

# Atomphysik als Problem des modernen Menschen

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Neue Schweizer Rundschau**

Band (Jahr): **21 (1953-1954)**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-758756>

## **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.

# ATOMPHYSIK ALS PROBLEM DES MODERNEN MENSCHEN

*Von Dr. Walter Boveri*

Anlässlich der letzten Generalversammlung der AG Brown, Boveri & Cie. habe ich versucht, einen Appell an die schweizerische Oeffentlichkeit zu richten, die Fragen der praktischen Anwendung der Kernphysik auf friedlichem Boden doch nicht dadurch ganz zu vernachlässigen, daß die Beschäftigung mit diesem neuen Wissenschaftsgebiet nur einer ganz geringen Anzahl von Gelehrten überlassen werde. Als Folge dieses Appells hat mich die Neue Helvetische Gesellschaft zu weiteren Ausführungen in ihrem Kreise über dieses Thema aufgefordert. Als Nichtfachmann wollte ich diese Aufgabe anfänglich nicht übernehmen. Wenn ich mich dazu trotzdem entschlossen habe, so sind dafür zwei Gründe maßgebend gewesen. Zum ersten hat sich Herr Prof. Paul Scherrer freundlicherweise bereit erklärt, mir mit einem anschließenden Referate beizustehen. Zum zweiten kann auch der gebildete Laie an den Trümmern des Weltbildes des 20. Jahrhunderts nicht achtlos vorübergehen, ohne sich mit den Errungenschaften der modernen Physik auseinanderzusetzen, auch wenn er in deren hochmathematische Gedankengänge nicht einzudringen vermag. Vielleicht findet er jedoch gerade deshalb für ein breiteres Publikum die überzeugenderen Worte.

Dies sei die Entschuldigung für den Praktiker aus der Wirtschaft, der sich vermißt, in derartigen Fragen das Wort zu ergreifen. Von ihm erwartet man naturgemäß in erster Linie, daß er sich zu den möglichen wirtschaftlichen Auswirkungen der neuen Physik äußere. Und in der Tat, sie können sehr bedeutend für manches praktische Anwendungsgebiet sein, wobei wohl neben Medizin und Chemie die Energieerzeugung die wichtigste Stellung einnehmen mag. Allein dazu gehört in erster Linie die Heranbildung von Menschen, die befähigt sind, mit dieser neuen Wissenschaft umzugehen. Vom Standpunkte unserer nationalen Wirtschaft, die sich auf keine eigene Rohstoffbasis stützen kann und deren Energiereserven weit davon entfernt sind, unerschöpflich zu sein, ist das sicherlich von fundamentaler Bedeutung.

Unser hoher Lebensstandard läßt sich nur durch eine sehr leistungsfähige Exportindustrie aufrechterhalten. Sie ist jedoch nicht

etwas für alle Zeiten Gegebenes. Immer wieder sind einst blühende Industriezweige durch allgemeine Marktverhältnisse aus ihrem dominierenden Standort verdrängt worden, und wenn nicht andere ihren Platz eingenommen hätten, so wäre sicher auch unsere Stellung auf dem Weltmarkt verlorengegangen. Bisher hat eine stetige geistige Erneuerung, die weitgehend unseren Hochschulen zu danken ist, uns davor bewahrt, in einer schleichenden Krise dessen verlustig zu gehen, was unsere Väter geschaffen haben. Nur eine ständige Beschäftigung mit allem, was die Wissenschaft auf der ganzen Welt an Neuem zu schaffen vermag, kann uns daher vor diesem Schicksal bewahren.

Ueber diese wirtschaftlichen Notwendigkeiten ließe sich noch vieles sagen; allein ihre Geltung erstreckt sich auf jede neue Erfindung, sei sie ein neuer Werkstoff oder irgendeine verbesserte Maschine, und trifft somit nicht das Wesentliche, das die moderne Physik zutage gefördert hat. Auch sind solche Neuerungen in ihrer Althergebrachtheit für den einzelnen zu wenig überzeugend, um sich persönlich betroffen und zum Handeln angeregt zu fühlen. Nicht viel überzeugender für die große Menge der Gebildeten wirkt sich der Umstand aus, daß in anderen Ländern bereits Anstrengungen gemacht werden, um dahin zu gelangen, die Entdeckungen der neuen Physik aus dem Laboratorium der praktischen Verwendbarkeit zuzuführen. Ein unverkennbarer Wettlauf zur Gewinnung von Atomenergie durch den Bau von Reaktoren ist bereits im Gange. Erst in den letzten Wochen hat England ein autonomes Amt für Atomenergie errichtet, welches einen staatlichen Zuschuß von jährlich mindestens 50 Millionen Pfund erhält, und Holland beschloß dieser Tage den Bau des zweiten Kernreaktors, für den mit Kosten von 28 Millionen Gulden gerechnet wird, die offenbar hälftig zwischen Staat und Privatindustrie geteilt werden.

