Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 26 (1939)
Heft: 8: Naturkunde

Artikel: Physik und Weltanschauung im Unterricht
Autor: Dessauer, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-530969

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: 10.12.2025

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

Mittelschule

Physik und Weltanschauung im Unterricht

I.

In den oft leidenschaftlichen Diskussionen, die vor einem Menschenalter den Einzug naturwissenschaftlichen Unterrichtes als gleichberechtigte Komponente des Bildungsgutes in die Schule begleitet hatten, ist e i n Wert dieser Unterrichtsform sehr stark betont worden. Diese Betonung wirkt auch heute noch nach. Es war, kurz gesagt, die „Lebensnähe" des Naturwissenschaftlichen und Mathematischen, das seinen Propheten Waffen lieferte. Das naturwissenschaftliche Erfahrungsgut ist lebensnah, wird durch die Sinne vermittelt und bestätigt, begegnet selbst und in seinen Folgen jedem Menschen. Jeder hat den ganzen Tag damit zu tun, denn die Technik und die Wirtschaftsgeschehnisse bauen sich auf den natürlichen Gegebenheiten auf. Der naturwissenschaftliche Unterricht erzieht zum Erdenbürger, erleichtert dem werdenden Menschen den irdischen Aufenthalt. Sehr oft wurde dieser Sachverhalt der angeblichen „Lebensferne" des klassisch - sprachlichen Bildungsgutes gegenübergestellt. Wer die Zeit dieser Auseinandersetzungen miterlebt hat, — ganz sind sie ja auch jetzt noch nicht verklungen — konnte oft drastische, die Problematik simplifizierende Formulierungen hören, wie: ob es nicht besser sei, die Getreidearten zu kennen als die Geschichte der punischen Kriege, nicht wichtiger die Mineralien, Bodenschätze und die Arbeitsweise der Dampfmaschine zu studieren als den Streit der hellenischen Mikrostaaten um die Hegemonie; die Gedanken Galileis und Newtons als die demosthenischen Reden. Es ist überflüssig zu sagen, dass die Verteidiger des humanistischen Bildungsgutes solchen Einseitigkeiten sehr ernste Argumente entgegenstellen konnten.

Der Streit erstreckte sich noch auf eine andere Seite dieser „Lebensnähe": man führte an, der Unterricht in Naturwissenschaft und Mathematik habe eine grosse formale Kraft durch seine Strenge, die geforderte Treue zum Einzelnen, die exakte Eindeutigkeit des Erkennens und Wissens gegenüber den oft vagen, von Meinung und Parteiung verfärbten historischen Bildungsstoffen. Es kann kein Zweifel darin bestehen, dass etwa Physik, Chemie, Mineralogie, Mathematik zu einer grossen Strenge, Treue und Gewissenhaftigkeit im Einzelnen anleiten. Auch das ist sicher, dass hierin ein formaler Erziehungs- und Bildungswert ruht. Dieses ganz Unausweichliche, das in mehr abstrakten — etwa geometrischen — Sätzen oder in mehr konkreten Sätzen der Mechanik dem reifenden Geiste auferlegt wird, enthält grosse Lebenswerte; nicht nur in dem passiven Aufnehmen und Sichfügen gegenüber den von keinem irdischen Willen und keiner Meinung zu beeinflussenden Gegebenheiten, sondern auch aktiv in der Z u v e r s i c h t, die der Besitz solchen Wissens verleiht. Denn auf diesen Besitz baut sich ja die Technik und damit die Wirtschaft, ja die ganze eindrucksvolle Aussenwelt der Zivilisation — das ist äussere Lebensbeherrschung — auf.

Es ist bekannt, dass all dem gegenüber die Anhänger der humanistischen Bildungswelt mit vielem Recht sagten, der Verzicht auf das Historische, auf das Klassische sei gleichbedeutend mit dem Verzicht des Baumes auf seine Wurzeln; sei eine Wendung vom eigentlichen Menschlichen, das die Jahrtausende überspanne, zu der mehr animalischen Hingabe an den Augenblick und seine gegenwärtigen Bedürfnisse. Wir wissen auch alle, dass in diesem sehr lebhaften

Kampf das naturwissenschaftliche Unterrichtsgut Schritt für Schritt in den Schulen Terrain erobert hat, neben dem Humanistischen, dem Altsprachlichen gleichberechtigt wurde, ja manchmal die Ueberhand gewann.

