

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 26 (1939)
Heft: 9

Artikel: Physik und Weltanschauung im Unterricht [Fortsetzung]
Autor: Dessauer, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-531740>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Gewöhnlich wird zuerst die Mechanik behandelt. Man erfährt, wie sie sich an der Astronomie, an der Himmelsmechanik, entzündet hat und wie sie über Galilei — Kepler — Newton zu den Fundamentalgesetzen gelangte, die für die Planeten und die irdischen Bewegungen dieselben sind. Damit wird die Umwelt des Menschen geweitet. Er kommt zum Bewusstsein, dass ihm, dem winzigen Geschöpf auf dem winzigen Planeten, die Fähigkeit verliehen wurde, von irdischer Forschung aus in den Zusammenhang des Weltraumes einzudringen und Ereignisse wie Planetenbahnen und Mondverfinsterung auf Sekunden genau vorzusagen. Auch das Tier hat seine Umwelt und kennt sich darin aus (von Uexküll); aber der Mensch kann weit darüber hinaussteigen, ins phantastisch Riesige, in Lichtjahrdimensionen.

Ein wichtiger Eindruck ist die Begegnung mit der Begriffsgruppe: Trägheit — Kraft — Beschleunigung — Bewegung. Lange Zeit hoffte die Forschung — der letzte grossangelegte Versuch stammte von Heinrich Hertz — daraus die ganze physikalische Welt aufbauen zu können. Hier begegnet der Schüler dem Problem der Stoffwelt. Die Trägheit, der Widerstand gegen Bewegungsänderung, erweist sich als einziges Allgemeinkriterium der Materie, und die naive Selbstverständlichkeit der gegebenen Körper und ihre Mannigfaltigkeit erweist sich als ein tiefes Rätsel. Ruhe und Bewegung aber — wieder etwas im vorphysikalischen Denken ganz „Klares“, Unbestrittenes — stellen sich als relativ heraus, ganz sinnlos ohne Bezugssystem. Die Beschleunigung dagegen als invariant.

Hier ist auch der Ort, den Schüler vor die Frage zu stellen: Was meinst Du, wenn Du etwa „Kraft“ sagst? Es ist zuerst ja — wie die anderen — nur ein Begriff, ein Gedankending, durch Abstraktion gewonnen. Aber es ist doch nicht ein willkürliches Gedankending, sonst könnten nicht alle Phy-

siker der Welt seit 300 Jahren dasselbe darunter meinen und die Ingenieure könnten nicht in Uebereinstimmung Maschinen rechnen und bauen. Es ist ein „gebundenes“ Gedankending, gebunden nämlich an ein reales Fundament, das so stark ist, dass es zum einheitlichen und eindeutigen Begriff zwingt. Und wir meinen dieses Fundament in re, wir zielen darauf ab, wenn wir die Begriffe nennen. Es handelt sich hier etwa um das Erfassen der Verschiedenheit und der Korrespondenz unserer Gedankendinge und der Wahrnehmungsdinge, d. h. der Aussenwelt. Sie gehören zwei Welten an, der geistigen des menschlichen Logos und der davon unabhängigen Kausalwelt — Wirkungswelt — der Natur. Es bestehen zwischen ihnen Korrespondenzen. Die stärkere, unabhängige Wirkungswelt zwingt unseren Geist zum Nachgeben, zur Anpassung, bis die Begriffe den Realfundamenten angemessen sind. Das dauert in der Forschung manchmal Generationen; das ist in der Schule der eigentliche Prozess des verstehenden Erlernens. Der Geist ist dabei aktiv, er „forscht“, er glaubt zu erobern, aber seine Eroberung besteht nur in Unterwerfung, in Selbstbesiegung. Dass er aber zur Bildung von richtigen Begriffen wirklich gelangt, kann nur in einer prinzipiellen Harmonie zwischen Erkenntnis kraft und Objekt seinen Grund haben. Die Denkkordnung kann nur eine Ordnung begreifen, nicht ein Chaos. Wäre die Natur nicht ein Kosmos mit Mass und Zahl, mit Ursache und Folge — nie könnte der Geist ihn mit Mass und Zahl begreifen. So ist Naturerkenntnis Begegnung unseres Geistes mit dem, was vom Geist erkannt werden kann, dem Geordneten — dem Geistigen — dem Schöpfer.

Diese Koordination von Geistesding (Begriff, Bild) und Realität hat H. Hertz einmal in den vortrefflichen Satz eingefangen: „Die Bilder der physikalischen Welt müssen so beschaffen sein, dass die denkwendigen Folgen dieser Bilder stets wieder

Bilder sind von den *naturnotwendigen* Folgen der Gegenstände."