Darüber hinaus muß jedoch die Feststellung als erschreckend bezeichnet werden, wie viele Errungenschaften von Wissenschaft und Technik, die bei uns in täglichem Gebrauche stehen, zu ihrer Hervorbringung ein derart hochqualifiziertes Wissen erfordern, daß es nur von einer an Zahl sehr geringen Schicht wirklicher Fachleute beherrscht wird. Eine ausgedehnte Zerstörung der Zentren des Wissens, wie sie gerade durch die Erfolge der modernen Wissenschaft in den Kreis unmittelbarer Möglichkeiten gelangt ist, könnte genügen, unsere gesamte Zivilisation in Frage zu stellen. Eine solche Gefahr rückt um so mehr in die Nähe, je weniger der Wissensdurst des einzelnen als die unpersönliche Zweckmäßigkeitsüberlegung des Staates zum Träger der wissenschaftlichen Forschung wird: eine Entwicklung mit ihren schauer-

lichen Folgen, deren Zeugen wir in den letzten Jahren geworden sind. Dies abzuwenden, muß der heutigen Jugend überlassen werden; an sie richten sich deshalb vorzugsweise meine Worte.

Die Jugend von heute scheint mir vielfach in der Ueberzeugung befangen, daß sie im Lebenskampf, verglichen mit früheren Jahrzehnten, die viel geringeren Aussichten habe, da es an Gelegenheiten fehle, die eigene Tüchtigkeit unter Beweis zu stellen. Legt man sich die Frage vor, was daran wohl wahr sein könnte, so spricht vieles zugunsten, vieles gegen die heutige Zeit. Eines jedoch steht fest: die letzten Jahrzehnte haben eine ungeheure, in früheren Zeiten nie dagewesene technische und wirtschaftliche Entwicklung gebracht. Als ich ein ganz kleines Kind war, begann mein Vater die ersten kleinen elektrischen Ueberlandzentralen in der Schweiz ins Leben zu rufen, manchmal ohne daß vorerst eine einzige Kilowattstunde verkauft war. Im Alter von zehn Jahren erlebte ich unser erstes Automobil, eine große Seltenheit in der damaligen Zeit. Während meiner Gymnasialzeit begann die Entwicklung des Flugzeuges mit den bescheidensten Flügeln, und noch nicht ganz dreißig Jahre alt, hörte ich in Chicago das erste Radio. Alle diese Erfindungen haben in der Zwischenzeit zu riesigen Industrien geführt. Sie wurden von unzähligen Menschen aufgebaut, die die sich bietenden Gelegenheiten wahrnahmen, und ungeheuer sind die Vermögenswerte, die als Folge dieses Aufbaus geschaffen wurden, und die Verdienstmöglichkeiten, die sie ausgestreut haben. Da soll es an Gelegenheiten zum Vorwärtstkommen gefehlt haben! Alle diese Aussichten sind jedoch voraussichtlich bescheiden im Vergleiche zu denjenigen, die sich im Zuge der neuen Wissenschaften aufzutun werden, besonders für alle jene Jungen, die sich durch intensives Studium an die Spitze der Wissenschaft zu stellen gesonnen sind, wohin immer nur eine kleine Anzahl gelangt. Da es also nicht an Gelegenheiten fehlt, so stellt sich die Frage, ob die Unsicherheit, in der die Jugend vielfach befangen ist, nicht auf einen Mangel an Wissensdurst und Einsatzbereitschaft zurückzuführen sei. Für Aeltere, wie den Sprechenden, ist es im Rahmen des einmal abgesteckten Wirkungskreises kaum mehr möglich, in das neue Weltbild einzudringen. Fast unverstündlich müßte es dagegen, gemessen an den Erinnerungen aus der eigenen Jugend, erscheinen, wenn sich die Jungen von heute nicht brennend für die modernen Gedanken interessieren würden, die dem Ausbau einer Weltanschauung dienstbar gemacht werden können und die der Wirtschaft schon der allernächsten Zukunft den Stempel aufdrücken werden. Doch diese Weltanschauung ist noch nicht geschaffen; kaum zeichnet sie

