen auf ganz bestimmte und damit berechenbare Bahnen. Die einzige Anomalie, welche nach der rechnerischen Verifikation der Gravitationslehre von Newton durch Laplace in seiner «Mécanique céleste» erhalten blieb, war eine säkulare Verschiebung des Merkurperihels, die erst Einstein durch die Erweiterung der Newtonschen Theorie zur allgemeinen Relativitätstheorie erklären konnte und sich auch zahlenmäßig bestätigte. Anderseits war die Newtonsche Gravitationstheorie eine theoretische Synthese der Fallgesetze und des Trägesatzes Galileis mit den Planetengesetzen Keplers.

2. Abgesehen von dem Verhältnis der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins zur Gravitationstheorie Newtons, wobei die Gravitationstheorie Newtons als Spezialfall in der allgemeinen Relativitätstheorie enthalten ist und sich aus der allgemeinen Relativitätstheorie ergibt, wenn der physikalische Raum als euklidisch betrachtet wird, liegen zahlreiche andere Beispiele vor: Das Bohrsche sonnensystemähnliche Atommodell war eine erste Annäherung, die durch das genauere wellen- und quantenmechanische Atommodell Schrödingers und Heisenbergs ersetzt wurde. Die Lichtquantenhypothese und Wellenmechanik vereinigt sozusagen auf einer höheren Ebene Vorstellungen der Korpuskular- und Wellentheorien des Lichtes. Die Valenztheorie eines Berzelius und eines Kekulé haben in den modernen quantenmechanischen Valenzlehren ihre Synthese und überraschende Erklärung gefunden.

3. Die Abhängigkeit der Entwicklung der Positionsastromie von der Messgenauigkeit ihrer Instrumente vom Jakobstab über die Quadranten zum Fernrohr und die Bedeutung von physikalischen Untersuchungsmethoden, wie Photographie, Spektroskopie usw., für die Entwicklung der Positionsastromie zur Astrophysik dürfen als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Ebenso eindeutig ist die Abhängigkeit der Meteorologie von der Entwicklung der Beobachtungsinstrumente und dem Ausbau der Technik der Informationsmittel.

4. Die grossen Erfolge der modernen organischen Chemie sind nur möglich geworden durch die breite Einführung von physikalischen Untersuchungsverfahren in die Chemie, wie zum Beispiel der Ultrarotspektroskopie, aber auch die Verwendung von Mikromethoden, wie der Mikroanalyse von Pregl, der Konstruktion von Mikrowagen, der Entwicklung der Methoden der Chromatographie zur Trennung von Stoffgemischen.

5. Die Kalorik wurde zu einem Teilgebiet der Mechanik, als man erkannte, dass die Wärmeerscheinungen nicht durch einen Stoff verursacht werden. Ungefähr ebenfalls um 1800 wurde die Akustik als Untergebiet der Mechanik erkannt. Nach den grundlegenden Versuchen von Faraday über die Beeinflussung eines polarisierten Lichtstrahles durch einen starken Magneten stellte Maxwell in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts die elektromagnetische Lichttheorie auf. Der Michelsonsche Versuch, welcher das gegenseitige Verhältnis von Lichtgeschwindigkeit und mechanischer Geschwindigkeit experimentell untersuchte, führte 1905 Einstein zur Formulierung der speziellen Relativitätstheorie mit der Postulierung der Lichtgeschwindigkeit als Grenzgeschwindigkeit, der damit verknüpften Begrenzung der kausalen Beeinflussung im Sinne der Minkowski-Welt und dem Äquivalenzgesetz von Masse und Energie.

6. Erschienen in der Festschrift zur Einweihung der neuen Gebäude der Hochschule St. Gallen für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 1963.

7. Ernst Topitsch: «Phylogenetische und emotionale Grundlagen menschlicher Weltauffassung», in «Filosofia», Torino, S. 8 (1962).