

Landmänn als Fälschung zurückgewiesen wurde mit den Worten: „Ich kenne die Handschrift meines Sohnes sehr gut, das ist sie aber nicht!“ Gerade so wenig in diesem Falle die fremde Schrift schon an und für sich den Inhalt fälschte, ebenso wenig tut dies die Subjektivität der formellen Farben etc. — Betrachten wir daher ganz kurz den grundsätzlichen Standpunkt aller gemässigten Realisten. Nehmen wir einmal an, wir hätten, z. B. von einer Person, drei verschiedene Darstellungen, etwa eine Federzeichnung, eine Photographie sowie ein Oelgemälde, und alle drei seien dem Originalen sprechend ähnlich. Wird dann nicht jeder Mensch alle drei Darstellungen für wahre Abbildungen jener Person halten? Ohne Zweifel. Also kann nach der Auffassung aller Menschen zu einer wahren Abbildung (und dementsprechend zu einer wahren Erkenntnis) nicht mehr verlangt werden, als den drei Darstellungen jener Person gemein ist. Was haben dieselben nun aber gemeinschaftlich? Offenbar nichts, als dass sie die quantitativen Verhältnisse richtig wiedergeben, d. h. dass mehr oder weniger ein geometrisch ähnliches Bild mit Gleichheit der Winkel und Proportionalität der Strecken geboten wird; von einer Uebereinstimmung bezüglich der Sinnesqualitäten ist dabei aber gar keine Rede. Dementsprechend betrachtet der gemässigte Realist den ausgedehnten Körper nach seinen quantitativen Verhältnissen als das, was abgebildet oder erkannt wird (*id quod*), und die Farben als das Mittel, gleichsam die Schrift, die Tinte, womit der Körper abgebildet wird (*id quo*). Die spezifischen Sinnesqualitäten dienen nur dazu, die existierenden Körper nach gleichartiger oder ungleichartiger Beschaffenheit wahrzunehmen, sind jedoch in sich durchaus nicht das, was abgebildet zu werden braucht. Gewiss wäre es am einfachsten, wenn auch da wirkliche Abbildung vorläge, dass dies jedoch nicht der Fall ist, beweisen die Tatsachen der Optik, wie wir es in unserer Abhandlung ausführlich dargetan haben. Durch die Ausstellungen des P. G. hinwieder ist nach unserer Ueberzeugung nichts davon erschüttert worden.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung. P. G. redet zweimal von physikalischen Theorien, auf die sich unsere Arbeit stützte. Das ist jedoch nicht richtig; denn in der ganzen Abhandlung wird nur von physikalischen Tatsachen ausgegangen, und nur aus Tatsachen werden Schlüsse gezogen. Theorie wie Hypothese dagegen sind angenommene Erklärungen, welche in die Tatsachen hineingetragen werden und dann ein grösseres oder kleineres Gebiet befriedigend erklären. Lassen wir also den Worten ihre Bedeutung.

Paul Balzer S. J. in Valkenburg.

## Nochmals die Krisis der Axiome der modernen Physik.

### Erwiderung.

#### I.

Am Schlusse seiner Gegenerwiderung (Phil. Jahrb. 1909, 417—420) bekennt Herr Dr. E. Hartmann, dass gegen die Newtonschen Gesetze schon viele Einwände erhoben worden seien: also Grund genug dazu vorhanden sei, um an eine Revision des Newtonschen Systems zu denken. Meine „Krisis“ will ein Entwurf zu einer solchen Revision sein. Sie wird zwar von Herrn Dr. E. Hartmann als „unzulänglich“ befunden. Wenn aber jemand die Ein-

wendungen Hartmanns durchliest, wird er das Werk gerade für zulänglich finden. Während die Rezension (Phil. Jahrb. 1909, 95—100) noch scheinbare Gründe für das Newtonsche System aufführt, so findet die Gegenerwiderung (Phil. Jahrb. 1909 417—420) nur noch Worte für dasselbe.