sich in ihren ersten Grundlinien ab. Unsicher schwankt das moderne Europa zwischen Erinnerungen an die Vergangenheit und wirren Formeln, die eine neue Gesellschaftsordnung regeln oder eine neuartige Kunstrichtung begründen sollen. Alles scheinbar ohne gefestigte Basis und gehetzt von einem unbewußten Angstgefühl, dem Ausfluß zweier Weltkriege und den fürchterlichen Zerstörungsmitteln, die der Mensch durch die moderne Wissenschaft in die Hand bekommen hat. Die Technik hat bei all ihren bedeutenden Errungenschaften die Bequemlichkeit gefördert und vielfach zu einer geistigen Verflachung geführt. Zwischen dieser Verflachung und manchmal recht engstirnigem Spezialistentum gilt es hindurchzusteuern, um den Blick in die Weite zu den großen Zusammenhängen zu wahren.

Will man sich die Frage vor Augen führen, ob es denn wirklich für weitere Kreise und nicht nur für eine ganz beschränkte Anzahl von Gelehrten erforderlich sei, sich mit dem neuen Weltbild des 20. Jahrhunderts auseinanderzusetzen, so müssen wir einen raschen Blick auf die Weltanschauung des 19. Jahrhunderts und die mannigfaltigen Auswirkungen werfen, die sie auf die Gesellschaftsordnung dieses Zeitabschnittes ausgeübt hat. Zu den geistigen Fundamenten des damaligen Weltbildes gehört das Kausalgesetz. Es besagt, daß nichts ohne Grund ist, warum es sei; daraus ergibt sich, daß aus jeder Ursache ihre späteren Wirkungen abgeleitet werden können. Dazu gehören außerdem die berühmten Erhaltungssätze wie der Satz von der Erhaltung der Materie und das Gesetz von der Erhaltung der Energie, welche fordern, daß die Summe sowohl der Materie wie der Energie, die den Weltraum erfüllen, stets konstant seien. Vor dem Hintergrund solch klarer und Bestimmtheit ausstrahlender Thesen weist das 19. Jahrhundert eine nie dagewesene Erfinder- und Entdeckerblüte auf. Ein ungeheures Selbstvertrauen, die objektiven Tatbestände der Umwelt durch Messung und Experiment zu beherrschen, erzeugt eine Atmosphäre von Sicherheit und Stabilität, die sich auch auf Gesellschaftsordnung und Staatsform überträgt. Wohl gibt es bis zum Ende des Jahrhunderts noch erbitterte Kämpfe gegen überlebte autokratische Staatsformen; allein der Rechtsstaat und das Prinzip der Trennung der Gewalten sind längst geistiges Allgemeingut geworden. Es ist das bürgerliche Zeitalter mit strengen Moralbegriffen, welches wohl in der viktorianischen Epoche seine höchste Blüte erreicht hat. Alles ist festgefügt und gesetzmäßig geordnet — selbst die Freiheit.

Der einzige Versuch zu einer revolutionären Bewegung kommt vom Sozialismus her. Noch sind weite Bevölkerungsschichten im

niedrigen Lebensstandard des 18. Jahrhunderts steckengeblieben, und drastische Auswüchse des «laissez faire» verletzen das Gerechtigkeitsgefühl manch eines aufrichtigen Volksfreundes. Da soll nun durch eine neue Wirtschaftstheorie, die sich jedoch lediglich um Verteilung bekümmert, dasjenige, was andere erschaffen haben, an die vom Schicksal weniger Begünstigten verteilt oder mindestens von der Allgemeinheit übernommen werden. Der geistige Gehalt dieser Theorie ist zu dürftig, um erfolgreich durchzudringen. Das Fehlende soll daher durch ein philosophisches System ausgefüllt werden. So wurde uns der dialektische Materialismus beschert. Seine ebenso seichten wie opportunistischen Thesen werden jedoch niemals das geistige Weltbild unserer Zeit zu beeinflussen vermögen.

Gleichwohl hat es den Anschein, als ob das bürgerliche Zeitalter zu Ende gegangen wäre, indem seine Gesetze von innen heraus gesprengt wurden. Zwei Weltkriege erschütterten sein politisches und soziales Gefüge bis in die Grundfesten. Ebenso wichtig für seinen Niedergang, wenn auch in ihrem Einfluß auf das Geistesleben über kaum nachweisbare Wege vordringend, sind jedoch Erweiterungen der wissenschaftlichen Erkenntnis, die mit den anerkannten Gesetzmäßigkeiten des 19. Jahrhunderts nicht mehr in Einklang gebracht werden können.

