

der Linse in einer Weise beleuchtet wird, daß man sie wohl durch diese Untersuchungen als gelöst und im Sinne eben dieser letzteren Annahme als beantwortet betrachten kann.

Literaturverzeichnis.

- 1907 *Le Cron, W. L.*, Experiments on the origin and differentiation of the lens in Amblystoma, Amer. Journ. Anat. Vol. 6.
 1904 *Lewis, W. H.*, Experimental studies on the development of the eye in Amphibia. 1. On the origin of the lens, ibid. Vol. 3.
 1907a — Experimental studies on the development of the eye in Amphibia. 3. On the origin and differentiation of the lens, ibid. Vol. 6.
 1907b — Lens formation from strange ectoderm in Rana sylvatica, ibid. Vol. 7.
 1907e — Experiments on the origin and differentiation of the optic vesicle in Amphibia, ibid. Vol. 7.
 1903a *Mencl, E.*, Ein Fall von beiderseitiger Linsenausdehnung während der Abwesenheit von Augenblasen, Arch. Entw. Mech. Bd. 16.
 1903b — Ist die Augenlinse eine Thigmomorphose oder nicht? Anat. Anz. Bd. 24.
 1918 — Neue Tatsachen zur Selbstdifferenzierung der Augenlinse, Arch. Entw. Mech. Bd. 25.
 1901 *Spemann, H.*, Über Korrelationen in der Entwicklung des Auges, Verh. anat. Ges. (Bonn).
 1903 — Über Linsenbildung bei defekter Augenblase, Anat. Anz. Bd. 23.
 1905 — Über Linsenbildung nach experimenteller Entfernung der primären Linsenbildungszellen, Zool. Anz. Bd. 28.
 1906a — Über eine neue Methode der embryonalen Transplantation, Verh. Deutsch. Zool. Ges.
 1906b — Über embryonale Transplantation, Verh. Ges. Deutsch. Naturf. Ärzte, 78. Vers. (Stuttgart).
 1907a — Neue Tatsachen zum Linsenproblem, Zool. Anz. Bd. 31.
 1907b — Zum Problem der Korrelation in der tierischen Entwicklung, Verh. Deutsch. Zool. Ges. (Rostock).
 1908 — Neue Versuche zur Entwicklung des Wirbeltierauges, ibid. (Stuttgart).
 1907a *Stockard, Ch. R.*, The artificial production of a single median cyclopean eye in the fish embryo by means of sea water solutions of Magnesium Chlorid, Arch. Entw. Mech. Bd. 23.
 1907b — The embryonic history of the lens in Bdellestoma Stouti in relation to recent experiments, Amer. Journ. Anat. Vol. 6.
 1909 — The development of artificially produced cyclopean fish „The Magnesium Embryo“, Journ. exper. Zool. Vol. 6.
 1910 — The independent origin and development of the crystalline lens, Amer. Anat. Vol. 10.

Das Gesetz der Proportionalität von Trägheit und Gravität.

(Bericht über die experimentelle Prüfung des Gesetzes mit Hilfe der Eötvösschen Drehwage.)

Von Obergeophysiker Dr. Desider Pekár, Budapest.

Das Gesetz der allgemeinen Gravitation, der Massenanziehung, ist von *Newton* festgestellt worden. Laut diesem wirken zwei Massen, m_1 und m_2 , die sich in einem gewissen Abstände r , befinden, aufeinander mit einer Kraft, die der Gleichung

$$P = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

entspricht, wo f die Gravitationskonstante bezeichnet. Im Sinne dieses Gesetzes ist die *Massenanziehung unabhängig von der stofflichen Beschaffenheit und physikalischen Struktur der wirkenden Körper* und hängt allein von der Größe der aufeinander wirkenden Massen ab, d. h. also, die *Gravitationskonstante besitzt auch für verschiedene Stoffe denselben beständigen Wert*. Mit anderen Worten ausgedrückt: *Die Gravität ist der Trägheit proportional*.