Aus dieser Herkunftszeit erklärt sich wohl, dass der Unterricht in Mathematik und den sogenannten exakten Naturwissenschaften von seinen formalen Bildungswerten ungleichen Gebrauch macht. Wenn man sich an die eigenen Stunden der Mathematik und Physik erinnert und versucht, sich Rechenschaft zu geben über den Gewinn dieser Lehrzeit, dann ist wohl bei den meisten eines sehr deutlich: die harte, strenge Präzision und Eindeutigkeit, der man sich zu beugen hatte. Nicht nur das Logische und Tatsächliche, nein, auch die Symbolisierung verlangte die strengste Treue. Nichts darf ja übersehen werden bei der Behandlung einer physikalisch-mathematischen Aufgabe: ein undeutliches Symbol, ein versetztes Komma, ein lässig geschriebenes Wurzelzeichen genügt, um den ganzen Erfolg der Denkbarkeit zu zerstören. Und man kann nichts so machen, wie man will. Man ist klein, man muss sich demütig neigen vor dem ehernen mathematischen Logos und der unweigerlichen Kausalität der Natur. Vielen Lehrern gräbt sich diese Strenge in das ganze Wesen ein, und manche Leute erzählen noch in späten Tagen von ihren pedantischen Mathematik- und Physikprofessoren, während andere von der Grösse und Kraft dieser bis in letzte Einzelheiten geschlossenen Wissens- und Erkenntniszone einen positiven, ja einen beglückenden Eindruck behalten. Dem gegenüber bleiben andere formale Bildungswerte im naturwissenschaftlich-mathematischen Unterrichte oft zurück. Und das ist schade! Denn so wichtig die Erziehung zum Treuen und Strengen im Einzelnen und Kleinen ist, die Aspekte zum Grossen und Allgemeinen sollten nicht vernachlässigt werden.

Ich will nicht undankbar sein: doch war es schade, dass meine eigenen Lehrer nicht erwähnten, wie Philosophie in der Physik ihre Wurzeln hatte, wie Aristoteles seine Fundamentalbegriffe von Materie und Form von der Physik abzog; dass uns nicht gesagt wurde, welche Erschütterung die grossen Naturforscher erlitten, wenn sie auf ihren Erkenntnispfaden der Grösse der natürlichen Offenbarung und dem Geheimnis des erkennenden Logos gegenüber traten. Die Physik — um von diesem Fache des Unterrichtes zu sprechen — bietet nicht nur Beispiele für Berechnungen, an deren Durchführung sich zeigt, ob das Naturgesetz begriffen und das Handwerk zu seiner Anwendung recht ausgeübt wird. Gleich wichtig ist, dass sie unausgesetzt, ja mit jedem Schritt in die Tiefe weist, in die letzten Abgründe des Schauens, Denkens, Erkennens und Ordnens. Wie waren die Pioniere davon gepackt! Wie wirkte das Pendelgesetz auf den universellsten Geist des Barock, auf Leibniz! Er bringt das Pendelgesetz (übrigens auch heute noch pädagogisch schwer abzuleiten!) als Beispiel für die Lehre von der praestabilierten Harmonie. Es ist ein gutes Beispiel auch für die Schule: „Denkt euch zwei Uhren, — so könnte man es erläutern — die auf's feinste gleichmässig „gehen". [1] — Wirklich besteht ja diese Aufgabe der strengen Uhrenübereinstimmung häufig, nicht nur in der Astronomie. „Wie

[1] Das Uhrenbeispiel findet sich in einem Brief an den Redaktor der Zeitschrift « Histoire des ouvrages des Savants ». In der Philosophie ist dieser Brief als Erläuterung 2 zum neuen System bekannt. Auch in die Geschichte der Physik ist diese Stelle eingegangen (z. B. Heller, Geschichte der Physik, 1884, Bd. II, S. 227). — Neuerdings ist der Brief leicht zugänglich durch die Leibniz-Text-Auswahl, die Gerhard Krüger in Kröners Taschenausgaben (Leipzig) erscheinen liess (S. 108). — Das Gesamtwerk Leibniz' soll von der Preussischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben werden, steckt aber noch in den Anfängen. Die beste Quelle ist bisher die unvollständige, aber immerhin in 7 Bänden Wesentliches enthaltende von Gerhard.

kann man den Gleichschritt erreichen?" Es gibt zunächst den Weg, sie miteinander zu verbinden, so dass sie aufeinander wirken und den Synchronismus erzwingen. So geschieht es heute mit den elektrischen Uhren. Das ist die Verknüpfung durch Wechselwirkung. In der natürlichen Welt und in der geistigen sind Dinge, Kräfte und Erscheinungen durch ein ganzes Netzwerk von solchen Wechselwirkungen verknüpft, und in der kartesianischen Philosophie ist sie ein zentrales Glied.