Zwei Entdeckungen aus der Fülle möchte ich hervorheben, die das 20. Jahrhundert einleiteten und die damals mit der Logik alles bisher Gelehrten in krassem Widerspruch standen. Die eine, die zu einem Grundpfeiler der Einsteinschen Relativitätstheorie wurde, besteht in dem von Michelson geführten Nachweis der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, völlig unabhängig von jedwelcher Bewegung der Lichtquelle oder des Empfängers. Wir alle kennen die Erfahrung aus dem Eisenbahnzug; fährt er mit 100 km Stundengeschwindigkeit dahin und kommt ihm ein Zug mit gleicher Geschwindigkeit entgegen, so ist die gegenseitige Geschwindigkeit 200 km; die beiden Geschwindigkeiten müssen addiert werden. Ueberholt er einen mit 90 Stundenkilometer fahrenden, so ist die relative Geschwindigkeit nur 10 km, da die Geschwindigkeiten in diesem Falle subtrahiert werden müssen. Das nennt man das Prinzip von der Addition der Geschwindigkeit. Nicht so die Lichtgeschwindigkeit, die nach dem Michelsonschen Versuch und allen Erwartungen zum Trotz stets die gleiche Größe innehat, ganz unabhängig davon, ob sie mit oder gegen den fahrenden Zug, beziehungsweise mit oder gegen den bewegten Beobachter verläuft und gemessen wird. Das Prinzip der Addition der Geschwindigkeit hat für sie keine Geltung.

Die zweite Entdeckung stellt fest, daß das Licht nicht allein eine Wellenbewegung sei, sondern daß es einen Doppelcharakter besitzt und sich bei anders gewählter Versuchsanordnung auch als aus kleinsten Partikelchen zusammengesetzt erweist. Diese letztere, durch die Quantentheorie ermittelte Tatsache läßt sich mit der älteren Theorie des Lichts als Wellenbewegung anfänglich in keiner Weise vereinbaren und erscheint in ihrer Zweideutigkeit als etwas Widersinniges.

Beide Entdeckungen waren mit der selbstbewußten Naturwissenschaft des 19. Jahrhunderts und ihren objektiven Messungen nicht mehr in Uebereinstimmung zu bringen und scheinen auch heute noch der Logik unserer Vorstellungswelt zu widersprechen. Der durch die stürmische technische Entwicklung verdrängte tiefe Graben zwischen der Wirklichkeit im Weltall und der subjektiven Erscheinung davon, die wir allein im menschlichen Gehirn zu erfassen vermögen, tritt plötzlich erneut in voller Schärfe zutage und beleuchtet grell die Grenzen unseres Vorstellungsvermögens. Dieser Graben ist nicht neu und hat die Philosophen bereits durch Jahrhunderte hindurch beschäftigt. Schon vor Beginn des 19. Jahrhunderts fand er seinen wohl genialsten Ausdruck in der Lehre von Immanuel Kant, derzufolge die Begriffe von Raum und Zeit nicht etwas Absolutes, vom Menschen Unabhängiges bezeichnen, sondern subjektive Formen der Anschauung sind, die aller Erfahrung vorausgehen. Sie sind damit die eigentlichen Träger des Denkprozesses, soweit er sich mit Anschauungen befaßt, die es uns ermöglichen, Wahrgenommenes in seiner Lage nebeneinander anzuordnen und in seiner Folge hintereinander einzureihen. Jede durch Sinneswahrnehmung gewonnene Erfahrungstatsache wird zur Erscheinung nur dank der Form, in der die Anschauung erfolgt, nämlich die uns innewohnende Vorstellung von Raum und Zeit. Beide können daher vom Beobachter und von einem von ihm beobachteten Objekt nicht losgelöst werden. Absoluter Raum und absolute Zeit sind nicht denkbar. Und da es sich um Funktionen handelt, die einteilen, ordnen und begrenzen, will mir scheinen, läßt sich auch unschwer einsehen, warum wir uns die Unendlichkeit nicht vorzustellen imstande sind. Wie das Auge nur für einen schmalen Abschnitt des Lichtbandes zwischen rot und violett empfindlich ist und alle übrigen Wellenlängen nicht aufnehmen vermag, so sind auch die uns innewohnenden Vorstellungen von Raum und Zeit unvollkommen und vermögen die Wirklichkeit in ihrer objektiven Gestalt nicht zu erfassen. Wenn es auch scheinen mag, als ob unsere Längen- und Zeitmaße objektive Größen seien, so sind sie doch nichts anderes als Be-

