

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 24 (1938)
Heft: 19

Artikel: Vom Sinn der Physik
Autor: Dessauer, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-537990>

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: 13.05.2025

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

Beklagenswert ist es, dass der Schweizer den Süssmost, eine Gottesgabe, verachtet und leider alkoholischen Getränken nachläuft. Mostet nicht jede Frucht erbarmungslos nieder zu Schnaps.

Gehen wir einmal eine Süssmosterei besuchen, um zu sehen, wie sauber es da zu-

geht, und probieren wir das kräftig schmekkende und so viele Nährstoffe enthaltende Getränk. Lassen wir den Schüler erkennen, wie wichtig es ist, dass wir das, was unser Boden hervorbringt, schätzen und mit seinen Werten sparsam umgehen.

St. Gallen.

Josef Ziegler.

Mittelschule

Vom Sinn der Physik

Bei jedem Unterricht in höheren und mittleren Schulen besteht die Gefahr der mangelnden Einheit. Der Unterricht zerfällt stets in eine grössere Anzahl Fächer. Vielfach werden diese Fächer von verschiedenen Lehrern gegeben. Jedes Fach nimmt für sich die Kräfte des Schülers in Anspruch, konzentriert sie für eine Weile auf das vorliegende Gebiet. Das Ziel der Formung des jugendlichen Geistes muss aber stets eine höhere Einheit sein. Die verschiedenen Fächer sind nicht verschiedene auseinanderfallende Welten, sondern gehören einer Welt an, die freilich in verschiedenen Richtungen durchwandert werden kann. Die geistige Einheit der verschiedenen Fächer muss gewahrt werden. Es handelt sich nicht um viele Lampen, die jede für sich ein Licht ausstrahlt, das gegen alle andern Lichter streitet, sondern alle diese Lichter sollen von einer zentralen Sonne gespeist sein. Mit anderen Worten: die verschiedenen Fächer, Sprachen, Naturwissenschaften, Geschichte, sind in der Tiefe in einem Weltbild zu vereinen, damit ein Organon der Erziehung entsteht und nicht ein zusammenhangloses Fachwissen. Die Stelle aber, wo die einzelnen Fächer in der Einheit eines Weltbildes zusammengefasst sind, das ist ihre Tiefe, ihr Urgrund, ihr Fundament. In ihren Wurzeln sind sie verbunden.

Im Nachfolgenden soll das in einer kurzen Skizze und möglichst elementar für den Physikunterricht gezeigt werden, etwa so, wie es in einer höheren Klasse nach vorangegangener längerer Dauer des Physikunterrichtes interessierten Schülern nahe gebracht werden kann. Es wird also angenommen, dass der Unterricht in den einzelnen Gebieten der Physik, der Mechanik, der Akustik, Optik, Elektrizitätslehre und Strahlungslehre schon einige Zeit angedauert hat, dass also schon ein gewisses Einzelwissen vorhanden ist. Dann kommt die Zeit, wo man gut tut — etwa im Anschluss an die Besprechung einer ganz besonders interessanten Entdeckung, die Eindruck machte (Sicherung der Existenz der Atome, oder Erläuterung der Quanten, oder beim Uebergang zwischen Kepler-Gesetzen und Newtons Gravitation, bei der Radioaktivität, der ultrapenetrierenden Weltraumstrahlen, dem zweiten oder dritten Hauptsatz der Thermodynamik) — etwa folgende allgemeine Fragen zu stellen:

„Wir haben jetzt viele physikalische Tatsachen kennen gelernt. Was ist eigentlich der Sinn der Physik?“

Auf solche Fragen habe ich oft recht gute Antworten erhalten, etwa folgende: die Physik solle die Veränderungen an den Körpern erklären; oder besser noch: die Physik habe es mit dem Einfluss der Kräfte auf die Kör-

perwelt zu tun. Ein anderer sagte: die Physik solle die Gesetze des natürlichen Geschehens aufstellen.