Prägnanter kann man dies wohl nicht formulieren. Und ich würde raten, diesen Satz als Thema zu geben, das an Beispielen zu erläutern ist.

Ich übergehe die Stunde, wo die Schöpfung des Descartes, die Verknüpfung der Analysis und der Geometrie — das Aufzeigen einer prästabilierten Harmonie — zur kurvenmässigen Darstellung in der Kinematik herangezogen wird. Hier wird — wohlge-merkt! — Kinematik zu Geometrie, ein Schritt von Tragweite, dessen Gründe wieder in der Einheit des Geistes und seiner prästabilierten Harmonie zur Naturkausalität liegen.

Bald darauf kommt die Stunde, wo die Mechanik in die umgekehrte Richtung weist. Sobald die Abstraktion des Massenpunktes verlassen wird und von den Bewegungen wirklicher Körper die Rede ist, begegnet das Studium den geheimnisvollen „Van der Waal'schen Kräften“, die das Gefüge der realen Körper zusammenhalten. Ueberraschend erscheint neben der körnigen Struktur von Materie die dazwischen gefügte Feinstruktur von Kräften, ein ganzes Netzwerk, ein ganzes Gerüst, das dem Stoff seine Härte, Elastizität, seinen Aggregatzustand und vieles andere verleiht. Mit einem Male wird das Selbstverständliche irgend eines beliebigen Gegenstandes, der seine eigene Form hat, zu einem erforschbaren Tiefenproblem. In der Physik der Gase, die man zweckmässig mit den Bernoullischen Ueberlegungen beginnt, hebt dann der Kampf zwischen den thermodynamischen Bewegungen und den Van der Waal'schen Kräften an, der sich durch die Verwandlung der Aggregatzustände hindurch anschaulich verfolgen lässt. Der jugendliche Geist des Schülers ist aus den schwindelnd grossen Räumen des Weltalls in die den Sinnen unzugängliche Mikrowelt der Moleküle und molekularen Kräfte eingetreten, fühlt sich näher dem Orte, wo man zu erkennen beginnt: „w a s diese Welt

im Innersten zusammenhält.“ Und er spürt, dass er auch dahin mit einer dem Menschen verliehenen Kraft eindringen kann. Im Grunde kommt es ja wiederum auf die Konfrontation des Geistes mit der Natur heraus, einer Konfrontation, die nie erfolgreich sein kann, wenn nicht eine fundamentale Zuordnung besteht, eine praestablierte Harmonie.

Beim Uebergang in das Gebiet der Elektrodynamik kommt als neuer Hauptbegriff zu den bisherigen das „Feld“. In Mechanik, inklusive Thermodynamik und Akustik, gab es die Newton'schen Fernkräfte und die anderen, deren Angriff im Körper örtlich anschaulich wiederzugeben war. Das Problem der Newton'schen Fernkräfte liess man — wie Newton selbst — zuerst beiseite und beobachtete zunächst nur die Wirkungen am Angriffsorte selbst. Aber nun geht das nicht mehr. Elektrische und magnetische Kräfte und elektromagnetische Schwingungen aller Art breiten sich in endlichen *m e s s b a r e n* *Z e i t e n* über *m e s s b a r e* *R ä u m e* aus.

Stoffmedien zwischen den Wirkungskörpern beeinflussen diese Ausbreitung ebenfalls in messbarer Weise. Es kommt das geheimnisvolle Fermat'sche Prinzip, die Faraday'schen und Maxwell'schen Kraftlinien, die keinen Punkt des Mediums und keinen Punkt der Zeit auslassen. Was ist im Wirkungsfeld der „Träger“ der Erscheinungen, der Vermittler der Energie? Man steht vor dem Aetherproblem in seinem Wandel von Huyghens über die Maxwell-Hertz-Zeit bis zu den berühmten Messungen von Michelson, aus denen die Einstein'sche Theorie mit zwingender Logik hervorgeht. Die Ueberlegungen führen unmittelbar auf das Problem von Raum und Zeit, das einen ganz neuen Aspekt bekommt, weil Raum und Zeit in ihrer Union als Minkowskische vierdimensionale Welt sich der Erfahrung *n i c h t* mehr verschliessen. Die erkenntnistheoretischen Idealisten und Kritizisten hatten gelehrt, dass Raum und Zeit nur Formen unserer *A n s c h a u u n g* seien und damit a priori unveränderlich ge-

geben. Damit wäre nur der Euklidische Raum möglich. Nun zeigt die Erfahrung, dass es nicht so ist, dass Raum und Zeit miteinander eine Einheit bilden, von der sich Aussagen (über Intervalle, Krümmungen) mit Erfolg machen lassen. Die Dynamik lässt sich als vierdimensionale Geometrie behandeln, und unwillkürlich erinnert man sich an das alte theologische Wort, dass Gott alles „uno aspectu“ sehe. Man kann davon ganz anschaulich erzählen, ohne die Denkkraft der Schüler zu überspannen, nur fehlt hier der Platz, dies weiter auszuführen.