1. Das erste Gesetz Newtons wollte Herr Hartmann mit der „Geschwindigkeit“ retten: „so lange die Geschwindigkeit konstant bleibt“, wird zur Erhaltung der Bewegung kein Verbrauch von Energie erfordert. Nachdem ich gezeigt habe, dass die Geschwindigkeit eine reine Verhältniszahl sei, energetisch genommen also ein leeres Wort repräsentiere, sucht Hartmann die Geschwindigkeit durch ein anderes Wort zu ersetzen. Mit der Geschwindigkeit sei eine dem Körper mitgeteilte „beharrliche Qualität“ gemeint. Abgesehen davon, dass der Physiker sich niemals um Qualitäten kümmert (H. weiss sich auch hier nur auf eine Kosmologie zu berufen), bleibt auch durch diesen neuen Ausdruck die Streitfrage unentschieden. Denn es fragt sich gerade: ob jene „Qualität“ eine permanente, eine beharrliche sei?! Denn das kann der Defendent in seiner Definition nicht ohne eine *petitio principii* supponieren. Uebrigens kann ein jeder im Ausdrucke „beharrlicher Zustand“, wie die Bewegung von den Newtonisten genannt wird, den inneren Widerspruch der Newtonschen Auffassung mit Händen greifen! Denn die Bewegung ist kein Zustand (kein Stehen oder Bleiben), sondern gerade das Gegenteil: eine Zustandsänderung; ihre wahre Definition ist also eine „beständige Zustandsänderung“ (das hat schon Aristoteles mit seiner bekannten Definition ausdrücken wollen). Und hier kann ein jeder den logischen Fehler, von dem das Newtonsche System ausgeht, mit den Fingern betasten: weil wir Ruhe und Bewegung unter eine und dieselbe logische Kategorie (Praedikament) des Zustandes zu bringen pflegen, so meinen die Newtonisten, Ruhe und Bewegung gehörten auch zur selben ontologischen Kategorie, so dass von Ruhe und Bewegung stets dasselbe ausgesagt werden könne (z. B. die famose Aussage: zur Erzeugung der Bewegung wird Kraft erfordert, also auch zur „Erzeugung“ der Ruhe, also kann ein in Bewegung sich befindender Körper ohne Kraft nicht stehen bleiben. Nun verhalten sich aber ontologisch (also auch physisch oder energetisch) genommen Bewegung und Ruhe wie eine positive Realität und ihre Negation (wie Plus und Null in der Mathematik), und es ist ein illegitimus transitus ex ordine ideali ad ordinem realem, wenn einer aus der Einheit der logischen Kategorie auf die Einheit der physischen Realität schliesst (vgl. meine „Krisis der Axiome“ S. 246). Das erste Gesetz Newtons also mit seiner „endlosen Bewegung“ ist unhaltbar. Die ganze Natur bietet uns kein einziges Beispiel von einer Bewegungserscheinung, wo die Bewegung, ohne durch fortwährende Zufuhr von Energie genährt zu werden, ausharren würde. Sich auf Fälle zu berufen, wo die Bewegung aufhört, mit der Hinweisung, „die Bewegung hört allein wegen der Hindernisse auf“ — wie das Newton tut: heisst nichts anderes, als gerade das supponieren, was zu beweisen wäre! Denn der Beweis: „nur die Hindernisse löschen die Bewegung aus“ ist mit anderen Worten dieselbe Behauptung, wie der zu beweisende Satz: „die Bewegung an und für sich beharrt“, d. h. die gewöhnlichste *petitio principii*!

2. a. Es gibt keinen einzigen Fall, wo eine beständig wirkende Kraft eine beständige Beschleunigung erzeuge! Die Planeten werden von zwei Kompo-

nennten, von einer Zentripetalkraft und einer Tangenzialkraft (nach den Newtonisten Tangenzialbewegung) bewegt und erfahren keine Beschleunigung, ausser im Perihel und im Aphel, wo einer der Komponenten vergrössert oder vermindert wird. Blieben also die beiden Komponenten (die bewegende Kraft) immer konstant, so würde nie eine Beschleunigung eintreten. Und es ist eine gewaltige Täuschung, diese Bewegung mit dem Gravitationsgesetz zu verwechseln, nach welchem allerdings eine mit dem Quadrate der Nähe zunehmende Beschleunigung gegeben ist, ohne dass mein Grundprinzip irgendwie Schaden litte: denn mit dem Quadrat der Nähe wächst offenbar proportionell die Anziehungskraft.

b. Das Schicksal des Newtonschen Gesetzes hängt mit dem Widerstandsgesetze aufs innigste zusammen! Wie können denn die Newtonisten die allgemeine Tatsache erklären, dass jedwede Bewegung trotz der konstanten Wirkung einer Kraft bald in gleichförmige Bewegung übergeht? Manche Physiker haben es bereits wahrgenommen, dass das Schicksal des Newtonschen Systems an diesem Punkte am schnellsten scheitern wird.

c. Die Experimente, auf die sich Hartmann beruft, beziehungsweise die Konklusion, die man aus ihnen zieht, beruhen auf folgendem Fehlschluss. Man lässt in der Luft (am besten mittelst einer Fallmaschine) oder im Wasser gewisse Apparate (Schwimmer usw. Vgl. Dressel I 128) fallen, und vergrössert stufenweise die bewegende Kraft ( $v$ ) 1—2—3—4; dann stehen die respektiven Akzelerationen ( $g$ ) zu einander, wie 2—4—6—8. Also verhalten sich die in den nacheinander folgenden Augenblicken vollendeten Wegestrecken wie:

1	<u>4</u>	9	<u>16</u>	( $v = 1$ )
2	<u>8</u>	18	<u>32</u>	( $v = 2$ )
3	12	27	48	( $v = 3$ )
4	<u>16</u>	36	<u>64</u>	( $v = 4$ )