ziehungen zwischen Objekten, die wir durch unsere Sinne wahrgenommen haben. So ist die Stunde, die uns von unserer Uhr angezeigt wird, nichts anderes als der 24. Teil des Zeitablaufes einer Erdumdrehung, den wir mit unseren Sinnen wahrgenommen haben und in einem eigens dafür konstruierten Apparat festhalten. Ausgangspunkt dieses Vorgangs bleibt aber immer unsere sinnliche Wahrnehmung, die sich auf die Erfahrungen unserer unmittelbaren Umgebung stützt, die Verhältnisse im fernen Weltall und in den Bereichen der Atome dagegen nicht ohne weiteres einzubeziehen imstande ist. Einzig in der Mathematik scheinen wir eine feste Stütze zu finden. Das beruht jedoch lediglich auf der Tatsache, daß ihre Ableitungen und Schlußfolgerungen sich aus dem Raum- und Zeitgefühl entwickeln lassen, ohne die durch Sinneswahrnehmung gewonnene Erfahrung heranziehen zu müssen. Da alle mathematischen Gedankengänge in dem uns innewohnenden Raum- und Zeitbegriff eingekerkert sind, kommt jeder einzelne, wenn ihm der logische Weg gewiesen wird, zu der gleichen Schlußfolgerung und verarbeitet auch seine äußeren Wahrnehmungen nach den gleichen Grundsätzen. Darum wird die Mathematik in erster Linie als absolute Wissenschaft bezeichnet.

Kehren wir nun zu dem Michelsonschen Versuchsergebnis von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit zurück. Seine besondere Bedeutung liegt weniger in der Auffindung eines naturwissenschaftlichen Phänomens. Sie liegt vielmehr darin, daß außerhalb des unsicheren Grundes unzuverlässiger Sinneswahrnehmungen und Maßeinheiten, die aus der subjektiven Raum- und Zeitempfindung abgeleitet sind, eine feste Größe gewonnen wurde, die, wie immer man sie betrachtet und sich zu ihr bewegt, konstant bleibt, das heißt sich nicht verändert. Gewissermaßen stellt die Lichtgeschwindigkeit einen festen Pfahl auf dem schwankenden Boden unsteter Beobachtungen dar, der zur Verankerung dieser Beobachtungen dienen kann. Es ist nicht verwunderlich, daß Michelson diese Bedeutung seines Experimentes entging und daß deren geniale Auswertung Albert Einstein, einem Manne aus dem Kulturkreis Kants, vorbehalten blieb, der daraus seine Relativitätstheorie entwickelte.

Die Konsequenz ist eindeutig. Wo vorher die mechanischen Gesetze in Zentimeter und Sekunden als die festen und konstanten Maßstäbe untersucht und ausgedrückt wurden, tritt jetzt als fester Maßstab die Lichtgeschwindigkeit. Logischerweise werden jetzt die früher konstanten Längen- und Zeitmaße zu Variablen. Die Ausarbeitung der Gleichungen, heute als Lorentz-Transformationen bezeichnet, durch welche die Relationen zwischen der kon-



stanten Lichtgeschwindigkeit und den nunmehr variablen Längen- und Zeitmaßen festgelegt werden, dürfte dem Mathematiker keine allzu große Schwierigkeit bereitet haben. Aus ihnen geht hervor, daß bei geringen Geschwindigkeiten der zu beobachtenden Faktoren die Abweichungen von der klassischen Mechanik und ihren Gesetzen derart gering sind, daß sie vernachlässigt werden können. Erst bei Geschwindigkeiten, die sich der Lichtgeschwindigkeit nähern und wie sie nur im fernen Weltall oder in der Struktur der Atome und mit den modernsten Apparaten anzutreffen sind, entstehen Abweichungen, die sich radikal von der klassischen Mechanik unterscheiden.

Der Grund, warum diese Gedankengänge für den Laien so schwer verständlich sind, liegt nicht allein darin, daß in unserer täglichen Erfahrungswelt nur Verhältnisse vorliegen, bei denen die klassische Mechanik und die Lorentzschen Formeln die praktisch gleichen Werte ergeben. Sie ist vor allem darin zu suchen, daß bei Erklärungen dieser Phänomene immer wieder der Versuch unternommen wird, zu veranschaulichen, warum Längen- und Zeitmaße variable und nicht absolute Größen seien und es daher keine unbedingte Gleichzeitigkeit geben könne. Geht man wie üblich von festen Längen- und Zeitmaßen aus, so sind Bewegungen und Geschwindigkeiten das Variable. Nimmt man jedoch die Lichtgeschwindigkeit als das Konstante an, so werden Längen- und Zeitmaße zu Variablen. Letzteres ist eine unabweisable Folge des ersten. Es kann daher nur erschwerend und wenig anschaulich wirken, das Primäre lediglich durch die rein sekundären Erscheinungen, respektive die gemachte Voraussetzung durch die Schlußfolgerung erklären zu wollen. Wirft man einen Stein in einen Teich, so entstehen Ringe auf der Wasseroberfläche, die sich leicht erklären lassen. Müßte man dagegen aus dem auf dem Wasser entstandenen Ring auf die Art und Weise schließen, wie der Stein ins Wasser gefallen ist, so würde die Erklärung sicher wesentlich weniger anschaulich, ja vielleicht nicht einmal eindeutig ausfallen.