Es ist zweckmässig, es zunächst bei diesen Antworten zu belassen und etwa weiter zu fragen: „Die Antwort ist gut, aber es wird jetzt notwendig zu sagen, was denn ein Naturgesetz sei und wie es gefunden wird.“ Zweckmässig wird das an einem Beispiel erläutert: etwa am Fallgesetz bei Aristoteles und bei Galilei. „Aristoteles beobachtete die Welt — Goethe sagt in seiner Farbenlehre: „wie ein königlicher Baumeister“. Er sah, dass ein Stein schneller fällt als ein Blatt des Baumes oder eine Schneeflocke, und lehrte: in einem und demselben Medium sind die Geschwindigkeiten der fallenden Körper ungleich und verhalten sich wie deren Gewichte. Ist das richtig?“ Die Schüler rufen auf diese Frage: Nein! Denn sie kennen das Galileische Fallgesetz, das für den freien, widerstandslosen Fall die gleiche Geschwindigkeit aller Körper lehrt. Die Schüler geben, in Erinnerung an den schönen Versuch des freien Falles in der evakuierten Röhre, auf Befragen willig Auskunft: Aristoteles hat geirrt; die Körper fallen gleich schnell.

Nun hat man einen sehr guten Angriffspunkt, den Sinn und die Methode der Physik in elementarer Weise dem Verständnis näher zu bringen. Man muss darauf hinweisen, dass Aristoteles und Galilei, beide recht haben, aber etwas ganz Verschiedenes meinen. „Aristoteles hat ja wirklich recht, dass eine Schneeflocke langsamer fällt als ein Stein. Seine Aussage beschreibt die Erscheinung des Falles, das Phänomen, wie es sich dem Beobachter darbietet. Sein Streben ging nicht in die Richtung der heutigen Physikforschung. Er mühte sich um die Erkenntnis eines geordneten Systems im gesamten Wissen und beobachtete die Ereignisse. Die Physik seit Galilei will nicht die Ereignisse, die einzelnen Phänomene, wie sie sich darbieten, sondern vielmehr — was

will sie?“ Einzelne Schüler werden jetzt etwa antworten: Die Physik will nicht den Einzenvorgang, sondern die Regel, das Gesetz, das ihn herbeiführt, also nicht den einzelnen Fall, sondern das Fallgesetz. Um zu schärferer Erkenntnis zu kommen, kann man jetzt fragen: „Gut, das Fallgesetz! Es sagt, die Körper fallen unabhängig von ihrer Schwere gleich schnell, ihre Fallgeschwindigkeit ist proportional der Zeit. Das habt ihr gelernt. Aber kann man nicht einwenden, dass dies ja gar nicht stimmt? Denn in Wirklichkeit fällt das Blatt vom Baum langsamer als der Stein, und seine Fallgeschwindigkeit wächst nicht proportional der Zeit. Ist nicht das Fallgesetz deswegen nur ein Gedankenwerk und die Wirklichkeit doch so, wie Aristoteles sagt? Was nützt mir ein Gesetz, wenn es ein Gedankending ist und die Wirklichkeit im einzelnen Fall ganz anders beschaffen ist?“

Man hat damit die Schüler vor die entscheidende Schwierigkeit gestellt, und die Lösung der Schwierigkeit enthüllt den Sinn der Physik. Wenn jetzt keine Antwort erfolgt, so ist es zweckmässig, ganz präzise zu fragen: „Fällt ein dürres Blatt oder ein Fetzen Papier nach dem Galileischen Fallgesetz? Ja oder nein?“ Wahrscheinlich wird die Mehrzahl der Antworten heissen: nein. Aber einige werden doch sagen: ja. Die richtige Antwort kann man durch Hilfsfragen leicht erzielen. Etwa: „Worin weicht denn dieses Herabfallen des Blattes vom Galileischen Fallgesetz ab?“ Antwort: Das Blatt fällt viel langsamer, als es sollte. Frage: „Warum fällt es langsamer?“ Die Antwort lautet fast immer richtig: Wegen des Luftwiderstandes. Neue Frage: „Also wäre der Luftwiderstand nicht, dann würde es nach dem Galileischen Gesetze fallen?“ Antwort der Schüler: Ja. Der Lehrer sagt nun am besten: „Auch dann nicht ganz genau, aber sehr annähernd. Es gibt noch andere natürliche Einflüsse auf den Gang des Herabfallens. Aber sehr angenähert entspricht das Ereignis dem Galileischen