Nun argumentieren die Newtonisten folgendermassen: Bei der Kraft  $v = 1$  legt der Körper die Strecke von 16 Zoll in 4 Sekunden zurück (siehe die vierte Zahl der ersten Reihe); um dieselbe Strecke in 2 Sekunden (also mit doppelter Geschwindigkeit) zu vollenden, wird eine vierfältige Kraft ( $v = 4$ ) erfordert (siehe die zweite Zahl in der vierten Reihe). Und das geschieht wegen des Widerstandes des Mediums. Also wächst der Widerstand des Mittels mit dem Quadrate der Geschwindigkeit (Widerstandsgesetz).

Hier haben sich aber die Newtonisten unsterblich geirrt, indem sie zwei Zahlen einfach vertauschten! Wenn nämlich die Geschwindigkeiten zweier gleichförmig beschleunigter Bewegungen miteinander verglichen werden, so kann das tertium comparationis nicht derselbe Weg sein, sondern nur dieselbe Zeit (handelt es sich um Vergleichung von gleichförmigen Bewegungen, können beide das tertium comparationis bilden; eine Kraft, die in der Hälfte der Zeit denselben Weg durchläuft, ist eine doppelte Kraft, ebenso, wie jene Kraft, welche in derselben Zeit den doppelten Weg durchläuft). Der Grund davon ist: weil eine beschleunigte Bewegung in der zweiten Hälfte einer gewissen Dauer immer einen dreimal längeren Weg durchmacht, als in der ersten Hälfte (die in der ersten Hälfte der Dauer vollendete Strecke steht zur ganzen Strecke wie 1:4). Wenn aber die in derselben Zeit vollendeten Strecken verglichen werden (wie die Kolonnen der Zahlen zeigen), resultiert eine direkte

Proportion der Wege zur bewegenden Kraft. Das Widerstandsgesetz also im Newtonschen System ist grundfalsch, und mit ihm fällt auch das erste Newtonsche Bewegungsgesetz.

d. Somit ist also nichts mehr über die Experimente von Siemens & Halske zu sagen, welche sonnenklar das neue Widerstandsgesetz beweisen.

4. Da in der Physik nur von transeunten Wirkungen die Rede sein kann, ist es klar, dass zu einer Wechselwirkung unumgänglich zwei Körper notwendig sind, die entweder unmittelbar aufeinander wirken, oder vermittelt eines dritten dazwischen liegenden Körpers.

Wie schwach, obwohl subtil, der Standpunkt des Newtonschen Systems beim dritten Gesetz ist, zeigt eine Reihe der Aeusserungen des Herrn Defendenten:

a. „Dass *actio* und *reactio* mit einander kämpfen und Gleichgewicht erzeugen müssen, hat kein Physiker behauptet.“ Dagegen ist es Herrn L. Dressel bei der Erörterung des dritten Gesetzes lediglich um das Gleichgewicht der Aktion und Reaktion zu tun, was niemals ohne den Kampf der beiden Kräfte zustande kommen kann: „Wenn die treibende und die hemmende Kraft bei der gleichförmigen Bewegung einander das Gleichgewicht halten, so gilt hier bezüglich des Prinzips der Wechselwirkung dasselbe“ etc. (I § 32). Dass ferner die treibende Kraft mit den Hindernissen auch kämpfen muss, wird wohl niemand leugnen! Weil aber — wie es scheint — dem Herrn Defendenten die Auktorität Dressels nicht genügend wiegt, so zitiere ich die Worte der dritten Ausgabe des Newtonschen Originalwerkes (Genf 1760, d. h. 33 Jahre nach dem Tode Newtons). Da steht es ausdrücklich in der Note zum dritten Gesetze: „Cum enim nulla possit esse actio corporis in aliud corpus, quin mutua fiat horumce corporum collisio . . .“ Dass also zur wahren Wechselwirkung ein Kollisionspunkt erfordert wird, und dass die wechselwirkenden Kräfte miteinander wirklich kämpfen, habe nicht ich „erfunden“ So hilft also der Ausweg auch beim dritten Gesetz (wie beim ersten) nichts! Die drei Beispiele Newtons in der „Beweisführung“ des dritten Gesetzes, sind sämtlich mechanische Wechselwirkungen mit gegeneinander kämpfenden Kräften und gemeinsamen Kollisionspunkten.