Obwohl dieser Satz allbekannt und gleichsam natürlich erscheint, ist es doch überraschend, daß demzufolge die Gravität ebenso wie die Trägheit eine *unveränderliche, beständige Eigenschaft des Stoffes* sei. Es überrascht um so mehr, da z. B. die neueren Untersuchungen über die Elektrizität unzweifelhaft dargetan haben, daß die Wirkung von in Bewegung befindlichen elektrischen Ladungen als im Sinne der Mechanik gefaßte Trägheit zum Ausdruck kommt.

Nicht weniger überraschend sind die aus dem Gesetze abgeleiteten anderen Schlussfolgerungen. Die Attraktion ist laut diesen *unabhängig von den Stoffen der Umgebung*. Von ähnlichen elektrischen und magnetischen Kraftwirkungen ist bekannt, daß dieselben von der Beschaffenheit dazwischen befindlichen Mediums wesentlich beeinflusst werden. Ähnliches wurde bei den Licht- und im allgemeinen bei den Strahlungserscheinungen beobachtet, wo ein Teil der Strahlen im Zwischenmedium absorbiert wird.

Endlich überrascht es, daß die Gravitation *unabhängig vom Bewegungszustand der aufeinander wirkenden Massen* sei und nur von deren gegenseitigem Abstand abhängt. Dies ist nur unter der Voraussetzung möglich, daß sich die Gravität im Raume mit unendlicher Geschwindigkeit ausbreite. Dies ist ein wesentlicher Gegensatz zu den erwähnten anderen Erscheinungen, da bekanntlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen und magnetischen Wirkungen sowie der Strahlungen endlich und meßbar ist.

*

Bereits *Newton* war bestrebt, auf experimentellem Wege möglichst exakt zu beweisen, daß die Massenanziehung von der stofflichen Beschaffenheit der Körper unabhängig sei. Zu diesem Zweck ließ er aus verschiedenen Stoffen möglichst gleichlange Pendel anfertigen und bestimmte deren Schwingungsdauer. Derart untersuchte er Gold, Silber, Blei, Glas, Sand, Steinsalz, Wasser, Getreide und Holz und bewies die Gültigkeit des Satzes bis zu $\frac{1}{1000}$ Genauigkeit.

Später machte *Bessel* noch genauere Versuche mit Gold-, Silber-, Blei-, Eisen-, Zink-, Messing-, Marmor-, Ton-, Quarz- und Meteorit-Pendeln und kam zu dem Ergebnis, daß die eventuellen Abweichungen den Wert von $\frac{1}{60000}$ nicht überschreiten können.

In den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts befaßte sich auch Baron *Roland v. Eötvös* mit dem gleichen Problem und erreichte mit

seiner speziellen Methode, die weiter unten besprochen wird, eine beträchtlich größere Genauigkeit. Er verglich Glas, Antimonit und Kork mit Messing. Die Versuche ergaben, daß die eventuelle Abweichung jedenfalls geringer sei als $\frac{1}{20\ 000\ 000^4}$). Zu gleicher Zeit verglich er auch die Luft mit dem Messing, erreichte hier aber in Anbetracht der geringen Dichte der Luft bloß $\frac{1}{100\ 000}$ Genauigkeit.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts führten *Landolt* und *Heydweiller* interessante Versuche aus, die ebenfalls mit dieser Frage in Zusammenhang stehen. Sie führten nämlich in völlig geschlossenen Ω -förmigen Röhren chemische Reaktionen aus. Die aufeinander wirkenden Stoffe bzw. Lösungen wurden in die beiden Schenkel der Röhre gefüllt, die Röhre selbst zugeschmolzen und ihr Gewicht auf einer genauen Wage festgestellt. Hierauf wurde die Röhre umgekehrt, die Reagentien also vermischt, wodurch die Reaktion eintrat. Nach erfolgter Reaktion wurde das Gewicht der Glasröhre wieder genau gemessen und es gelang in mehreren Fällen eine nachweisbare Gewichtsveränderung zu konstatieren. Diese Versuche würden im Gegensatz zu den vorigen bedeuten, daß die Gravitation auf verschiedene Substanzen, namentlich auf die Stoffe vor und nach erfolgter Reaktion verschieden wirke und so das Gewicht der Körper auch von ihrer stofflichen Beschaffenheit abhängig sei. Sowohl durch diese Versuche, wie auch durch neuere Untersuchungen über Elektrizität und radioaktive Substanzen und die damit zusammenhängenden Theorien wurde die Wichtigkeit und Aktualität dieser Frage noch mehr hervorgehoben.