Gesetz, wenn kein Luftwiderstand da ist. Nun aber denkt nach: Was bedeutet der Luftwiderstand? Ist das auch ein physikalisches Gesetz, das man durch irgend eine Formel ausdrücken und durch irgend welche Messinstrumente bestimmen könnte?" Antwort: Ja natürlich, es handelt sich um die Gesetze des Luftwiderstandes, wie sie zum Beispiel bei der Erklärung des Fliegens besprochen worden sind. Der Lehrer kann dann sagen: „Ich frage jetzt noch einmal, fällt dieses Stückchen Papier, das ich jetzt herunter fallen lasse, nach dem Galileischen Gesetz oder nicht?" In diesem Augenblick kommt manchmal die richtige Erklärung von einem begabten Schüler. Sie lautet: Ja — aber an dem Einzelfall, etwa eines dünnen Blattes, ist nicht nur ein Naturgesetz beteiligt, sondern mehrere. Alle werden dabei erfüllt. Das Ereignis, welches man beobachtet, zeigt immer die Gesamtwirkung mehrerer Naturgesetze, die aber alle erfüllt werden. — Nun sind Beispiele nützlich. Das tatsächliche Ereignis eines Falles, also die genaue Fallkurve, entspricht der Gravitation der Erde; aber, wenn auch nur in einem minimalen Ausmass, der Gravitation eines vielleicht benachbarten Berges, entspricht in einem geringen Maßstab der Erddrehung, der Ablenkung durch Sonne und Mond, stärker der Windströmung; das Phänomen, der Einzelvorgang, ist kompliziert, aber er ist nichtsdestoweniger quantitativ die Erfüllung aller an dem Ereignis beteiligten Naturgesetze. Andere Beispiele sind ein Lichtbündel, das zu uns gelangt, durch partielle Absorption und durch Zerstreuung verändert. Deswegen ist das Gesetz der quadratischen Abschwächung des Lichtes einer punktförmigen Lichtquelle nicht etwa falsch. Diese Abschwächung findet statt, es kommt nur noch hinzu die quantitative Erfüllung der Absorptionsgesetze und Zerstreuungsgesetze.

Das Résumé dieser Betrachtung heisst: „Das einzelne Ereignis erfüllt alle beteilig-

ten Naturgesetze zugleich, es ist die Resultierende der gesetzmässigen Verläufe. Aristoteles hat die Resultierende gemeint, Galilei aber geht den anderen Weg, mit ihm die ganze Physik: aus den einzelnen Ereignissen (Beobachtungen und Experimenten) die Wirksamkeit der einzelnen Gesetze zu erkennen.

Das Verfahren hiezu ist die Analyse. Man löst ein beobachtetes Phänomen auf in das Hauptereignis und die jetzt als Störungen betrachteten, gleichfalls naturgesetzlichen Nebeneinflüsse, die man als Fehler der Messungen wiederfindet. Ein andermal ist das Ziel einer Forschung gerade das, was vielleicht in diesem Falle als Fehler, als Störungseinfluss beseitigt werden muss, wie der Lufteinfluss beim Fallversuch. Die Physik will nicht bei den Phänomenen stehen bleiben, sondern die dahinterliegenden Ursachen finden. Diese Ursachen, die Naturgesetze, sind für den Physiker die Beschreibungen der tieferen Wirklichkeit. Die Analyse des Einzelexperimentes wird verbunden mit der Synthese, das will heissen, man macht nicht einen Versuch, sondern zwanzig oder hundert, analysiert jeden einzelnen, das heisst, bestimmt nach Möglichkeit die Fehler, um den gesuchten Zusammenhang möglichst rein zu bekommen. Die einzelnen, so durch Analyse gewonnenen Ergebnisse werden dann zusammengestellt. Das ist die Synthese. Aus hundert immer wieder modifizierten Fallversuchen, wobei aus jedem das, worauf es ankommt, durch Analyse möglichst rein bestimmt wird, gewinnt man schliesslich das Gesetz, das in der Regel ein Kausalgesetz ist, aber auch ein Wahrscheinlichkeitsgesetz sein kann."

Nun muss man noch einen Schritt weiter gehen. Der Schüler hat erkannt, dass die Methode der Physik folgende ist: aus einzelnen Beobachtungen, in der Regel Experimenten, das, worauf es ankommt, zu analysieren und das so gewonnene Resultat durch Vielheit der Experimente synthetisch zu

klären. Dieses ganze Verfahren heisst die Induktion. Sie schreitet vom vielfachen einzelnen Phänomen zur einheitlichen, in der Regel kausalen Gesetzmässigkeit.