Aber es mag in diesem Falle genügen, die jungen Geister auf den Tatbestand aufmerksam zu machen, dass wirklich ohne tragende Materie die Energie der Lichtstrahlen, also der elektromagnetischen Wellen, von allen Gestirnen auf manchmal jahrtausendlangen Reisen auf alle andern Gestirne wandert und auch zu unserer Erde, dass alles Lebendige auf unserer Erde von dieser durch den Welt- raum strahlenden Energie (der Sonne) lebt und dass diese strahlenden Energien dem astrophysikalischen Experiment untrüglich den stofflichen Bau der Gestirne, deren Bewegung, Alter und vieles andere verraten. Wenn beim Aetherproblem nur dies eine lebhaft in der Seele geweckt wird: das Spüren von dem noch Unerforschten, aber sicher Vorhandenen in der Schöpfung (die Reise der Energie durch den Weltraum ist sicher im Träger nicht zu finden), das sich uns zwar aufdrängt, von dem wir uns aber keine Vorstellung machen können, so ist das schon ein Gewinn. Die junge Seele muss fühlen, dass noch gewaltige Probleme ungelöst sind und dass jeder Schritt zur Lösung eine Erweiterung des menschlichen Lebens- und Erfahrungsraumes bedeutet und damit eine Erhöhung des menschlichen Geistes über seine Bindung in der körperlichen Winzigkeit. Es gibt so viele derartige grosse Aspekte und damit „grosse Stunden“, dass ich sie hier natürlich nicht aufzählen kann. Die Elektrizitätslehre bietet ihrer genug —

Mikroskop und Fernrohr, Röntgenstrahlen und Radioaktivität, Atombau und Spektrallinie, die dreifache Diskontinuität, darunter das Atomproblem von Leukippos bis heute, die Wirkungsquanten, die man heute einzeln (mit Spitzenzähler) vorführt, beide voll von philosophischer Problematik. Die Mathematik des Stetigen und die Wahrscheinlichkeitsmathematik der Thermodynamik, das alles fordert zur Besinnung, zur Einkehr, zum Staunen und damit zur Ehrfurcht heraus.

In dieser Skizze sei noch einer andern Art von „grossen Stunden“ gedacht: es sind solche, in denen man sich mit den Schicksalen der Forscher und Entdecker befasst — jene oft schweren Schicksale, die ganz anders aussehen wie der Glanz, der jetzt von den Namen ausstrahlt: so das verzweifelt schwere Leben Keplers; die Verkennung Georg Simon Ohms (dem man seine Habilitationsarbeit zurückschickte, weil sie Mathematik enthielt); man erinnert sich an Robert Meyer, der ins Irrenhaus wandert, an Leibniz, der trotz allen Strahlenglanzes seines Genies einsam und verlassen stirbt und fast ohne Begleitung zur letzten Ruhestätte gebracht wird; an A. J. Fresnel, der lungenkrank und erschöpft mit 39 Jahren in den Armen seiner Mutter stirbt nach einer Fülle der unglaublichsten Entdeckungen, für die er sich mühselig das Geld selber beschaffte —, für die er sein kleines Erbe opferte; oder an den gütigen Herm. Grassmann, den Erfinder der Vektorrechnung, den die Schüler verspotteten; den genialen Hamilton, der in Umnachtung starb —, und an so viele andere. Man kann hier der Fülle grosser Eindrücke gar nicht Herr werden, kann nur einige Beispiele von der tiefen Verknüpfung zwischen Forschung, Erkenntnis und Menschenschicksal darstellen. Meistens ist es ja nicht so gegangen wie bei Faraday, der vom Buchbinder- gesellen zum berühmtesten Physiker seiner Zeit aufstieg. Häufiger sind die enttäuschungsreichen Leben und zahlreich die tragischen, wie etwa das des grossen Ludwig