Diese Umstände bewogen die philosophische Fakultät der Universität zu Göttingen, den *Benecke*-Preis vom 1909 für eine *Untersuchung der Proportionalität von Trägheit und Gravität* auszuschreiben. In dieser Richtung führten wir mit Professor Baron *Roland v. Eötvös* und dem Geophysiker *Eugen Fekete* zu dreien eine Reihe von Experimenten aus, die von der Universität zu Göttingen mit dem ersten Preise gekrönt wurden.

Unseren Untersuchungen lag das *Eötvössche*, von ihm bereits bei seinen ersten Experimenten angewandte *Verfahren* zugrunde, dessen Prinzip folgendes ist: Die Schwere ist bekanntlich keine einfache Kraft, sondern resultiert aus der Anziehungskraft der Erde und aus der infolge der Rotation auftretenden Zentrifugalkraft. Diese Verhältnisse sind in Fig. 1 dargestellt. Der Bogen *APN* bedeutet einen Meridian der Erdoberfläche, *NF* die Rotationsachse der Erde, *A* einen Punkt des Äquators. Die auf den Punkt *P* der Erdoberfläche einwirkende Anziehungskraft ist durch den Pfeil *PG* angedeutet, *PC* bezeichnet die absichtlich unverhältnismäßig groß angegebene)

Zentrifugalkraft und *Pg* die Resultierende der beiden Kräfte, die Schwere. Wie ersichtlich, weicht unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft die Anziehungskraft aus ihrer ursprünglichen Richtung südwärts ab. Der Grad dieser Abweichung ist am Äquator und an den Polen gleich 0 und am größten unter 45° geographischer Breite. In *Budapest*, dem Schauplatz unserer Messungen, beträgt diese Abweichung $5' 56''$ oder $356''$. Setzt man nun voraus, daß die Anziehung auf verschiedene Stoffe verschieden ist, so kann man die Anziehungskraft füglich mit dem Pfeile *PG'* bezeichnen und dementsprechend die Schwerkraft mit *Pg'*, deren Richtung von der Richtung *Pg* der auf andere Stoffe wirkenden Schwerkraft abweicht. Die Abweichung beträgt mit genügender Annäherung in Budapest den sovielten Teil von $356''$, um den wievielten die Anziehungskraft selbst sich ändert. Mit anderen Worten: Wirkt die

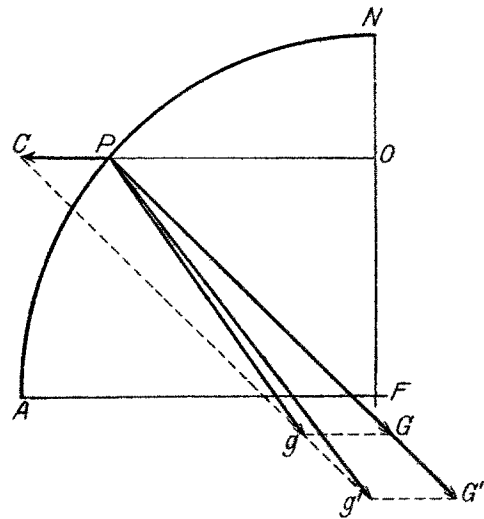


Fig. 1.