„Es gibt auch einen zweiten Weg: den Lauf der beiden Uhren anzugleichen. Man könnte sie durch beständiges Wachen aufeinander regeln. In der Philosophie des Okkasionalismus (Geulincx, Malebranche) steht dieser Gedanke zentral: das Mechanische ist nur Eingriff von Ursachen, die das Einzelne hier und jetzt ablaufen lassen, aber es ist nicht der tiefere Grund des Ablaufes. Der liegt im göttlichen Walten, dem concursus divinus in jedem Geschehen."

„Und dann gibt es auch noch eine dritte Möglichkeit: Das ist die Leibniz'sche praestabilierte Harmonie. Der Meister, der die Uhren baute, hat sie von vorneherein so vollkommen geschaffen, dass sie ohne Wechselwirkung und ohne gelegentlichen Eingriff von aussen, jede nach ihrem Schöpfungsgesetz gehend, in Harmonie verbleiben.

„Es gibt im Raum der Schöpfung alles dieses: Wechselwirkungen, — nicht nur die ganze Technik ist voll davon — okkasionelles Wirken, — der Schritt eines Skifahrers löst die potentielle Energie der Lawine aus und sie stürzt mit kinetischer Ernergie in das Tal. — Und es gibt das Dritte: Leibniz schreibt als Demonstration zum einfachen, dem sogenannten mathematischen Pendel die Gleichung hin, durch die eine Schwingzeit der Wurzel aus dem Quotienten von Pendellänge und Gravitation gemäss gesetzt wird. Und dann ergibt sich ihm die unbegreiflich tiefe Erkenntnis: Ich brauche mathematische Pendel nicht zu untersuchen. Ihre Schwingzeit folgt, wenn kein Fehler gemacht wird, unweigerlich der rein logischen Struktur einer solchen Gleichung. Der in der Gleichung eingefangene Logos sagt untrüglich, was geschieht, wenn die Pendellänge verändert wird. Er verkündet mit der gleichen Sicherheit aus der Schwingzeit die Aenderung, die etwa an einem andern Orte die Gravitation, die beschleunigende Kraft der Erdmasse, aufweist. Und es ist nun doch evident, dass zwischen dem Pendelschlag — das ist die eine Uhr — und dem in Symbolen eingefangenen Logos der Gleichung, der anderen, nicht etwa eine Wechselwirkung besteht, wie zwischen zwei durch elektrischen Kontakt verbundenen Uhren, und dass auch Gelegenheitsursachen hier nicht mitspielen. Nein, hier zeigt Leibniz die unergründliche Koordination zwischen Logos und Naturkausalität, einen unausweichlich zwingenden Hinweis auf den einen göttlichen Schöpfer."

Das ist nur ein Beispiel, eben das Beispiel des grossen Genius Leibniz. Es gibt in der Physik unzählige andere und darunter manche, die noch erschütternder, andere, die anschaulicher sind: Faraday — um ein leichtes Beispiel zu nennen — findet in der Elektrolyse die vollkommen eindeutige Zuordnung von aequivalenten Stoffmengen zu den transportierenden Elektrizitätsmengen. Wir wissen heute im einzelnen, dass exakt die Einheit der Elektrizitätsmenge, das Elektron, die Einheit der Stoffmenge (das einwertige Molekül) transportiert. Zuordnung also in ganzen Zahlen und hier in gleichen Zahlen (die eine so grosse Rolle in der Physik spielen) zwischen den für uns Menschen zunächst weit auseinander liegenden Bereichen der mechanischen Stoff-Bewegung und der elektrischen Ladungsmenge. Woher kommt diese Zuordnung? Zunächst erfahrungsmässig: eine offensichtliche, wirkungsmässige Verknüpfung, ein Wechselwirkungs-

