

Das Räthsel der Schwerkraft.

Vortrag, gehalten am 13. April 1881 von Dr. C. G. ROTHE.

Die Ausführungen des Vortrags lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die Frage nach der Ursache der Gravitationserscheinungen hat während der letzten Jahre in vorragender Weise das Interesse sowohl der Naturforscher als der Philosophen in Anspruch genommen, ein Beweis, dass sie eine Frage von tiefer Bedeutung sein muss in einer Zeit, deren Tendenz darauf gerichtet scheint, alle die sogenannten „Naturkräfte“ auf eine einzige Urkraft, aus welcher jene einzelnen sich ableiten lassen, zurückzuführen.

Ehe man von der Kugelgestalt der Erde etwas wusste, hielt man die Erscheinung des Fallens der Körper „nach unten“ für eine so einfache und selbstverständliche, dass man nach einer Ursache derselben gar nicht fragte. Epikur (300 v. Chr.) war der erste Naturforscher, welcher eine wissenschaftliche Erklärung suchte. Er fand sie in einer allen Körpern zukommenden Eigenschaft, der Schwere, welche sie zwingt, auf die Erde zu fallen, und welche sich so wenig von ihnen trennen lasse, wie ihre übrigen Eigenschaften, z. B. Ausdehnung, Gestalt, Härte, Farbe etc. Für ihn lag also die Ursache der Gravitation in den fallenden Körpern allein, nicht in der Erde.

Schwieriger erschien die Erklärung, nachdem Copernikus die Erde als eine frei im Weltraum schwebende Kugel gezeigt. Das „Oben“ war nun der Weltraum, das „Unten“ der Mittelpunkt der Erdkugel.

Huyghens in Amsterdam war nach dem Wiedererwachen der Naturwissenschaften im 17. Jahrh. der erste, welcher (1690) die Erklärung des Falles der Körper nach dem Erdcentrum durch eine den Körpern innewohnende, eigene Kraft (einen „appetitus“, sich mit dem Ganzen zu vereinigen) für ungenügend und widersinnig erklärte und seine eigene „Grundhypothese“ (hypothesis principua) aufstellte, nach welcher die Erde weit hinaus von einer äusserst feinen Materie umgeben sei, deren kleinste Partikelchen (unsere „Aetheratome“) in reissender Geschwindigkeit nach allen Richtungen hin sich kreisförmig um die Erde bewegten, und zwar in unendlich vielen concentrischen Schichten. Komme nun ein Körper zwischen diese Wirbelschichten, so könne er nicht einer einzelnen derselben folgen, sondern werde durch ihre sich begegnende Bewegung nach dem Centrum, d. i. dem Mittelpunkte der Erde hingetrieben.

Huyghens zeigte diesen Vorgang an einem Experimente, dessen Nichtzutreffen leicht nachzuweisen, während die „Grundhypothese“ der bewegten Aetheratome bewusst oder unbewusst die Grundlage aller neueren Versuche einer mechanischen Erklärung der Gravitationserscheinungen geblieben ist.

Während es sich für Huyghens noch immer nur um den Fall der Körper auf der Erdoberfläche handelte, trat gleichzeitig sein grosser Zeitgenosse Isaac Newton mit seiner alles überragenden Entdeckung des allgemeinen Gravitationsgesetzes hervor, indem er zeigte, dass dieselbe Ursache, welche die Körper zwingt, auf die Erde zu fallen, das ganze Sonnensystem zusammenhalte und die Planeten in ihren festen Bahnen um die Sonne führe. Die Planeten und alle Körper

im Raume „ziehen sich gegenseitig an“, und zwar proportional ihren Massen, umgekehrt proportional dem Quadrate ihrer Entfernung von einander.

Den Ausdruck „Anziehung“ indessen braucht Newton nur als einen die Erscheinung und die mathematische Formel des Gesetzes am besten veranschaulichenden, verwahrt sich aber ausdrücklich dagegen, über die physikalische Ursache der Erscheinung damit etwas Bestimmtes gesagt zu haben. „Hypotheses non fingo.“

Gleichwohl galt die den Massen innewohnende Anziehungskraft durch fast zwei Jahrhunderte als Newtons Anschauung und wurde ohne Diskussion als Dogma acceptirt, weil sie das durch Erfahrung durchaus bestätigte Gravitationsgesetz in allen Punkten auf die einfachste, anschaulichste Weise erklärte.