Anziehungskraft auf verschiedene Stoffe verschieden ein, so muß sich in der Richtung der Schwerkraft dementsprechend eine Änderung nachweisen lassen. Laut früheren Experimenten von *Eötvös* ist diese Richtungsabweichung geringer als $\frac{356}{20\ 000\ 000''}$ oder ungefähr $\frac{1}{60\ 000}$ Bogensekunde. Die eventuelle Abweichung ist demnach von so geringem Betrage, daß die Empfindlichkeit des Lotes und der Libelle zu ihrem Nachweise nicht genügen; sehr gut verwendbar ist aber dafür die *Eötvössche Drehwage*. *Eötvös* hat nämlich zur Untersuchung der räumlichen Variationen der Schwerkraft äußerst empfindliche Drehwagen, Schwerevariometer konstruiert, die ich bereits früher hier beschrieben habe.

Zu den Versuchen benutzten wir sowohl das einfache als auch das Doppel-Variometer. An dem einen Ende des Drehbalkens wurde ständig das Platingewicht belassen, am anderen Ende wurden die zum Vergleich dienenden Stoffe angebracht. Man hänge z. B. einen Kupferstab an den Balken, so daß also an dem einen Balkenende ein Platin-

¹⁾ *Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen*. Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, Band 8, 1890.

gewicht, am anderen ein Kupfergewicht ist. Dann stelle man das Instrument so ein, daß der Drehbalken in ost-westlicher Lage senkrecht auf den Meridian gerichtet sei, und lese mit Hilfe des Fernrohres und der Skala die genaue Stellung ab. Hierauf drehe man das ganze Instrument um 180° , so daß an die Stelle des Platingewichtes das Kupfer gelangt, und lese die Stellung wieder ab, sobald der Balken zur Ruhe gekommen ist. Besitzt die Schwerkraft für Platin und für Kupfer eine verschiedene Richtung, so muß eine entsprechende Drillung auftreten, die beiden Ablesungen müssen verschiedene Werte ergeben. Aus dieser Differenz läßt sich die Differenz der Anziehungskräfte berechnen.

In Wirklichkeit verhält sich die Sache natürlich nicht so einfach, wie ich hier angegeben habe. Stillschweigend war nämlich hier vorausgesetzt, daß an dem Orte der Messungen keinerlei räumliche Variationen der Schwerkraft wirksam seien, bzw. die vernachlässigt werden können. In Wirklichkeit ist solch ein Ort nirgends zu finden und gerade in den Laboratoriumsräumen sind infolge der ungleichmäßigen Verteilung der Massen, besonders unter dem Einfluß der Kellergewölbe, die räumlichen Variationen sehr bedeutend. Dementsprechend treten bei Drehung des Instrumentes beträchtliche Drillungen auf, die den räumlichen Variationen der Schwerkraft und nicht einer Verschiedenheit der Anziehungskraft ihren Ursprung verdanken. Die beiden Wirkungen sind jedoch leicht voneinander zu trennen durch eine besondere Reihe von Messungen, bei denen beide Balkenenden mit dem gleichen Stoff, z. B. Platin, belastet sind. Die Differenz zwischen den beiden Versuchsreihen gibt dann Antwort auf die uns interessierenden Fragen.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich noch, daß wegen der räumlichen Variationen darauf zu achten ist, daß die Schwerpunkte der ins Instrument gehängten verschiedenen Stoffe in gleicher Höhe liegen. Von Vorteil ist es ferner, wenn auch der Höhenunterschied der an den Balkenenden angebrachten Gewichte geringer ist, als beim gewöhnlichen Gebrauch der Instrumente. Besondere Sorgfalt verwendeten wir darauf, unsere Instrumente vor äußeren störenden Einflüssen zu schützen. Mit geeigneten Beobachtungs- und Rechnungsverfahren wurden die auftretenden Störungen in Betracht gezogen, bzw. eliminiert. Wir stellten lange, mehrere Tage währende Versuchsreihen an, wodurch wir ebenfalls eine Steigerung der Genauigkeit erzielten. Auf Einzelheiten kann ich mich hier nicht einlassen, deshalb übergehe ich auch die angewandten rechnerischen Formeln.