Boltzmann. Weitaus die Mehrzahl der grossen Forscher hat ein schlichtes Leben geführt, und viele waren tief religiös. Unter diesen letzteren waren viel mehr, als man meint, positiv gläubige Christen, manchmal von mustergültiger Frömmigkeit, wie etwa Ampère, Newton, Leibniz, Planck und der gewaltige Mathematiker Bernhard Riemann, dessen Leben eine Kette von Schicksalsschlägen bildete und der bis in die letzten Stunden arbeitete und betete; er war seines raschen Todes gewiss, starb an Tuberkulose, als er gerade das 40. Lebensjahr vollendete. Von ihm, dem Schöpfer der Differentialgeometrie, stammt die Idee, dass Physik nicht nur im Raum stattfindet, sondern den Raum gestaltet — ein Gedanke, der dann bei Minkowski, Einstein und Eddington seine Ausprägung fand.

Viele von diesen Geistern waren zugleich ernste Philosophen. Ueberheblichkeit findet man fast nur bei mittelmässigen Köpfen. Und darum möchte ich an den Schluss dieser Skizze Worte setzen, die in der Zeit der grössten Verachtung alter Philosophie der universellste Geist jener Zeit über „die Alten“ geschrieben hat, gerade in der Periode, in der eine Menge von andern Forschern Aristoteles und der Scholastik arg zusetzten (ich zitiere diese Worte von Gottfried Wilhelm Leibniz aus der „metaphysischen Abhandlung“ nach dem Text der Kröner'schen Ausgabe):

„Die Alten sowohl wie manche tüchtige Lehrer der Theologie und Philosophie vor einigen Jahrhunderten, die an tiefes Nachdenken gewöhnt waren und von denen einige durch ihre Heiligkeit hervorrangen, scheinen von dem eben Gesagten etwas erkannt zu haben. Deshalb offenbar haben sie die heute so heruntergemachten substantiellen Formen eingeführt und festgehalten. Sie sind von der Wahrheit gar nicht so weit entfernt noch so lächerlich, wie sich die Menge unserer neuen Philosophen einbildet. Ich gebe zu, dass die Betrachtung die-

ser Formen in den Einzelheiten der Physik nichts nützt und bei der Erklärung der Phänomene im besonderen nicht angewendet werden darf. Hierin haben es unsere Scholastiker und, nach ihrem Vorbilde, die Mediziner der Vergangenheit falsch gemacht; sie glaubten, von den Eigentümlichkeiten der Körper schon Rechenschaft zu geben, indem sie von Formen und Qualitäten sprachen, ohne sich die Mühe zu machen, die Art ihres Wirkens zu studieren; wie wenn man sich damit begnügen wollte zu sagen, eine Uhr habe die Eigenschaft des Stundenanzeigens, die von ihrer Wesensform herrühre, ohne zu untersuchen, wie das alles vor sich geht. Dem Käufer der Uhr kann das in der Tat genügen, vorausgesetzt, dass er die Sorge für sie einem anderen überlässt. Aber dieser Mangel und Missbrauch der Formen darf uns nicht zur Verwerfung einer Sache verleiten, deren Erkenntnis in der Metaphysik so nötig ist, dass ich behaupten möchte: man kann ohne das die ersten Prinzipien nicht wohl erkennen und den Geist nicht genügend zur Erkenntnis der unkörperlichen Natur und der Wunderwerke Gottes erheben. Wie sich indessen ein Geometer nicht mit dem berühmten Labyrinth der Zusammensetzung des Kontinuums zu belasten braucht, und wie sich der Moralphilosoph und erst recht der Jurist oder Politiker nicht um die grossen Schwierigkeiten zu kümmern braucht, die bei der Vereinbarung des freien Willens mit der Vorsehung Gottes auftreten — denn der Geometer kann alle Beweise durchführen und der Politiker kann alle Entscheidungen treffen, ohne in diese Diskussionen einzutreten, die doch in der Philosophie und der Theologie unerlässlich bleiben —, so kann sich auch der Physiker von seinen Erfahrungen Rechenschaft geben, indem er sich bald einfacherer, schon vorliegender Erfahrungen, bald geometrischer und mechanischer Beweise bedient, ohne die allgemeinen Betrachtungen zu gebrauchen, die einer anderen Sphäre angehören; umgekehrt, wenn

er mit der Wirkung Gottes, oder auch mit irgend einer Seele, einem Archeus¹ oder sonst etwas Aehnlichem operiert, dann überschreitet er ebenso seine Grenzen wie einer, der bei einer wichtigen, praktischen Entscheidung in grosse Erörterungen über die Natur des Schicksals und unserer Freiheit eintreten wollte, ein Fehler, den die Menschen in der Tat ziemlich oft, ohne daran zu denken, begehen, wenn sie sich mit dem Gedanken an ein Fatum belasten und dadurch sogar zuweilen von guten Entschlüssen und notwendiger Vorsorge abgehalten werden.