b. „Eine Kugel liegt auf dem Boden. Weshalb bleibt sie in Ruhe? Etwa deshalb, weil der Druck der Kugel auf den Boden gleich dem Druck des Bodens auf die Kugel ist? Durchaus nicht!“ Weshalb denn? „Weil die beiden an der Kugel selbst angreifenden Kräfte sich aufheben“, antwortet Herr Hartmann. Schauen wir einmal diese Analyse näher an, um ihre Richtigkeit zu prüfen. Wir haben hier vor allem die gegenseitige Anziehung der Erde und der Kugel: von den Newtonisten als eine Wechselwirkung betrachtet (Aktion und Reaktion). Sodann haben wir den Druck der Kugel auf den Boden; dieser Druck entstammt aus der Anziehung der Erde, ist nichts anderes als eine virtuelle Bewegung des angezogenen Körpers, und wird die Schwere (Gewicht) des Körpers genannt. Dem Drucke der Kugel als Aktion entspricht der Druck des Bodens auf die Kugel als Reaktion. Wir haben also zwei Wechselwirkungen. Die erstere wird vom Defendenten ausser Acht gelassen, sogar mit der zweiten vermengt. Denn in der Tat steht nicht die Anziehungskraft der Erde unmittelbar der Härte (Resistenz) derselben Erde

(Boden) gegenüber, wie Hartmann behauptet, sondern ihr Effekt, die Schwere des Körpers, oder der Druck der Kugel, von dem zugegeben wird, dass er eine Wechselwirkung zur Resistenz des Bodens bilde. Nun ist aber offenbar, dass der Druck der Kugel mit der Resistenz des Bodens direkt kämpft, und dass beide, insofern sie gleich sind, den Gleichgewichtszustand verursachen. Die Sache zeigt sich klarer, wenn der Fall einer einzigen Wechselwirkung vor uns steht. Wollen zwei sich berührende Lokomotiven (oder zwei Athleten) in entgegengesetzter Richtung sich bewegen, so wird wohl der Herr Defendent nicht leugnen, dass hier die Aktion und Reaktion mit einander kämpfen und nur im Falle einer Ungleichheit Bewegung erzeugen (und dann ist es um das dritte Newtonsche Gesetz geschehen!).

Es handelt sich aber um eine falsche Analyse einer Erscheinung, und das dritte Gesetz konnte sich nur mit Hilfe solcher falscher Analysen (wie das z. B. von der Poggendorffschen Maschine in der „Krisis“ gezeigt wurde) aufrechterhalten. Wie unrichtig die beschriebene Analyse sei, zeigt auch eine dritte Behauptung des Defendenten:

c. „Nehmen wir an, die Schwerkraft sei grösser, als der Widerstand des Bodens, so sinkt die Kugel in den Boden ein, ohne dass dadurch das Prinzip der Wechselwirkung (Gleichheit der Aktion und Reaktion) irgendwie verletzt wird, denn auch in diesem Falle bleibt der Druck der Kugel auf den Boden stets gleich dem Drucke des Bodens auf die Kugel.“ Unter der Schwerkraft wird hier gleichfalls nicht die Anziehungskraft der Erde unmittelbar verstanden (da diese auf der Oberfläche der Erde stets dieselbe ist, nicht „grösser“ oder kleiner sein kann), sondern ihr Effekt, die Schwere (Gewicht) des Körpers, welche je nach der Masse des Körpers „grösser“ oder kleiner sein kann. Nun sagt Herr Defendent von dieser Schwere des Körpers (= vom Druck der Kugel auf den Boden) am Anfange des Satzes, dass er grösser sei als die Reaktion, und am Schlusse desselben Satzes, dass er gleich der Reaktion sei! Hier der handgreifliche Widerspruch. So ist es mit dem dritten Gesetze Newtons bestellt.

## II.

1. Wenn Zentripetal- und Zentrifugalkraft mit einander nicht kämpfen, so möge Herr Defendent erklären, warum der Faden beim Ueberwiegen der Zentrifugalkraft zerreißt?

2. Dass die Physiker häufig die tangenziale Komponente der Planetenbewegung unwillkürlich Tangenzialkraft nennen, das ist aus der angeführten Stelle Dressels ersichtlich. Dass sie in Wahrheit eine fortwährend wirkende Kraft ist, habe ich nicht gratis behauptet, sondern auf grund der fünf (im § I des II. Buches gebrachten) Argumente. Herr Hartmann behauptet das Gegenteil gratis. Und wenn zum Beginn der Kreisbewegung eine Tangenzialkraft nötig ist, so ist sie auch zur Aufrechterhaltung der Bewegung nötig, denn Bewegung bleibt immer Bewegung.

3. Es steht fest, dass die interstellaren Räume mit einer Art kosmischer Atmosphäre gefüllt sind. Wenn aber jemand dem Aether keine Widerstandskraft zuschreiben will, obwohl das allgemeiner zugegeben wird, berufe ich mich auf das kosmische Medium, was unbedingt einen Widerstand leisten muss. Ist sodann die Attraktion ein Bindemittel, dann genügt die gegenwärtige Attraktion

der Erde und unserer Atmosphäre, um von der geringeren Kraft des Aetherwiderstandes nicht „weggeblasen“ zu werden.