Die in der Preisarbeit enthaltenen Experimente und deren Resultate sind kurz folgende:

1. Wir stellten nach der soeben angeführten Methode von *Eötvös* Versuche an, wobei die zu untersuchenden Substanzen stets mit *Platin* verglichen wurden. Zur Untersuchung gelangte *Magnalium*, *Schlangenholz*, *Kupfer*, *Wasser*,

kristallinisches Kupfersulfat, *Kupfersulfatlösung*, *Asbest und Talg*, mit einem Worte Substanzen von sehr verschiedenem spezifischen Gewicht, Molekulargewicht, Molekulargröße, Aggregatzustand und Struktur. Den Ergebnissen zufolge ist, falls eine Abweichung in der Massenanziehung bezüglich dieser Stoffe überhaupt besteht, dieselbe jedenfalls kleiner als $\frac{1}{200\ 000\ 000}$.

Ferner untersuchten wir mit diesem Verfahren die *Silbersulfat-Ferrosulfat-Reaktion* nach *Landolt*, bei welcher er eine große Gewichtsänderung beobachtete, sowie die *Lösung von Kupfersulfat in Wasser*, bezüglich der *Heydweiller* ähnliches gefunden hat. Laut unseren Versuchen ist in beiden Fällen die allenfallsige Abweichung jedenfalls geringer als $\frac{1}{500\ 000\ 000}$. *Landolt* und *Heydweiller* haben bei ihren Experimenten diese Genauigkeit bei weitem nicht erreicht. Es muß bei ihren Versuchen irgend ein Fehler vorliegen.

2. Ferner stellten wir Versuche an, um einen eventuellen Unterschied der Anziehungskraft auf verschiedene Stoffe aus der *Attraktion* durch die *Sonne* nachzuweisen. Nach diesem Verfahren verglichen wir nur *Magnalium* und *Platin*. Das Prinzip der Methode ist folgendes: Das Instrument wird so eingestellt, daß der Drehwagebalken in die Meridianebene, in *nord-südtliche* Richtung zu liegen kommt und diese Lage während der ganzen Dauer des Experimentes unverändert beibehält. Am einen Balkenende ist Platin, am anderen *Magnalium* angebracht. Setzt man z. B. voraus, daß die Sonne auf *Magnalium* eine größere Anziehung ausübt als auf *Platin*, so wird bei *Sonnenaufgang* das mit *Magnalium* beschwerte Balkenende infolge der größeren Anziehungskraft *ostwärts* und bei *Sonnenuntergang* aus demselben Grunde *westwärts* ausweichen; mit einem Worte: die Drehwage wird regelmäßige tägliche Schwankungen ausführen. Um die nicht völlig ausschließbaren Störungen in Rechnung ziehen zu können, führten wir eine Reihe besonderer Versuche aus mit *Platin* an beiden Balkenenden. Unsere Schlußfolgerungen zogen wir aus der Differenz der beiden Versuchsreihen. Auf diese Weise kamen wir zu dem gleichen Resultat, das für *Magnalium* und *Platin* die erste Methode ergeben hatte.

Dieses Verfahren ist weniger empfindlich als das vorige, doch sind auch damit hübsche Resultate zu erzielen, sofern man zu den Beobachtungen nicht die einfache Drehwage, sondern den *Eötvösschen Gravitations-Kompensator* benutzt (Fig. 2). Dieses Instrument ist im wesentlichen auch eine Drehwage, deren Empfindlichkeit aber durch die in bestimmter Weise angebrachten großen Bleimassen, durch die sogenannten Kompensationsmassen, gesteigert ist. Der Torsionsdraht befindet sich in dem auf einem Wandkonsol befestigten langen vertikalen Rohre. Der daran hängende Drehwagebalken besteht aus einem leichten Stabe, an dessen Enden zwei Messingkugeln von je ca. 30 g Ge-

wicht angebracht sind. Der Balken ist in dem doppelwandigen horizontal stehenden Rohre eingeschlossen, um gegen die äußeren störenden Einflüsse besser geschützt zu sein. Die Kompensationsmassen haben die Form von Zylinderquadranten, deren mittlere Kanten abgeschnitten, zylindrisch ausgehöhlt und paarweise gegenüberliegend an eine Metallhülse angelötet sind. Je ein Quadrantenpaar bildet einen Kompensator, welcher an einem besonderen Gestell um eine horizontale Achse drehbar angebracht ist. An