Ich bin mir bewusst, ein grosses Paradox auszusprechen, indem ich es unternehme, die alte Philosophie in gewisser Weise wieder zu Ehren zu bringen und die fast schon verbannten substantiellen Formen wieder einzuführen. Aber vielleicht wird man mich nicht ohne weiteres verurteilen, wenn man erfährt, dass ich mich mit der modernen Philosophie ziemlich eingehend beschäftigt habe, dass ich sehr viel Zeit auf physikalische Erfahrungen und geometrische Beweise verwandt habe, und dass ich zwar lange von der Nichtigkeit jener Wesenheiten überzeugt gewesen, schliesslich aber wider Erwarten und gewissermassen gewaltsam genötigt gewesen bin, wieder auf sie zurückzukommen, nachdem ich selbst Untersuchungen angestellt hatte, die mir gezeigt haben, dass unsere Modernen dem heiligen Thomas und anderen grossen Männern aus der damaligen Zeit nicht genügend Gerechtigkeit widerfahren lassen, und dass in den Ansichten der scholastischen Philosophen und Theologen sehr viel mehr Gediegenes steckt, als man sich selbst einbildet, vorausgesetzt nur, dass man sich ihrer richtig und dort, wo es am Platze ist, bedient. Ich bin sogar überzeugt, wenn sich ein exakt und tief denkender Geist die Mühe machen würde, ihre Gedanken nach Art der analytischen Geometer aufzu-

¹ Ein Begriff des Paracelsus, mit dem er die gestaltende Lebenskraft des Individuums meinte.

klären und zu verarbeiten, dann würde er darin einen gewaltigen Schatz von sehr wichtigen und völlig beweisbaren Wahrheiten entdecken."

Diesen Worten des universalsten deutschen Denkers² in seinem Jahrhundert will ich nichts mehr hinzufügen.

Freiburg.

Fr. Dessauer.

Schweizerische Lehrmittel an unseren Mittelschulen

Die drei Monate Landesausstellung, die hinter uns liegen, haben es immer deutlicher gemacht, dass die Landesausstellung für die Schweiz sehr viel mehr geworden ist, als nur eine Schau. Es geht von der Landesausstellung ein neues Vertrauen auf die eigene Kraft und eine neue Zuversicht aus, die sich auf das gesamte Leben der Schweiz auswirkt und die lang über den Schlusstag der Landesausstellung hinaus nachwirken wird.

Es ist bezeichnend für diese weittragende Bedeutung der Landesausstellung, dass sie auch Anlass geworden ist zu einer Reihe von Veröffentlichungen, die nur in losem Zusammenhang mit der Ausstellung als solche stehen, die aber für das geistige und kulturelle Leben der Schweiz sehr viel bedeuten werden. Zu diesen Veröffentlichungen zählt auch der vom Fachgruppenkomitee „Mittelschule“ der LA herausgegebene Katalog „Das Schweizer Buch für die Schweizer Mittelschule“ („Le livre suisse du collégien“, „Il libro svizzero per lo studente di scuola media“). Diese über 130 Seiten starke Schrift hat es sich zur Aufgabe gemacht, zum ersten Male alle an unseren Mittelschulen benützten schweizerischen Lehrmittel zu einer Uebersicht zusammenzufassen. Der Katalog ist zum Preis von 50 Rappen von jeder Buchhandlung zu beziehen.

Bis vor wenigen Jahren haben unsere Mittelschulen stets auch eine ganze Reihe von ausländischen Lehrmitteln verwendet. Die politischen Veränderungen jenseits der Grenzen haben das aber seither mehr und mehr erschwert. Damit stellte sich dem schweizerischen Mittelschullehrer immer dringender die Frage, ob es denn für diese ausländischen Lehrmittel einen ebenbürtigen schweizerischen Ersatz gebe und wo er zu finden sei.

² Im Verlag von Paul Zsolnay ist eine sympathische Roman-Biographie von Leibniz aus der Feder von Egmont Colerus erschienen, die dem Lehrer und dem reiferen Schüler der Physik, Mathematik — auch dem historisch Interessierten — sehr empfohlen werden kann.