4. Zur Lösung der fraglichen Schwierigkeit (S. 322) habe ich nichts zuzufügen.

5. Hier handelt es sich um eine *ignorantia elenchi*. Die Sonne ist zwar nur zwei einander entgegengesetzten Wirkungen ausgesetzt, fällt deshalb in vertikaler Linie (ohne irgend eine Tangenzialkraft). Dagegen wirkt bei den Planeten eine dritte Kraft, und wegen dieser (ähnlich wie bei der Pendelbewegung, s. S. 301) wird die Vertikalkraft in zwei Komponenten zerlegt, deren eine die Tangenzialkraft ist. Wie unrichtig Herr Defendent die Genesis der Spiralbahn (an der kein Geometriker oder Astronom etwas auszusetzen gefunden hat) aufgefasst hat, zeigt, dass er sogar ihre experimentelle Illustration beanstandet, welche ein Faktum ist. *Contra factum autem non valet argumentum*.

6. Die relative Bewegung der Planeten ist von der absoluten reell nicht trennbar. Erklärt also die Tangenzialkraft exakt mechanisch die absolute Bahn der Planeten (Solenoid oder Spiralbahn), so erklärt sie auch eo ipso ihre relative Bahn.

7. Herr Hartmann müsste jedenfalls positive Experimente aus dem noch ganz unerforschten Gebiete der durch Widerstand des Mittels erzeugten Rotationsbewegung aufweisen, um das für unmöglich zu erklären, was ein Astronom sinnreich genannt hat.

Gran.

Dr. Gustav Pécsi.

### Gegenerwiderung.

Obschon wir uns nicht mit der Hoffnung schmeicheln, den Erfinder der neuen Mechanik von der Verkehrtheit seiner Ansichten überzeugen zu können, möchten wir doch seine Aufstellungen nicht unwiderlegt in die Welt hinausgehen lassen und erwidern darum folgendes.

1. Es handelt sich doch in unserer Kontroverse nicht um die terminologische Frage, ob man die dem Körper inhärierende Qualität, aus der seine Bewegung resultiert, als *Geschwindigkeit* bezeichnen darf — diejenigen, welche die Geschwindigkeit als die Fähigkeit des Körpers, in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Strecke zurückzulegen, definieren, würden dieselbe bejahen —, sondern um die sachliche Frage, ob der von Pécsi behauptete Widerspruch zwischen dem Beharrungsgesetz und dem Kausalprinzip besteht oder nicht.

Diese Frage ist aber leicht zu entscheiden. Der Physiker erklärt: die geradlinige und gleichförmige Bewegung bedarf zu ihrer Fortdauer keiner äusseren Ursache, der Metaphysiker erklärt: jede Bewegung bedarf zu ihrer Fortdauer einer Ursache. Widersprechen sich diese beiden Sätze? Nicht im geringsten! Sie bilden vielmehr die beiden Prämissen eines Schlusses, dessen conclusio lautet: Also bedarf die geradlinige gleichförmige Bewegung einer inneren Ursache, die wir eben Bewegungsqualität oder sonstwie nennen. In dieser conclusio reichen sich Physiker und Metaphysiker versöhnt die Hände.

Pécsi verschiebt den Streitpunkt, wenn er uns vorhält, wir hätten die Beharrlichkeit jener Qualität nicht bewiesen. Wir haben uns ja nicht anheischig gemacht, das Beharrungsgesetz als richtig nachzuweisen, wir wollen nur die Falschheit der Argumentation Pécsis dartun.

Was Pécsi über die Verwechslung einer logischen Kategorie mit einer ontologischen schreibt, ist nicht ad rem. Wenn es auch einige Naturforscher gegeben hat, die das Beharrungsgesetz aus der Natur der Bewegung als eines beharrlichen Zustandes abzuleiten versuchten, so ist doch die moderne Naturwissenschaft einmütig der Ueberzeugung, dass wir hier ein empirisches Gesetz vor uns haben. Es beruht nämlich das Beharrungsgesetz auf der empirischen Tatsache, dass die Beschleunigung eines Körpers nur von dem Orte des Körpers und der ihn umgebenden Körper und von ihren Geschwindigkeiten abhängt.

2. Nach Pécsi besitzen die Planeten nur im Perihel und Aphel eine Beschleunigung. Es genügt, mit den Elementen der Mechanik des Planetensystems bekannt zu sein, um zu wissen, dass die Planeten stets eine vektorielle Beschleunigung besitzen. Würde diese Beschleunigung in einem Punkte der Bahn gleich Null sein, so würde sich der Planet nicht mehr in einer Ellipse, sondern in einer geraden Linie weiter bewegen. Hat Pécsi aber die sogenannte *Beschleunigung in der Bahn* im Auge, so ist 1) zu bemerken, dass sich die Bewegungsgesetze nicht auf diese, sondern auf die vektorielle Beschleunigung beziehen, 2) dass die Beschleunigung in der Bahn gerade im Perihel und Aphel gleich Null ist.