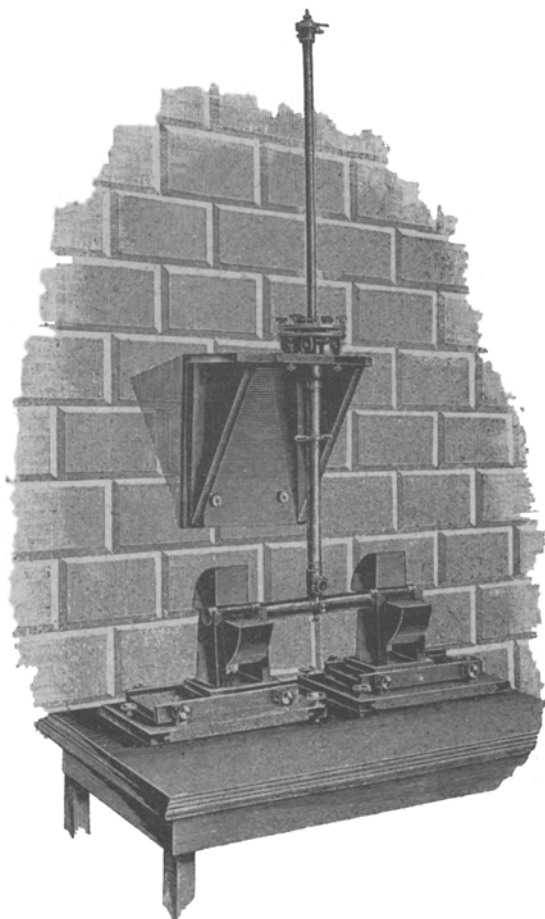


Fig. 2.

den beiden Enden (des Drehwagebalkens) ist auf das Rohr des Apparates je ein solcher Kompensator daraufgeschoben, und zwar so, daß sich die Kugeln des Balkens um die Mitte der Zylinderquadranten bewegen. Die Beobachtung geschieht durch Spiegelablesung, und zur Steigerung der Empfindlichkeit durch photographische Registrierung.

Die Empfindlichkeit des Instrumentes hängt von der Stellung der Kompensatoren gegen die Vertikale ab. Wenn die Bleiquadranten sich in einer vertikalen Lage befinden, nämlich der eine über und der andere unter den Drehwagekugeln, dann wird die Empfindlichkeit des Instrumentes nicht beeinflusst,

weil in dieser Stellung die Kompensationsmassen auf den in der Horizontalen sich bewegenden Balken vertikale Kräfte ausüben. Wenn aber die Kompensatoren eine geneigte Lage haben, also ihre Massen sich seitwärts des Balkens befinden, dann haben die von den Quadranten ausgeübten Kräfte auch horizontale Komponenten. In der Mittellage des Balkens halten sich diese von entgegengesetzten Seiten kommenden, von den gleichen Quadranten ausgeübten Kräfte das Gleichgewicht. Wenn aber der Balken durch Anziehung einer äußeren Masse aus seiner zentralen Lage weicht, dann halten sich die Kräfte eines Quadrantenpaares nicht mehr das Gleichgewicht, und die Amplitude wird durch die Attraktion der Kompensationsmassen vergrößert. Je größer die Neigung der Kompensatoren zur vertikalen Lage, um so größer ist die Empfindlichkeit des Instrumentes. Die Theorie¹⁾ gibt den genauen Zusammenhang zwischen der Neigung der Kompensatoren und der Empfindlichkeit des Apparates. Theoretisch läßt sich die Empfindlichkeit dieses Instrumentes nach Belieben bis ins Unendliche steigern. In der Praxis ist diese Steigerung durch den Umstand begrenzt, daß eine Steigerung der Empfindlichkeit auch eine Zunahme der Störungen nach sich zieht, so daß für deren Ausschluß Sorge getragen werden muß, was mit geeigneten Einrichtungen in ziemlich weitem Maße auch möglich ist.

