

## ÜBER DIE ANZIEHUNG DER ERDE AUF VERSCHIEDENE SUBSTANZEN.

Von Dr. ROLAND Baron EÖTVÖS,

O. M. UND Z. Z. PRÄSIDENT DER AKADEMIE, PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU BUDAPEST.

Gelesen in der Sitzung der Akademie vom 20. Januar 1889.

Aus: «Akadémiai Értesítő» (Anzeiger der Akademie) Jahrgang 1890, Februarheft pp. 108—110.

Von den Sätzen, auf welche NEWTON seine Gravitations-  
theorie gründete, ist jener einer der wichtigsten, welcher besagt,  
dass die Anziehung, welche die Erde auf irdische Körper ausübt,  
der Masse der Körper proportional und unabhängig von ihrer ma-  
teriellen Constitution ist.

Schon NEWTON bestätigte diesen seinen Satz durch Versuche.  
Er begnügte sich nicht mit dem schon vor ihm bekannten Schul-  
experiment, welches zeigt, dass im leeren Raume die Feder und die  
Münze gleich schnell fallen; er benützte zu diesem Zwecke die Pen-  
delbewegungen, welche viel genauer zu beobachten sind. Er verfer-  
tigte Pendel, in welchen gleich schwere Körper von verschiedener  
Substanz: Gold, Silber, Blei, Glas, Sand, Kochsalz, Wasser, Ge-  
treide und Holz sich auf Kreisbögen von womöglich gleichen  
Radien bewegten und indem er ihre Schwingungsdauer beobach-  
tete, konnte er zwischen ihnen keinen Unterschied constatiren.

Ohne Zweifel sind diese Versuche von NEWTON viel genauer,  
als die genannten Schalexperimente; doch beträgt ihre Genauig-  
keit kaum mehr als ein Tausendstel, so dass sie streng genommen  
nur so viel beweisen, dass die Differenz in den Beschleunigungen  
der in den Pendeln verwendeten Körper nicht mehr, als den tau-  
sendsten Teil ihres Wertes beträgt. Dieser Grad der Genauigkeit  
kann bei der Entscheidung einer so wichtigen Frage nicht als  
genügend betrachtet werden und darum hielt BESSEL im Ver-

laufe seiner klassischen Pendelversuche eine erneute Untersuchung für notwendig.

Durch seine Messungen, die er bezüglich der Schwingungen von Gold, Silber, Blei, Eisen, Zink, Messing, Marmor, Thon, Quarz und der Meteoriten-Substanz ausführte, bewies er unzweideutig, dass in den gravitationalen Beschleunigungen dieser Körper keine grössere Abweichung bestehen kann, als ein Fünfzigtausendstel dieser Beschleunigung. Doch auch das genügt noch nicht. BESSEL bemerkt treffend, es wird immer von Interesse sein, die Richtigkeit dieses Satzes mit der Genauigkeit zu prüfen, welche die sich vervollkommnenden Hilfsmittel des fortschreitenden Zeitalters zu erreichen erlauben.

Vornehmlich aus zwei Gründen ist diese Untersuchung wünschenswerth. Erstens darum, weil der Satz von NEWTON die Grundlage dessen bildet, dass wir die Masse der Körper durch ihre Schwere auf der Waage bestimmen können, es erfordert also die Logik, dass die Richtigkeit des Grundsatzes wenigstens bis zu jenem Grad der Genauigkeit bewiesen sei, welche wir bei der Wägung erreichen können; und dieser erreicht bedeutend mehr, als ein Fünfzigtausendstel, ja sogar mehr, als ein Millionstel. Zweitens weil die Versuche von NEWTON und BESSEL sich nur auf solche Körper erstrecken, welche von einander, was ihre materielle Constitution anbelangt, im Verhältniss wenig Verschiedenheit zeigen und sie lassen die Frage bezüglich der viel dünneren gasartigen Körper beinahe ganz offen. Aus den Versuchen von BESSEL können wir höchstens so viel folgern, dass die Anziehung auf die Luft von jener auf feste Körper nicht mehr, als ein Fünfzigtausendstel Teil abweicht.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen über Massenanziehung richtete sich meine Aufmerksamkeit auch auf diese Frage und indem ich ihre Lösung auf ganz anderem Wege anstrebte, als NEWTON und BESSEL und eine viel grössere Genauigkeit erreichte als sie, habe ich es für wert gefunden den Gang meiner Betrachtungen und die Resultate meiner Versuche der geehrten Academie vorzulegen.