Pécsi hat Recht, wenn er die von ihm angeführte Argumentation für das Newtonsche Widerstandsgesetz verwirft. Dieselbe ist so grundverkehrt, dass sie eine ernsthafte Widerlegung gar nicht verdient, und derjenige, der sie angestellt, „hat sich unsterblich geirrt.“ Wer hat sie aber eigentlich angestellt? Pécsi antwortet: „Die Newtonisten“ und verweist dabei auf Dressel (Element. Lehrb. der Physik I 128). Schlagen wir bei Dressel nach, so finden wir an dem angegebenen Orte folgendes: „Dass der Widerstand des Mittels mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, kann durch folgenden einfachen Versuch gezeigt werden. Aus Messingdraht von 1 mm Stärke und aus einem Kork stellt man einen Schwimmer her, welcher im Wasser gerade noch schwebt. An den unteren Haken hängt man ein Uebergewicht aus feinem Messingdraht, das den Schwimmer zum gleichförmigen Sinken bringt. Erst macht man dasselbe aus 3 cm langem Draht und bestimmt mittels Metronoms die Zeit des Niedersinkens in einem hohen Zylindergefäss. Nachher nimmt man ein viermal so schweres Uebergewicht, also aus 12 cm Draht, und beobachtet wieder die Dauer des Fallens. Man wird diese Zeit gerade halb so gross als beim ersten Versuch finden.“

Pécsi, dem diese Beweisführung etwas zu kurz erschien, hielt es für angebracht, sie mehr auseinander zu legen und dadurch ihre Verkehrtheit ins rechte Licht zu setzen. Leider ist ihm dies völlig misslungen. Das ergibt sich aus der folgenden Exegese des Dresselschen Argumentes. Wir haben an dem Schwimmer das Uebergewicht  $U_1$  befestigt und ihn dadurch zu gleichförmigem Sinken gebracht. Aus der Gleichförmigkeit der Bewegung (Beschleunigung = 0) folgt nach dem Newtonschen Bewegungsgesetze, dass die wirkende Kraft gleich Null ist. Es müssen sich also das Uebergewicht  $U_1$  und der Widerstand  $W_1$  des Wassers das Gleichgewicht halten. Wir haben also die Gleichung  $U_1 = W_1$ . Nun stellen wir einen zweiten Versuch an. Wir nehmen das Uebergewicht viermal so gross als vorhin  $U_2 = 4U_1$ . Auch jetzt erhalten wir nach einer kurzen Beschleunigung wieder ein gleichförmiges Sinken. Darum muss auch hier die Gleichung gelten  $U_2 = W_2$ , wo  $W_2$  den jetzt vorhandenen Widerstand des Wassers bezeichnet. Wir haben also  $W_2 = U_2 = 4U_1 = 4W_1$  d. h. der Widerstand ist beim zweiten Versuch viermal so gross als beim ersten.

Nun zeigt aber die Beobachtung, dass die Geschwindigkeit des gleichförmigen Sinkens beim zweiten Versuch doppelt so gross ist, als beim ersten. Wir sehen also, dass dem vierfachen Widerstande die doppelte Geschwindigkeit entspricht. Wer wird diesen ebenso einfachen wie einwandfreien Gedankengang in der Darstellung Pécsis wiedererkennen? Sind es wirklich die „Newtonisten“, die sich hier unsterblich geirrt haben?

Was die Versuche von Siemens und Halske angeht, so haben wir gezeigt, dass sie nicht als Grundlage für ein allgemeingültiges Widerstandsgesetz angesehen werden können. Pécsi hat keinen Versuch gemacht, unseren Beweis zu entkräften.

3. Pécsi hält allen Ernstes daran fest, dass nach der Newtonschen Mechanik jede Kraft durch eine gleich grosse vernichtet werden müsse. Unserer Erklärung, dass kein „Newtonist“ jemals etwas derartiges gelehrt habe, hält er ein Zitat aus Dressel entgegen: „Wenn die treibende und hemmende Kraft bei der gleichförmigen Bewegung einander das Gleichgewicht halten, so gilt hier bezüglich des Prinzips der Wechselwirkung dasselbe etc.“ Mit Befremden haben wir diesen Satz gelesen. Dressel sollte behaupten, dass sich Wirkung und Gegenwirkung das Gleichgewicht halten? Wir schlagen nach und finden, dass der von Pécsi nur unvollständig zitierte Satz schliesst „so gilt hier bezüglich des Prinzips der Wechselwirkung dasselbe, was oben bei der statischen Kraftwirkung auseinandergesetzt wurde“. Es hat also Pécsi gerade jene Worte, auf die es ankommt, weggelassen. Dressel erklärt nicht, von Wirkung und Gegenwirkung gelte dasselbe, wie von hemmenden und treibenden Kräften, die sich das Gleichgewicht halten, sondern es gelte dasselbe, was er drei Seiten vorher auseinandergesetzt hat! Was hat er aber dort auseinandergesetzt? Etwa dass Wirkung und Gegenwirkung sich aufheben? Nein, im Gegenteil macht er dort gerade den Unterschied klar zwischen dem Gleichgewicht zweier Kräfte, die an demselben Körper angreifen, und dem Prinzip der Wechselwirkung, das sich auf Kräfte bezieht, die an zwei verschiedenen Körpern angreifen.