gesetz. Aber nicht ein solches, das wir m a c h e n, wenn wir Uhren durch elektrische Kontakte synchronisieren, sondern ein solches, das wir f i n d e n und das in seiner monumentalen Einfachheit auf eine letzte Bezogenheit von Elektrizität und mechanischem Stoff hinweist. Diese Bezogenheit i s t zwar nicht — aber e n t h ä l t — das Geheimnis der ganzen Zahl. Warum kommen hier keine Brüche vor? Warum keine statistischen Mittelwerte (wie Faraday, Maxwell und hundert andere gute Physiker damals und später glaubten und verteidigten), sondern wirklich die ontische Phänomentalität der gleichen ganzen Zahl? Leibniz würde sagen, hier sei die praestabilierte Harmonie, die aus dem Geiste und aus den Händen des Schöpfers quellende Urordnung evident, jene Urordnung, die die ganze empirische Welt durchzieht und die bedeutet, dass sie nach ihrer Schöpfungsanlage eben kein Chaos, sondern ein K o s m o s sein soll. Man kann solche Zusammenhänge im Unterricht mit anderen Beispielen — freilich nicht ergründen — aber doch erhellen. Würde eine höhere Schulklasse soweit gefördert sein, dass man ihr ein wenig — natürlich unter Hinweglassen des mühseligen Rechnungswerks — die Schritte von dem ursprünglichen Rutherford-Bohr'schen Atommodell durch seine Verfeinerungen (elliptische Keplerbahn der Elektronen, räumliche Quantelung, Mitbewegung des Kerns, relativistische Keplerbahn, Spin — bis zur wellenmechanischen Deutung) erzählen könnte, dann würde dieses Fundamentalproblem wunderbar in Stufen erhellt. Das Zusammenspiel der drei Eckpfeiler des Erkennens: der menschliche Geist, der in anschaulichen Modellen denken muss (und sie immer mehr verfeinern muss, um sie der Erfahrung anzupassen), der mathematische Logos, dem menschlichen Vermögen zugänglich, aber „aus sich heraus" Ergebnisse aufzwingend, aus seiner eigenen immanenten Struktur, und Voraussagen machend, die immer näher an die Wirklichkeit heranführen. (In diesem besondern Falle ist der mathematische Logos führend, er gebiert aus sich heraus Schlüsse, für die keine Anschauung mehr zur Verfügung steht, die aber vom Experiment bestätigt werden). Diesen beiden, deutlich erscheinenden Mitspielern der Atomerforschung steht der verborgene dritte und entscheidende gegenüber: hier werden Schritt für Schritt Modell und mathematische Struktur einander z u g e o r d n e t. Die prinzipielle, stufenweise vervollkommnete, also a priori mögliche, d. h. praestabilierte Zuordnung, die man unter Kontrolle experimenteller Erfahrung f i n d e t und nicht macht. Kausalität oder Wahrscheinlichkeitsbefund — Empirie — sind in immer genauerem Pendel-Gleichschritt; je näher wir der Wahrheit kommen, desto klarer tritt der verborgene Mitspieler hervor: die praestabilierte Harmonie des Logos und der erfahrbaren Welt — die Grund der Erfahrungsmöglichkeit ist. Diesmal „führt" die mathematische Struktur und lässt das Modell weit hinter sich, so dass die Präzisionsmaschine „Atom" in ihrem äusseren Bau durch die Gleichungen in unglaublicher Feinheit wiedergegeben wird (Prüfstein ist die spektroskopische Erfahrung), während der anschauliche menschliche Geist „den Atem verliert" und vielleicht erst in Jahrzehnten das anschauliche Bild zur Gleichung und so zur Wirklichkeit bekommen wird. Nun, auch dieses Beispiel zeigt, und zwar in Stufen verfolgbar, die Harmonie mathematisch-logischer Struktur mit natürlicher Wirklichkeit, jene abgründige Einheit in den Fundamenten, die sich vom Atom bis in die transgalaktischen Nebel erstreckt.

Doch das alles betrifft nur e i n e n Blick auf die ungeheuren, erschütternden Tiefen, die das Studium der Physik auf Schritt und Tritt eröffnet und deren Bildungsgut der Lehrer nicht soll verloren gehen lassen.

Freiburg. *Fr. Dessauer.*