Die Kraft, in Folge deren die Körper im leeren Raume zur Erde fallen und welche die Schwere genannt wird, ist die Resultante von zwei Componenten, nämlich der Anziehung der Erde

und der Centrifugalkraft, die aus der Umdrehung der Erde entsteht. Diese zwei Componenten sind einander im allgemeinen weder gleich noch entgegengesetzt gerichtet, sondern sie bilden mit einander einen Winkel, welcher nahe gleich dem Complementärwinkel der geographischen Breite ist. Die Richtung der Resultante ist von diesen Componenten abhängig; es ist also klar, dass in demselben Punct der Erde, da die Centrifugalkraft der Körper von gleicher Masse gleich ist, die Schwere dieser Körper verschieden gerichtet sein müsste, wenn die Anziehungskräfte auf sie verschiedenen wären.

In Budapest bewirkt die Centrifugalkraft eine Abweichung nach Süden von ungefähr 5' und 56'' das ist 356'' von der Richtung der Anziehung der Erde. Durch Rechnung finden wir, dass wenn die Anziehung der Erde auf zwei Körper von gleicher Masse, jedoch von verschiedener Substanz um ein Tausendstel verschieden wäre, die Richtungen der Schwere der beiden Körper mit einander einen Winkel von 0.356 Sec., das ist ungefähr eine Drittel Secunde bilden würden; und wenn die Differenz in der Anziehungskraft ein Zwanzigmillionstel betrüge, müsste dieser Winkel 356/20 Mill. S. haben, das ist etwas mehr, als ein sechzigtausendstel Secunde.

Zur Beobachtung der in der Richtung der Schwere eventuell auftretenden so kleinen Unterschiede, sind das Bleiloth und die Libelle nicht genügend empfindlich. Gut verwendbar ist aber die Torsionswaage, so wie ich sie zur Beobachtung der in der Richtung der Schwerkraft auftretenden kleinen Unterschieden bei anderen Versuchen schon verwendete.

Ich befestigte in meinen Torsionswaagen an den Enden eines Waagebalkens von 25—50 cm. Länge, welcher an einem dünnen Platindraht hing, einzelne Körper von ungefähr 30 gr. Gewicht. Nachdem der Balken senkrecht auf den Meridian gestellt wurde, bestimmte ich genau seine Lage mittels eines sich mit ihm bewegenden und eines an den Kasten des Instrumentes befestigten Spiegels. Dann drehte ich das Instrument sammt Kasten um 180°, so zwar, dass der Körper, der sich früher am östlichen Ende des Balkens befand, jetzt an das westliche Ende kam und nun bestimmte ich von neuem die Lage des Balkens zum Instrument.

Wenn die Schweren der an den beiden Seiten angebrachten Körper verschieden gerichtet wären, so müsste eine Torsion des Aufhängedrahtes erfolgen. Das zeigte sich aber nicht, wenn mit der auf der einen Seite constant angebrachten Messingkugel auf der anderen Seite Glas, Korkholz oder Antimonit-Kristalle befestigt waren; und doch müsste eine Abweichung von  $\frac{1}{60000}$  Sekunden in der Richtung der Schwerkraft eine Torsion von einer Minute, welche genau beobachtbar ist, hervorrufen.

Ich untersuchte dann auch insbesondere, wie sich die Sache bezüglich der Luft verhält. Auf die sich in der Luft bewegenden Körper wirkt eine auftreibende Kraft, welche der Schwere der verdrängten Luft gleich, aber entgegengesetzt gerichtet ist. Wenn also die Schwere der Luft anders gerichtet wäre, wie die anderer Körper, so müsste sich dieser Umstand in den oben beschriebenen Versuchen in der Torsion des Drahtes manifestiren. Natürlich wäre die Torsion nicht dem Gewichte des in der Luft schwimmenden Körpers, sondern jenem der verdrängten Luft proportional. Um Letzteres möglichst zu vergrößern, befestigte ich an einem Ende des Balkens eine leere Glaskugel, die ein Volumen von 120 Cubikcentimeter hatte, während ihr Gewicht 30 gr. betrug, so dass der Auftrieb der Luft ungefähr  $\frac{1}{200}$  des Letzteren ausmachte. Es erforderte eine grosse Vorsicht von diesen Körper von relativ grossem Volumen den störenden Einfluss der Luftströmung und der Strahlung auszuschliessen und den Balken in sicheres Gleichgewicht zu bringen. Dies gelang nur in dem ruhigen Keller des physikalischen Institutes der Budapester Universität bei Nacht und zwar dadurch, dass ich die Gleichgewichtslagen mittels photographischer Apparate bestimmte.

Eine Torsion konnte ich auch in diesem Falle nicht beobachten, so dass eine Abweichung von dem Satze NEWTON's auch meine Versuche, welche doch mehr als um das 400-fache genauer sind als jene BESSEL's, nicht zeigen.

Ich kann daher mit Recht behaupten, dass wenn überhaupt eine Differenz in der Schwere der Körper von gleicher Masse, jedoch verschiedener Substanz vorhanden ist, diese in Bezug auf Messing, Glas, Antimonit und Korkholz kleiner ist als ein Zwanzigmillionstel, in Bezug auf Luft und Messing aber gewiss kleiner als ein Hunderttausendstel.

---