Aber, wird Pécsi einwenden, Dressel erklärt doch, dass treibende und hemmende Kräfte sich aufheben! Gewiss! Aber treibende und hemmende Kraft sind ja nicht Wirkung und Gegenwirkung!

Pécsi beruft sich noch auf einen zweiten „Newtonisten“. Es ist kein geringerer als Newton selbst! Newton selbst erklärt, ein Körper könne nur dann auf einen anderen wirken, wenn eine *mutua corporum collisio* stattfindet.

Das Zitat ist kurz und klar. Nur wissen wir nicht, was es mit unserer Frage zu tun hat. Newton lehrt: Es gibt keine unmittelbare Fernwirkung. Damit zwei Körper aufeinander wirken, müssen sie zusammenstossen. Dagegen haben wir nicht das Geringste einzuwenden. Lehrt denn Newton vielleicht, dass bei der *collisio* sich *actio* und *reactio* aufheben? Nicht im geringsten! Weder Newton noch irgend einem seiner Anhänger ist dies je in den Sinn gekommen.

Es ist ja auch einleuchtend, dass sich Wirkung und Gegenwirkung, da sie auf zwei verschiedene Körper wirken, niemals aufheben können, wenn nicht etwa zwischen den beiden Körpern eine starre Verbindung besteht, die sie gleichsam zu einem Körper macht.

Was die auf dem Boden ruhende Kugel angeht, so ist Pécsi nicht damit einverstanden, dass wir nur von einer *actio* und *reactio* gesprochen haben. Aber genügt es denn nicht, wenn wir die Falschheit seiner Auffassung an einem „Paare“ nachweisen, müssen wir denselben Beweis auch für das zweite Paar führen?

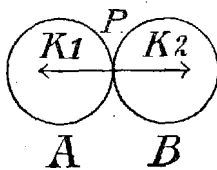


Er wirft uns ferner vor, dass wir die beiden Paare miteinander „vermengen“. Hiermit kommen wir zu dem Grundfehler der *Neuen Mechanik*. Pécsi kennt nicht die elementarsten Grundsätze über die Zusammensetzung der Kräfte. Er gibt zu, dass die Kugel durch die Attraktion der Erde einen Zug nach unten und durch den Widerstand des Bodens einen Druck nach oben erfahre. Er bestreitet aber, dass sich diese Kräfte direkt gegenüberstehen. Wir gestehen, dass wir den Sinn dieser Worte nicht begreifen. Zwei entgegengesetzt gerichtete Kräfte, die in derselben Geraden liegend an demselben Körper angreifen und sich doch nicht *gegenüber stehen* und nicht aufheben, sind für die alte Mechanik unbegreiflich.

Ebenso unbegreiflich ist die zweite Behauptung, dass der Druck, den die Kugel nach oben hin erleidet, und der Druck, den der Boden nach unten hin erleidet, „direkt miteinander kämpfen“. Bisher konnten sich zwei Kräfte nur dann aufheben, wenn sie an demselben Körper angriffen. In der *Neuen Mechanik* ist es anders. Es werden also nicht nur die Bewegungsgesetze Newtons, es wird auch die Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte umgestossen. Wie kommt es aber, dass Pécsi in seinem Buche mit keinem Worte von dieser umstürzenden Neuerung spricht? Sollte er sich vielleicht des Gegensatzes seiner Ansichten zu den bisherigen gar nicht bewusst geworden sein?

Ganz klar scheint die Sache doch nicht zu sein. Pécsi weist nämlich auf zwei sich berührende Lokomotiven hin, bei denen die Sache sich „klarer zeigt“. Wir würden doch gewiss nicht leugnen, dass hier *actio* und *reactio* mit einander kämpfen. Da sich Pécsi immer wieder auf dieses und ähnliche Beispiele beruft, können wir nicht umhin, kurz darauf einzugehen.

A und B mögen zwei Kugeln von gleicher Masse und gleicher aber entgegengesetzter Geschwindigkeit sein, die im Punkte P zentral zusammenstossen.