Erst in neuerer Zeit erhoben sich Stimmen gegen die unerklärte Fernwirkung einer „Anziehungskraft“ der Massen ohne Vermittelung eines Mediums, welche in der Natur kein Analogon findet, und seit Lesage (1796) mehrte sich die Zahl derer, welche an die Stelle einer geheimnissvoll in die Ferne wirkenden Kraft der gegenseitigen Anziehung die mechanische Bewegung der Massen gegen einander durch eine von aussen auf sie einwirkende bewegende Kraft setzten.

Alle diese Versuche haben das Gemeinsame, dass sie die bewegende Kraft in den unendlichen Raum erfüllenden Weltäther verlegen, dessen entweder elastische (Spiller, Lesage, Schramm) oder unelastische (Fritsch, Secchi, Isenkrahe) Atome in wellenförmiger (fibrirender) oder geradliniger Bewegung von ungeheurer Geschwindigkeit nach Analogie der kinetischen Gas-theorie gedacht werden. Treffen nun die massenhaften Wellen oder Ströme dieser Aetheratome auf zwei in irgend einer Entfernung des Raums sich gegenüberstehende Körpermassen, so sind die einander zugewandten Seiten (die „Innenseiten“) der letzteren durch

ihre Massen selbst gegen den Stoss der von aussen kommenden zum Theil geschützt; d. h. die „Aussen-seiten“ der Körper empfangen mehr Aetherstösse oder Wellen als die „Innenseiten“. Es findet demnach ein Ueberdruck von aussen statt, welcher die Körper zwingt, sich einander zu nähern, wodurch der Schein entsteht, als thäten sie dies infolge einer gegenseitigen Anziehung.

Auf dasselbe Princip zurückführbar sind auch die Systeme von Anderssohn (Massendruck der Sterne, vermittelt durch den Weltäther) und von Dellingshausen¹⁾ und J. G. Voigt (Wellenbewegung der continuirlichen, nicht atomistischen, das All bildenden Materie).

Nur Zöllner und neuerdings Gilles (Essen) halten an der unvermittelten, fernwirkenden Anziehung fest, der erstere, indem er diese Kraft den empfindenden, belebten Atomen selbst zuschreibt, der letztere, indem er die Atome ebenfalls als mit einer Art Empfindung begabte Kraftcentren der einen den Welt-raum erfüllenden Substanz bezeichnet.

Für letztere beiden ist daher auch die Schwerkraft, da sie keines Mediums bedarf, eine momentane, zeitlos durch das Universum wirkende, während die mechanische Erklärung der Gravitation durch Aetherdruck von aussen eine Zeit der Fortpflanzung voraussetzt. Vielleicht gelingt es, auf experimentalem Wege festzustellen, ob z. B. die von der Sonne auf die Körper der

¹⁾ In seiner neuesten Veröffentlichung (Kosmos, 1884) widerruft D. seine frühere Ansicht und glaubt das Problem der Gravitation endgiltig gelöst zu haben, indem er eine ewige wellenförmige Kreisbewegung der Materie im Innern der Körper und infolge der Interferenzhemmungen der Wellen eine Aufspeicherung latenter Kraft im Innern jedes Körpers annimmt, durch deren Auslösung die Erscheinungen der Wärme, des Lichtes der Elektrizität etc., sowie der Schwere bewirkt werden.

Erdoberfläche ausgeübte „Anziehung“ eine gewisse Zeit braucht²⁾.

Wir haben also zwei Erklärungsweisen neben einander, eine transcendente (geheimnissvolle Fernwirkung) und eine mechanische (Aetherdruck).

Ist nun durch diese Versuche das Räthsel gelöst?

Auf beiden Seiten stehen sich Hypothesen gegenüber, deren Berechtigung durch den Mangel unmittelbarer Anschauung gegeben ist.

Von einer Hypothese ist zu verlangen, dass sie 1. nichts enthalte, was für unser Denken unfassbar ist, also den Gesetzen unseres Denkens widerspricht, 2. Alles, was sie erklären soll, wirklich auf ungezwungene, einfache Weise erkläre.

Der zweiten Anforderung entspricht nun im weitesten Umfange die Hypothese der gegenseitigen „Anziehung“ aller Massentheile, nicht aber der ersten. Denn eine durch kein Medium vermittelte Wirkung in die Ferne lässt sich in keiner für unser Denken fassbaren Weise erklären. Wie wir uns auch die Bewegung einer Masse durch eine Kraft veranschaulichen mögen, stets wird sie durch unmittelbare oder mittelbare Berührung übertragen und erfolgt in der Richtung des Stosses (*vis a tergo*).