Dass diese Gesetzmässigkeiten in der höheren Physik, speziell in der Atomphysik, Quantenmechanik und Wellenmechanik vielfach statistisch und nicht immer kausal sind, kann man in der Regel auf dieser Stufe noch nicht darlegen. Es ist auch für das Ziel dieser Unterrichtsstufe nicht entscheidend; vielmehr kommt es auf folgendes an: Man ist zum Gesetz gelangt und damit zu einem neuen Geheimnis, das schon in dem Worte Gesetz angedeutet ist. Ganz selbstverständlich wird nämlich angenommen, dass der so gefundene Zusammenhang, eben dieses Gesetz, nun immer und allenthalben gilt. Tatsächlich wird dieses Postulat der Allgemeingültigkeit für alle Fundamentalgesetze der Physik, nicht nur der Erde, sondern des ganzen Kosmos aufgestellt. Woher kommt hiefür die Gewissheit? Galilei hat irgend welche Steine und andere Gegenstände vom Glockenturm in Pisa heruntergeworfen, und nun wird behauptet, das von ihm gefundene Gesetz gelte ausnahmslos für alle Vorgänge des freien Falles, unter Berücksichtigung der Gravitationskonstanten für alle Planeten und Sonnensysteme. Und da es sich ja als einen Sonderfall des Newtonschen Anziehungsgesetzes herausgestellt hat, so sei es in dieser Form für einen Meteor, für eine Planetenbahn, für die Jupitermonde wie für den Apfel, der vom Baume fällt, unabhängig von Zeit und Raum gültig. Man kann, wenn man will, jetzt einen kleinen philosophischen Exkurs machen und erklären, dass es keinen philosophischen Beweis für die absolute Gültigkeit eines aus der Erfahrung induktiv gewonnenen Gesetzes gibt. Das ist die berühmte, alte Geschichte von Hume: Man kann zwar sicher sagen, dass bis jetzt alle Menschen gestorben sind, aber man kann nicht auf Grund dieser Empirie mit philosophischer Sicherheit deduzieren,

dass alle Menschen sterben müssen. Es gibt eine absolute Gewissheit im philosophischen Sinne nur bei der Deduktion aus einem Obersatz, wenn die Aussage des Obersatzes für absolut richtig gilt. Trotzdem gibt es nichts Zuverlässigeres als die Naturgesetze. Es gibt keine einzige sichere gemessene Ausnahme ihrer Erfüllung. Auf Jahrtausende lassen sich die planetarischen Ereignisse mit Sekunden-genauigkeit vorausbemessen und treten mit Sicherheit ein. Noch viel grösser ist der Beweis durch die Technik. Alle unsere Maschinen, Motoren, Flugzeuge, Radiosender, Telegraphen, Fernrohre, Mikroskope, sind aus den Naturgesetzen heraus vorausberechnet. Die Konstruktion einer Maschine oder eines Apparates geschieht auf Grund der Naturgesetze, und unser ganzes jetziges Leben beruht darauf, dass alle diese technischen Voraussagen aus den Naturgesetzen wirklich erfüllt werden. Sonst würde die Eisenbahn nicht fahren, der Radioapparat nicht Sprache und Musik wiedergeben, die Arznei nicht wirksam sein, das elektrische Licht versagen. Das ganze Leben der Zivilisation ist auf der zuverlässigen Wirksamkeit der Naturgesetze aufgebaut.

Diese Darlegung gibt dem Schüler schon einen Eindruck davon, dass die Naturgesetze einen objektiven, einen absoluten Gehalt haben. Es ist wichtig, diese Sicherheit festzustellen gegenüber Einwänden, die früher oder später einmal kommen und die z. Zt. durch den naturphilosophischen Positivismus erhoben werden. Es sind wesentlich die folgenden miteinander verwandten: „Wenn ich ein Naturgesetz hinschreibe, zum Beispiel das Newtonsche Gesetz der Massenanziehung, in irgend einer Sprache, zum Beispiel in der Form einer Gleichung, mit diesen oder jenen Zeichen, ist das nur eine menschliche Formulierung, ein reines Gedankending, oder was ist es mehr, enthält es Objektives?“ Der Schüler soll unterscheiden, dass in einer niedergeschriebenen Formel 2 Komponen-