Wie verhalten sich hier Wirkung und Gegenwirkung? Bekanntlich kann man die Kräfte durch Strecken darstellen. Wie das zu geschehen hat, sagt uns jedes Lehrbuch der Physik. So lesen wir bei Warburg (*Lehrbuch der Experimentalphysik* 4 7): „Eine Kraft kann wie jede gerichtete Grösse durch eine Strecke dargestellt werden, welche man von dem Angriffspunkt aus in der Richtung der Kraft zieht und deren Länge man der Grösse der Kraft numerisch gleich macht.“ Konstruieren wir nach dieser Vorschrift die Vektoren. Der Angriffspunkt ist P. A erleidet einen nach links gerichteten, B einen nach rechts gerichteten Stoss. Wir haben also von P aus in A eine Strecke nach links und in B eine Strecke nach rechts zu ziehen und beiden dieselbe Länge zu geben. Dann haben wir Wirkung und Gegenwirkung bildlich dargestellt.

Was leisten nun diese beiden Kräfte  $K_1$  und  $K_2$ ? Nun  $K_1$  vernichtet die nach rechts gerichtete Geschwindigkeit des Körpers A,  $K_2$  die nach links gerichtete Geschwindigkeit des Körpers B. Ist hiermit die Wirkung der Kräfte zu Ende, so kommen beide Körper zur Ruhe. Wirken sie aber noch weiter, wie es bei elastischen Körpern der Fall ist, so erhält A durch  $K_1$  eine nach links gerichtete und B durch  $K_2$  eine nach rechts gerichtete Geschwindigkeit: die beiden Körper prallen auseinander. Würden sich  $K_1$  und  $K_2$  gegenseitig aufheben, so wäre es ja gerade so, als ob überhaupt keine Kraft wirkte. Es wären dann keine Kräfte da, die die ursprünglichen Geschwindigkeiten der Körper aufheben oder ihnen gar die entgegengesetzten Geschwindigkeiten mitteilen könnten.

Es zeigt also gerade das von Pécsi gewählte Beispiel handgreiflich, dass sich  $K_1$  und  $K_2$  nicht aufheben können.

Dies ergibt sich auch aus dem bekannten Satze, dass man in einem starren Körper den Angriffspunkt der Kraft an jeden beliebigen Punkt der Wirkungslinie verlegen kann. Man kann also die beiden Kräfte auch so darstellen, wie nebenstehende Figur zeigt. Hier lehrt schon der Augenschein, dass von einem Gleichgewicht der Kräfte keine Rede sein kann. Eine Besprechung der übrigen Einwände Pécsis halten wir für überflüssig.



Zusammenfassend und abschliessend bemerken wir: 1. Es ist Pécsi nicht gelungen, einen Widerspruch zwischen dem Beharrungsgesetz und dem Prinzip der Kausalität nachzuweisen. Damit ist sein *apodiktisches Argument* gegen das 1. Bewegungsgesetz hinfällig geworden. 2. Ebensowenig ist es ihm gelungen, zu zeigen, dass Wirkung und Gegenwirkung *mit einander streitende* Kräfte sind. Er hat keinen einzigen *Newtonisten* anführen können, der etwas derartiges behauptet hätte. Damit ist sein *apodiktisches Argument* gegen das 3. Bewegungsgesetz hinfällig geworden. 3. Es hat sich immer wieder aufs neue herausgestellt, dass Pécsi die elementarsten Termini und Sätze der *Newtonisten* verkehrt aufgefasst hat, ja dass alle Zitate, die er zu seinen Gunsten aus Dressel, Chwolson und Newton anführt, auf offenbaren Missverständnissen beruhen.

Aus all dem geht hervor, dass das Urteil, das wir in unserer Rezension über den wissenschaftlichen Wert der *Krisis der Axiome* ausgesprochen haben, gerecht ist.

Fulda.

Dr. E. Hartmann.

(Hiermit schliesst die Redaktion des Philos. Jahrb. die Diskussion. D. R.)

### Nachricht.

Im unterzeichneten Institut ist eine Anleitung zur Beobachtung der Sprachentwicklung bei normalen, vollsinnigen Kindern ausgearbeitet worden. Sie ist im Organ des Instituts, der Zeitschrift für angewandte Psychologie und psychologische Sammelforschung (Verl. J. A. Barth, Leipzig, Bd. 2, S. 313 ff.) erschienen. Die Verwaltung des Instituts bittet psychologisch vorgebildete Eltern und Erzieher und zwar nur solche — sich dieser Anleitung zu bedienen und evtl. Aufzeichnungen später dem Institut zur einheitlichen Verarbeitung zu überlassen. (Evtl. können auch Teilgebiete der Beobachtungen benutzt werden). — Einige Separatabzüge stehen noch zur Verfügung.

Neubabelsberg, Kaiserstrasse 12.

### Institut für angewandte Psychologie und psychologische Sammelforschung

(Institut der Gesellschaft für experimentelle Psychologie).

I. A.: Die Verwaltung.

Stern. Lipmann.

**Berichtigung.** Auf S. 4 Anmerk. 1 ist nach Psychologie einzuschieben: „1909“; ebenso auf S. 6 Anmerk. 2 nach Jahrgang: „1909“.