Wie dem auch sei, die neue physikalische Betrachtungsweise, die nicht mehr von Raum- und Zeitmaßen, sondern von der Lichtgeschwindigkeit als festem Wert ausgeht, führt besonders auf den vom Menschen am weitesten entfernten Gebieten des Weltalls und dem Reich der Atome, in denen die uns innewohnenden Raum- und Zeitanschauungen keine Erfahrungen mehr zu schöpfen vermögen, zu den weitreichendsten Erkenntnissen und Schlußfolgerungen, die allerdings nur dem gewiegten Mathematiker und Physiker zugänglich sind.

Wenden wir uns nun rasch noch einmal der zweitgenannten

Entdeckung zu, die dazu beitrug, das Weltbild des 19. Jahrhunderts umzustürzen, nämlich der Feststellung, daß das Licht sowohl als Wellenbewegung als auch zusammengesetzt aus kleinen Partikeln beobachtet und erklärt werden könne. Anfänglich erschien diese Entdeckung als völlig widersprechend und konsternierend.

Mir möchte es allerdings so vorkommen, als ob gerade dieser Widerspruch einen ungeheuer befriedigenden Gedanken eröffne. Kommt darin doch erstmals auf dem Boden der Physik die Doppelwertigkeit der Erscheinungsform, deren Zeugen wir täglich sind, experimentell zum Ausdruck. Diese Doppelwertigkeit, ohne die eine Harmonie im Weltall kaum faßbar erscheint und die uns in ihrer vielleicht letzten Konsequenz in der Gegenüberstellung von Materie und Geist oder Körper und Seele entgegentritt.

Auf alle Fälle hat die Physik aus dieser ursprünglichen Gegensätzlichkeit in der Beschaffenheit des Lichtes die fruchtbarsten Erkenntnisse gewonnen. So wie das Licht verhalten sich auch die Elektronen; ja sogar Atome und Moleküle stellen sich bei entsprechender Versuchsanordnung als Wellenmuster dar. Die Materie, zusammengesetzt aus Atomen als den Bausteinen des Weltalls, verliert durch weitere Forschungen immer mehr von ihrem gegenständlichen Charakter und sinkt herab zu wesenlosen Strukturen, die sich der Anschaulichkeit mehr und mehr entziehen. Nur noch durch mathematische Formeln, deren geniale Entwicklung mit den Namen Plank, Einstein, de Broglie, Schroedinger, Heisenberg und anderen mehr verbunden sind, läßt sich ihre Beschaffenheit festhalten und ihr Verhalten erklären. Selbst das Kausalgesetz, einer der Grundpfeiler der Naturwissenschaft des 19. Jahrhunderts, gerät ins Wanken; denn das Verhalten der kleinsten Bruchstücke der Materie scheint nicht mehr fester Gesetzmäßigkeit, sondern nur noch der Wahrscheinlichkeit zu unterliegen.

Und trotzdem sind die praktischen Auswirkungen dieser Entdeckungen von fundamentaler Bedeutung. Hier setzt wieder Einsteins Relativitätstheorie ein. Wie sich, von der Voraussetzung ausgehend, daß die Lichtgeschwindigkeit der feste Ankerpunkt sei, von dem wegen ihrer Konstanz alle Messungen auszugehen haben, das Längenmaß bei zunehmender Geschwindigkeit verkürzt, die Zeit verlangsamt, um schließlich bei Erreichen der Lichtgeschwindigkeit zum Werte von Null zusammenzuschmelzen, so läßt sich daraus auch mathematisch ableiten, daß die Masse zu einer variablen Größe wird, die sich nach einer Formel der Lorentz-Transformation ähnlich mit Annäherung an die Lichtgeschwindigkeit dem Werte Unendlich nähert. Daraus entwickelt

Einstein unter Berücksichtigung der Formeln für die kinetische Energie schließlich seine berühmte Formel, die er gelegentlich selbst als die wichtigste Folgerung aus seiner Relativitätstheorie bezeichnet hat:

«Energie = Masse  $\times$  Lichtgeschwindigkeit im Quadrat», die Masse in Gramm, die Energie in Erg, die Lichtgeschwindigkeit in Zentimeter pro Sekunde gemessen. Jahre mußten vergehen, bis durch die Atomspaltung der experimentelle Beweis für diese kühne abstrakte Schlußfolgerung erbracht werden konnte. So einfach die Formel aussieht, so überraschend und fast unvorstellbar ist der Tatbestand, den sie zum Ausdruck bringt, wird doch das Verhältnis zwischen Masse und Energie durch die Konstante der Lichtgeschwindigkeit im Quadrat =  $9 \cdot 10^{20}$  bestimmt, über deren ungeheuerliches Ausmaß man sich keine rechte Vorstellung mehr machen kann. Wenn eine vollständige Umwandlung von Masse in Energie gelingt, so enthält demnach ein Gramm Materie, lediglich ein Häufchen Staub, eine Energie von 25 000 000 kWh; oder rund 500 Gramm Materie würden bei vollständiger Umwandlung genügen, den gesamten Stromkonsum der Schweiz für ein Jahr von etwa 12,5 Milliarden kWh zu decken. Dem Menschen ist wohl zu seinem Heil diese vollständige Umwandlung noch nicht geglückt, wird doch selbst bei der Atombombe wohl nur etwa 1‰ der im Uran enthaltenen Energie freigesetzt. Die Gesetze von der Erhaltung der Materie und der Erhaltung der Energie sind damit in eines verschmolzen. Materie oder Energie sind nur verschiedene Erscheinungsformen ein und derselben Weltsubstanz. Wieder tritt uns daher die Doppelwertigkeit der Erscheinungsform vor Augen. Aber auch die Lichtgeschwindigkeit gibt sich in vielfältiger Gestalt zu erkennen. Einmal ist sie eine in Metern pro Sekunde meßbare Bewegung, daneben tritt sie in verschiedenen Bereichen der Natur ähnlich dem Plankschen Quantum als Konstante auf, durch welche sich wie zwischen Energie und Masse oder Magnetismus und Elektrizität fundamentale mathematische Beziehungen manifestieren. Gleichzeitig jedoch entzieht sie sich wieder der Regel, indem für sie das Prinzip der Addition der Geschwindigkeit nicht anwendbar ist. Einem riesigen Strom gleich, der sich um unsere Raum- und Zeitvorstellungen, unsere Maße und Messungen nicht bekümmert, scheint sie ein Ausdruck der Urgewalt zu sein, der alle Kräfte entspringen und in der sie alle ihre endgültige Begrenzung und Auflösung erfahren.

Eines darf man heute wohl mit Bestimmtheit feststellen: Das Weltbild des 19. Jahrhunderts ist für uns nicht mehr gültig. Was aus seiner Asche auferstehen wird, zeichnet sich vorerst nur un-

deutlich und in eher erschreckenden Formen ab; denn als sichtbarstes Ergebnis der neuen wissenschaftlichen Forschung müssen wir uns mit der Atombombe abfinden, dem furchtbarsten Zerstörungsmittel, welches die Menschheit je erdacht hat. Abgesehen von unerhörten Fortschritten der Technik, befindet sich unser geistiges Leben im Zustande des Umbruchs und der Verwirrung. Was hervorgebracht wird, beweist viel eher, daß manches Alte überholt, ja sogar zusammengebrochen ist, als daß auf Grund neuer Erkenntnisse ein Neues an dessen Stelle gesetzt wurde. Dahin mag füglich auch die abstrakte Kunst in ihrer grenzenlosen Gefühlsarmut und Leere gestellt werden, die vielfach als ein Ausdruck einer neuen Weltanschauung gedeutet wird. Wohl lehnt sie sich an die Naturwissenschaften an, die ihre Ergebnisse zum Teil nur noch in Gestalt seelenloser mathematischer Abstraktionen auszudrücken vermögen. Nicht daß die Leistung, die entsprechenden Formeln gefunden zu haben, und die Erkenntnisse, die sie vermitteln, herabgemindert werden sollen. Jedoch sie bleiben stets nur ein Gerippe, solange es dem Menschen nicht gelingt, ihr Gefüge durch Anschauung und Phantasie zu beleben. Aus dieser Belebung und Vermenschlichung erst kann das neue Weltbild und die neue Weltanschauung geboren werden.