3. Einen besonderen Teil der Untersuchungen bilden die früheren Versuche Eötvös' zur Klärung der Frage, ob nicht bezüglich der Gravitation die den Zwischenraum ausfüllenden Me-

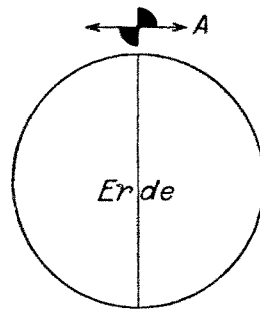


Fig. 3.

dien eine der Absorption ähnliche Wirkung ausüben, ob sie die Anziehungskraft nicht absorbieren, verringern. Bei diesen Experimenten verwendeten wir den Gravitations-Kompensator, und zwar untersuchten wir nach besonderen Verfahren, in welchem Maße die Anziehungskraft der Erde durch die dazwischenliegenden Kompensationsbleimassen beeinflusst wird. Wenn nämlich die Quadranten des Kompensators so gestellt sind, wie in Fig. 3, dann wirkt die Anziehung der einen Hälfte der Erdkugel un-

¹⁾ Sie ist in folgender Abhandlung zu finden: R. v. Eötvös, *Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus*. Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge, Bd. 59, 1896.

mittelbar, die der anderen Hälfte durch den Bleiquadranten hindurch auf den Drehwagebalken. Die Anziehung der beiden Erdkugelhälften muß im Falle einer Absorption verschieden sein und ein Drehungsmoment hervorbringen, welches nach A, also nach jener Seite gerichtet ist, auf welcher die Absorption einen kleineren Wert hat. Wenn die Kompensatoren um 90° verdreht werden, so muß sich die Wirkung der Absorption selbstverständlich der vorigen entgegengesetzt zeigen. Um die aus der nicht ganz genauen Gleichheit der Bleiquadranten und nicht ganz genauen zentralen Lage des Balkens herrührenden Fehler zu eliminieren, wird die Beobachtung in je vier, miteinander 90° bildenden Kompensatorstellungen vorgenommen. Aus diesen Daten kann man die Absorption der Bleiquadranten genau bestimmen. Durch Umrechnung der Beobachtungsergebnisse kommen wir zum Resultate, daß eine Bleiplatte von 1 m Dicke jedenfalls einen geringeren Betrag als $\frac{1}{2\ 000\ 000\ 000}$ der Anziehungskraft der Erde absorbiert. Dementsprechend ist die Absorption einer Bleiplatte von der Dicke des Erddurchmessers jedenfalls geringer als $\frac{1}{500}$. Vorläufig steht erst eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Beobachtungen zur Verfügung; durch entsprechende Versuchsreihen wird sich die Genauigkeit wohl wesentlich steigern lassen.

4. Endlich untersuchten wir auch die *radioaktiven Stoffe*. So verglichen wir nach der Eötvöschens Methode die Anziehung des *Radiumbromids* mit der des *Platins*. In Anbetracht der geringen Menge der radioaktiven Substanz ist auch die erzielte Genauigkeit geringer. Laut den Ergebnissen ist die eventuelle Differenz der Anziehungskräfte jedenfalls geringer als $\frac{1}{2\ 000\ 000}$.

Bei weiteren Versuchen wurde ein Radiumpräparat in ein Röhrchen eingeschlossen im Inneren des Instrumentes nahe dem Platingewicht des Drehbalkens angebracht. Merkwürdigerweise ließ sich je nach der Lage des Präparates zum Balken eine anziehende oder abstoßende Wirkung beobachten. Die Ursache dieser Wirkungen liegt jedoch nicht in der radioaktiven Substanz. Bringt man nämlich ins Innere des Instrumentes statt des Präparates ein kleines Glasröhrchen, in das ein dünner Platindraht eingeschmolzen war, und würde dieser von außen mittels des elektrischen Stromes in dem Grade zum Glühen gebracht, daß seine Wärmeproduktion der des Radiumröhrchens gleichkam, so trat je der Lage des Röhrchens gemäß quantitativ dieselbe abstoßende oder anziehende Wirkung auf, wie bei dem Radiumpräparate. Dementsprechend hängen die beobachteten Wirkungen nur mit den Erwärmungserscheinungen zusammen. Auf Grund dessen kommt somit den radioaktiven Stoffen nicht irgend eine spezifische anziehende oder abstoßende Wirkung zu, desgleichen wird auch die Anziehungskraft der Erde nicht in bemerkbarer Weise durch dieselben absorbiert.