Die Druck- oder Stosstheorie entspricht vollkommen der ersten Anforderung, lässt aber bezüglich der zweiten bedenkliche Zweifel bestehen. Dass die Stoss- oder Druck-

²⁾ Um 12 Uhr Mittags muss derselbe Körper, auf einer Federwaage gewogen, etwas leichter sein, als um Mitternacht. Braucht nun die Gravitation keine Zeit, so muss diese Gewichtsverminderung etwas vor 12 Uhr eintreten, da die Sonne in Wirklichkeit 8 Minuten früher im Meridian steht, ehe sie unserem Auge dort erscheint (Lichtzeit). Träte aber die grösste Gewichtsverminderung genau mit dem optischen Eintritte der Sonne in den Meridian ein, so wäre bewiesen, dass die Gravitation die gleiche Zeit braucht, wie das Licht.

kraft des Aethers auf zwei einander gegenüberstehende Körper ebenfalls im umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung derselben wirken muss, ist, da die Stösse von allen Seiten des Weltraumes, der für jeden gegebenen Punkt als kugelförmig sich ausbreitend zu denken ist, wirken, selbstverständlich, da die Kugelflächen sich verhalten wie die Quadrate der Radien.

Anders verhält es sich mit der Proportionalität der „Anziehung“ zu den Massen. Der gegenseitige Schutz zweier Körper vor den von aussen kommenden Aetherstössen, der „Druckschatten“, kann nur dann den Massen proportional sein, wenn jedes einzelne Atom der Körper dabei mitwirkt, d. h. eine entsprechende Quantität der Aetherstösse auffängt. Denkt man sich nun die Körpermassen als aus neben und hintereinander liegenden Atomschichten bestehend, und werden die fliegenden Aetheratome als unelastisch gedacht, so müssen die tiefer im Innern liegenden Schichten, sofern ihre Atome in gerader Linie hinter denen der äusseren liegen, durch letztere vor dem Anprall der Aetheratome geschützt sein, können also selbst den Stoss nicht empfangen, d. h. nicht „Druckschatten werfend“ gegenüber dem anderen Körper wirken. Die scheinbare Anziehungskraft würde sich demnach so verhalten, als ob diese geschützt liegenden inneren Atome gar nicht vorhanden, die Masse der Körper also geringer wäre, als sie es in Wirklichkeit ist.

Um diese Frage zu entscheiden, würde experimentell nachzuweisen sein, ob grosse Massen in ihrer Compaktheit weniger wiegen, als in feinste Theile zerrieben. Denn ob die Dichtigkeit der Planeten, wie Isenkrahe zum Schutze seiner Theorie meint, nicht vielleicht zu gering angenommen werde, lässt sich auf andere Weise ebenfalls nicht entscheiden, da ja ihre berechnete Dichtigkeit eben das Produkt aus ihrem Volumen und ihrer Anziehungskraft ist.

Am günstigsten liegen die Chancen für die Wiessner'sche Annahme eines in seiner Gesamtheit elastischen Aethers, dessen Atome, die „Kraftpunkte“, in longitudinalen und transversalen Schwingungen dieselbe Wirkung ausüben, als ob sie einzeln mit reissender Geschwindigkeit den Raum durchflögen. Da jedes Körperatom zusammengesetzter Massen nach dieser Theorie von einer Schicht elastischen Aethers eingehüllt zu denken ist, muss jeder von aussen kommende Stoss sich allen im Systeme befindlichen Atomen mittheilen, die Gesamtwirkung also der Zahl der Atome, d. i. der Masse der Körper proportional sein.

Isenkrahe verwirft die Elasticität des Aethers auch da, wo sie, wie bei Wiessner, nicht auf schon elastische Atome, sondern auf ein „Fundamentalgesetz des wesenhaften Raumes“ (?) zurückgeführt wird, weil sie unter allen Umständen eine noch unbekannte „Kraft“ voraussetze. Letzteres ist richtig. Aber auch er umgeht nur diese Frage mit der Vorsicht des Strausses, wenn er ganz willkürlich bewegte Aetheratome und träge Körperatome annimmt und nun verlangt, dabei müsse man sich beruhigen und das „ewige Warumfragen müsse eine Grenze haben“. Sehen wir aber von zwei Atomen das eine in Ruhe, das andere in Bewegung, und wissen wir, dass durch Stoss von aussen das erstere gleichfalls in Bewegung kommen kann, so drängt sich, da wir nicht beide Zustände für gleich selbstverständlich halten können, die Frage nach der Ursache der Bewegung des einen oder der Ruhe des anderen auf. Diese Frage erspart uns die Logik nie. Die Antwort kann aber nur lauten: entweder liegt die Ursache der Bewegung der Aetheratome in ihnen selbst, d. h. sie bewegen sich selbst aus eigener Kraft oder eigenem Willensimpuls, oder sie empfangen den Anstoss von aussen — aber woher dann? Mit anderen Worten: liegt die Urkraft der Bewegung in den Atomen? sind