Wir allein sind es, die unsere Zeit zu gestalten vermögen. Es ist daher Pflicht jedes Gebildeten, sich mit dem neuen Wissen ernstlich auseinanderzusetzen. An praktischen Anwendungen auf friedlichem Boden ist kein Mangel. Ganz im Gegenteil, die Befruchtung, die von den neuen Erkenntnissen der Physik schon in der aller nächsten Zukunft auf friedliche praktische Anwendungsgebiete nach allen Seiten hin ausstrahlen wird, kennt in ihrer Mannigfaltigkeit wohl keine Grenzen. Nur darf es am Einsatz nicht fehlen, den Weg einzuschlagen, der vorgezeichnet ist. Es sind die Aelteren, die im allgemeinen die führenden Stellungen im Staate, in den politischen Vereinigungen und in der Wirtschaft innehaben. Wohl besitzen sie die Verfügungsgewalt über die finanziellen Mittel, erforderlich ist jedoch überdies die Einsicht, daß der Ausbau einer neuen Zeit eine Saat erheischt, deren Ernte aus unbekanntem Früchten besteht, die erst in unbestimmbarer Zukunft reifen; daß diese Einsicht vorhanden ist, hat unsere private Wirtschaft in den letzten Wochen durch Zusicherung eines Großteils der Mittel zum Bau eines Reaktors bewiesen. Diese bedeutenden Kapitalien, welche à fonds perdu gewährt werden, noch um weniges vermehrt und zusammen mit den Summen, die der Bund schon vor Jahren für diesen Zweck vorgesehen hat, die aber heute wegen anderer Verhältnisse bei weitem nicht mehr genügen, werden ausreichen,

diese erste schweizerische Anlage zu bauen. Sie wird ferner ermöglicht durch die Verbindung der ausgezeichneten Gelehrten unserer Hochschulen — die auch heute in diesen Wissensgebieten noch in der ersten Reihe stehen — mit den bedeutenden wissenschaftlichen und praktischen Fachkenntnissen, über die unsere Industrie besonders auf den Gebieten des Maschinenbaus, der Chemie und Metallurgie verfügt. Daneben gibt es allerdings bei uns immer noch große wirtschaftliche Institutionen, die betuern, die ganze Sache gehe sie nichts an, und deren Mitwirkung deshalb leider nicht erhältlich gemacht werden kann. Zu ihnen mag sich, so ist zu befürchten, in der Bundeshauptstadt eine Beamtengruppe gesellen, die den Beweis anzutreten beabsichtigt, daß es auch bei der Schaffung von Paragraphen eine Kettenreaktion geben kann. Es sei jedoch hier ausdrücklich festgestellt, daß in unserem Lande der Staat allein auf dem Gebiet der Atomenergie nichts ausrichten kann; er versuche daher nicht, durch ein Atomenergiemonopol die eben beginnenden praktischen Bemühungen zu durchkreuzen. Dies könnte nur eine verhängnisvolle Verzögerung herbeiführen, und unser Volk würde eine entsprechende Verfassungsänderung schwerlich gutheißen. Nur eine Zusammenfassung all des Wissens, welches in der Schweiz aufgetrieben werden kann, dürfte ausreichen, ein nutzbringendes Resultat zu erzielen.

Die Zeit ist jedoch kritisch. Unsere Jungen mögen daher energisch von den Aeltern fordern, daß ihnen der Arbeitsplatz geschaffen werde, an dem sie ihre Kräfte messen können. Nicht weiterhin sollen unsere Hochschulen Gelehrte ausbilden, die zur Ausübung ihres Berufes ins Ausland auswandern müssen und auch später keinerlei Chancen haben, in die Heimat zurückkehren zu können, da keine Arbeitsgelegenheit sie erwartet. Nur diejenigen Nationen, die sich in der vordersten Reihe des Wissens zu halten vermögen, können erwarten, von diesem Wissen gehalten und nicht erdrückt zu werden. Und nur ein Volk, das dank seiner Kenntnisse den Gefahren, die auf es lauern, ins Auge zu blicken vermag, hat Aussicht, Mittel und Wege zu finden, ihnen zu begegnen.

Die alte Sage von Prometheus, der zur Sonne aufstieg, den Menschen das göttliche Feuer zu ihren Diensten zu rauben, verwandelt sich in unserer Zeit zur Wahrsagung. Aber nicht nur zur Wohltat kann dies Feuer reichen, denn Zeus in seinem Zorn entsandte seine Tochter Pandora mit einem Gefäß, dem alle menschlichen Uebel entstiegen. Noch einmal tritt uns daher die Doppelwertigkeit aller Erscheinungsform im Weltall in Gestalt von Gut und Böse entgegen. Hier die Lösung zu finden, mag die schwierigste Aufgabe darstellen.