Das Endresultat unserer Experimente läßt sich kurz in folgendem zusammenfassen: *Wir haben eine Reihe von Beobachtungen angestellt, die an Genauigkeit alle vorangehenden übertrafen, doch konnten wir in keinem einzigen Falle eine bemerkbare Abweichung vom Gesetze der Proportionalität der Trägheit und Gravität entdecken.*

*

Nach Abschluß dieser Untersuchungen stellte in neuester Zeit *Einstein* seine *allgemeine Relativitätstheorie* auf. Das Gesetz der Proportionalität von Trägheit und Gravität bildet einen Grundpfeiler dieser hochbedeutenden Theorie, der exakte experimentelle Nachweis seiner Festigkeit hat daher bedeutend an Gewicht gewonnen.

Die bei unseren Versuchen erzielte Genauigkeit kann nur dann ihrer wahren Bedeutung nach gewürdigt werden, wenn man die Umstände dieser Bestimmungen in Betracht zieht. Die Genauigkeit unserer Beobachtungen beträgt durchschnittlich $\frac{1}{200\ 000\ 000}$. Um dies zu erreichen, mußten wir, wie bereits ausgeführt wurde, mit unserem Instrumente eine Richtungsänderung der Schwerkraft von $\frac{356}{200\ 000\ 000}$, das ist ungefähr $\frac{1}{600\ 000}$ Bogensekunde, gerade noch wahrnehmen können. Unter diesem Winkel würde man von der Erde aus einen auf der Mondoberfläche befindlichen, ca. $\frac{1}{3}$ cm langen Gegenstand sehen. Diese überraschende Tatsache führt die Empfindlichkeit des genialen Instrumentes *Baron Roland v. Eötvös'* sozusagen handgreiflich vor Augen, und daraus erklärt sich, daß damit mittelbar die Richtungsänderungen der Schwerkraft mit solcher Genauigkeit meßbar waren. Es gibt sogar noch einen Fortschritt auf diesem Wege: unsere neueren Torsionsdrähte sind bereits besser als die bisher verwendeten, und mit dem Gravitationskompensator wird sich die Genauigkeit sicher noch steigern lassen; die tatsächliche Durchführung dieser Arbeit jedoch ist der Zukunft vorbehalten.

Besprechungen.

Hillebrand, F., Ewald Hering, ein Gedenkwort der Psychophysik. Berlin, J. Springer, 1918. 108 S. Preis M. 5,60.

Vor Jahresfrist ist einer der größten deutschen Denker, *Ewald Hering*, zu Grabe getragen worden, ohne daß eigentlich die wissenschaftliche Welt diesen Verlust voll empfunden hätte. Es liegt dies nur zum Teil an dem alle Gedanken und Leidenschaften auf sich konzentrierenden politischen Geschehen der Zeit, vor allem wohl daran, daß *Hering* auf so verschiedenen Gebieten der Wissenschaft Grundlegendes geleistet hat, daß gerade von seinen engeren Fachgenossen bisher nur relativ wenige die umfassende geistige Kraft dieses Mannes voll erkannt haben.

Es ist deshalb auf das dankbarste zu begrüßen, daß der aus *Herings* Schule hervorgegangene Innsbrucker Psychologe *Hillebrand* den Versuch unternommen hat, an der Hand einer ausführlichen Besprechung von *Herings* sinnesphysiologischen und psychophysischen Arbeiten die außerordentliche Bedeutung aufzuzeigen,