ten enthalten sind. Einmal die Formel selbst, das Kleid, die Sprache, die Symbole, die dem menschlichen Geiste angehören. Aber wenn ich das Fallgesetz in den verschiedensten Symbolen oder in allen Sprachen der Welt anschreibe, so bleibt eines konstant, nämlich das, was die Formel m e i n t. Dieses von der Formel Gemeinte ist objektiv. Ihm kommt die ausnahmslose Gültigkeit zu. Es i s t e t w a s , w a s w i r n i c h t m a c h e n , s o n d e r n n u r f i n d e n. Finden aber kann man nur das, was es, wenn auch noch so verborgen, doch wirklich gibt. Dieses nicht vom Mensch Gemachte, nicht vom Menschen Abhängige, das der Mensch nur finden oder nicht finden kann — g e h ö r t d e m S c h ö p f e r. Die Erkenntnis dieses wirklichen Naturgesetzes ist eine Begegnung mit dem Schöpfer.

Damit ist der zweite Einwand, aus der Sphäre der idealistischen Erkenntnistheorie geboren, für den Physiker ohne Belang. Es handelt sich um die immer wieder aufgestellte Behauptung, dass es keine Erkenntnis gäbe ohne einen Erkennenden, und dass i n f o l g e d e s s e n beim Wegfall des Er-

kennenden über den Bestand des Erkannten (lies des Naturgesetzes) keine Aussage möglich sei. Das heisst also soviel, das Fallgesetz hat nichts vom Menschen ganz Losgelöstes, sondern ohne den menschlichen Geist gibt es nichts, was diesem Gesetz entspräche. Der Physiker geht davon aus, dass Merkur und Saturn auch dann um die Sonne kreisen, wenn kein Astronom sie sieht und misst, dass alles, was in den Naturgesetzen gemeint ist, unabhängig von unserer Erkenntnis besteht. Und er hat dafür einen sehr guten Grund. Die Messung etwa der Bahn eines Jupitermondes ändert diese Mondbahn nicht. Allgemein, die Objekte der naturwissenschaftlichen Erkenntnis sind v o m E r k e n n t n i s p r o z e s s , v o m E r k e n n t n i s v e r f a h r e n g a n z u n a b h ä n g i g. Das gilt für die ganze Makrophysik, und daraus geht hervor, dass der Mensch, der sich der physikalischen Forschung weihet, ein Wanderer ist, *der auszieht in das Reich des Schöpfergottes, um in mühevoller und ergebener Arbeit ein wenig des Sinnes im Schöpfungsplan teilhaftig zu werden.*

Fribourg.

Fr. Dessauer.

Umschau

Die Erdrosselung der kathol. Schulen in alt-Oesterreich und Bayern

Schneller, als man geglaubt, kam im Schulwesen Alt-Oesterreichs der rücksichtslose kulturkämpferische Eingriff. Er wurde nicht amtlich publiziert, was man scheint's nicht wagte, sondern jedem einzelnen der davon Betroffenen mitgeteilt. „Oesterreich ist ein katholisches Land und soll es bleiben“, sagte Minister Göring in seiner Wiener Rede. Und nun drosselt man in diesem kathol. Lande sämtliche kathol. Lehr- und Erziehungsanstalten vom Typus Volks- und Mittelschule ab, selbst auch die weltbekannte theologische Fakultät der Jesuiten an der Universität Innsbruck. Man schätzt die von verschiedenen männlichen und weiblichen religiösen Orden betreuten Jugendlichen auf 80,000. In die kommunalen Mädchen-Volksschulen werden Laienlehrerinnen an die Stelle der Lehrschwestern gesetzt, und

wo diese eigene Lehr- und Erziehungsanstalten unterhielten, entzog man ihnen mit einem Federstrich das Oeffentlichkeitsrecht. Aufnahme neuer Schüler pro 1938/39 ist verboten. Das gleiche Schicksal erleiden die zahlreichen höheren Schulen für männliche Jugend. Nicht einmal ein jährlicher Abbau, wie im Altreich, wurde gewährt. Man kalkulierte ganz richtig: Privatanstalten, die keine öffentlich gültigen Zeugnisse ausstellen und keine Maturität mehr abnehmen können, werden nicht mehr besucht und erlöschen von selbst. Katholische staatliche und städtische Beamte durften bisher schon ihre Kinder nicht mehr in konfessionelle Schulen geben. Tritt ferner etwa ein katholischer Student aus einer Ordenslehranstalt ohne Oeffentlichkeitsrecht an ein Staatsgymnasium über, so wird man ihm die Aufnahmeprüfung