sie das letzte Reale? oder liegt hinter ihnen noch ein Reales als Ursache der Bewegung?

Zur Vergegenwärtigung der bei Behandlung dieser durch keine der erwähnten Versuche gelösten und wahrscheinlich für immer unlösbaren Frage in Betracht kommenden Momente mögen folgende Thesen dienen:

1) Alle Massenbewegung ist auf Anstoss durch bereits in Bewegung begriffene Urbestandtheile der Materie (der Atome, des als Ganzes elastischen Aethers etc.) zurückzuführen.

2) Die Ursache dieser letzten Bewegung muss eine andere, als wiederum Anstoss von aussen sein, weil sie ja sonst nicht die letzte, ursprüngliche, sondern eine mitgetheilte Bewegung wäre, nach deren Ursache oder Uebertragungsquelle wir von neuem zu fragen hätten. Sie muss zwar selbst Bewegung sein, da von Unbewegtem Bewegung nicht ausgehen kann, aber sie muss selbst die Ursache ihrer eigenen Bewegung sein, d. h. sich selbst bewegen, also im Gegensatz zu dem von ihr in Bewegung Gesetzten lebendige Selbstthätigkeit (Energie) sein.

3) Die Bezeichnung dieser lebendigen Selbstthätigkeit mit dem Namen „Kraft“ ist nicht erschöpfend, da letzterer nur einen Begriff, eine wesenlose Abstraktion, eine Eigenschaft, also ein Prädikat darstellt, und eine wesenlose Kraft nicht sich selbst bewegen kann, weil ihr der zu bewegende Inhalt, die Substanz, fehlt.

4) Sie muss daher eine wesenhafte, substantielle Selbstthätigkeit oder eine selbstthätige, d. i. sich selbst bewegende Substanz sein.

5) Sie muss eine einheitliche, also einfache, das ganze Weltall in sich tragende, den unendlichen Raum nicht „erfüllende“, sondern bildende (constituirende) sein, für die es kein Aussen mehr giebt, deren innere Selbstbewegung die ewig in Bewegung begriffenen Atome (d. i. die Materie) und

die gesammten aus dieser Atombewegung resultirenden Naturerscheinungen darstellt. Sie muss, da sie nichts ausser sich hat, Grund ihrer selbst, daher unendlich und unveränderlich sein, während ihre innere Bewegung, deren Gesetze zugleich die des Empfindens und Vorstellens sind, einen ewigen Wechsel der Erscheinung (Werden und Vergehen) bedingt.

6) Gelänge es, den Namen „Raum“ der ihm anhaftenden Vorstellung der Leere, des Nichts zu entkleiden, so könnte man sagen: die Kraft ist der sich selbst bewegende wesenhafte Raum (Raumsubstanz), — die Materie die Erscheinung dieser Bewegung.

7) Freilich wäre dann der Raum selbst ein Reales, ja das Urreale, und nicht bloß eine uns angeborene, apriorische „Form der Anschauung“ der Aussenwelt.

8) Die Grenzen des naturwissenschaftlichen Erkennens liegen da, wo alle Sinneswahrnehmung, d. h. alle Bewegung, aufhört, da unsere Sinne nur durch Bewegtes erregt werden. Nicht das Wesen der Kraft oder Kraft-(Raum-)Substanz, sofern sie noch etwas ausser Bewegung ist, werden wir daher jemals erkennen, wohl aber bleibt es Aufgabe der Naturwissenschaft, dem Wirken dieser Ursbstanz, zu deren Annahme uns die Logik zwingt, bis auf ihre letzten und einfachsten Bewegungen nachzuforschen und die Gesetze dieser Bewegung auf die einfachste dem Menschengeniste fassbare Formel zurückzuführen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem Osterlande](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [NS_2_1884](#)

Autor(en)/Author(s): Rothe Karl (Carl)

Artikel/Article: [Das Räthsel der Schwerkraft 38-46](#)