

Ueber das Wesen der materiellen Anziehung, speciell über das Wesen der Schwere.

(Museums-Vortrag am 9. December 1870, von K. Robida.)
(Mit einer Tafel.)

Die Grundlage, auf welcher die Physik mit allen ihren Abzweigungen ruht, ist die materielle Anziehung. Aus ihr erklären wir die Schwere und die Gravitation, welche letztere uns über die Bewegungen der Himmelskörper Aufschluss giebt. Diese Anziehung hält man für eine Naturkraft, welche dem Wesen nach näher zu präcisiren bisher Niemanden gelungen ist. Mich bestimmen verschiedene Gründe, diese allgemein angenommene Naturkraft aus Schwingungen zu erklären, welche Erklärung bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft eine schwierige, aber doch nicht erfolglose sein dürfte.

Die Beobachtung, dass ein freigelassener Körper zur Erde fällt, ist so alt wie das Menschengeschlecht. Jedoch entwickelte erst Galiläi zu Anfang des 17. Jahrhunderts die Gesetze des freien Falles. Fast gleichzeitig entdeckte Kepler die Beschaffenheit der Planetenbahnen und gab die Hauptbewegungsgesetze dieser Himmelskörper an. Der eigentliche Begründer der Himmelsmechanik ist aber Newton, gegen Ende des 17. Jahrhunderts. Er war es auch, welcher die Ursache sowol des freien Falles, als auch die der Bewegung der Himmelskörper der materiellen Anziehung zuschrieb. Spätere Physiker, welche die Bewegungsgesetze vervollständigten, begnügten sich in ihren Erklärungen ebenfalls mit der Annahme der materiellen Anziehung. Mir schien die Annahme dieser Anziehung so wohlbegründet, dass ich sie als die einzige Naturkraft betrachtete, aus welcher sich alle Erscheinungen in der

unorganischen Natur erklären lassen müssten. Auf diese Voraussetzung habe ich meine „naturgemässe Atomistik“ gebaut und habe in dieser alle Zweige der Physik aus der materiellen Anziehung abzuleiten versucht. So gut begründet aber die Annahme einer materiellen Anziehung auch erscheint, so hatte ich doch später Bedenken gegen dieselbe, weil sie eine Kraft ohne Fortpflanzungsmittel in unermessliche Räume wirkend voraussetzt. Dieses veranlasste mich, über das Wesen der Schwere weiter nachzudenken, die materielle Anziehung als Kraft zu behandeln und ihrer Wirkungsweise nachzuforschen. Die wahrscheinlichste Bestimmungsweise der Schwere glaube ich nun in der überall verbreiteten schwingenden Bewegung der Körpertheilchen zu finden. Daher entsteht die Frage, ob schwingende Bewegungen der Körpertheilchen jene Körperbewegung zu bewirken im Stande sind, welche man bisher der materiellen Anziehung zuschrieb. Die Bejahung dieser Frage lässt das bekannte Mittönen gleichgestimmter Saiten vermuthen. Bevor ich die zur Beantwortung dieser Frage geeigneten Versuche selbst anstellte, erhielt ich den 139. Band der Poggenдорff'schen Annalen und fand darin Schellbach's Versuche über akustische Anziehung und Abstossung. Auf Seite 671 erzählt Schellbach, dass Metallkugeln von 120 Gramm Gewicht, welche sich in der Entfernung von 8 Centimeter vor der Mündung eines Resonanzkästchens aufgehängt befanden, bis zur Berührung mit dem Kästchen angezogen wurden. Diese Anziehung fand ich zwar bei Nachahmung der erzählten Versuche nicht. Auch handelt es sich hier nur um jene Einwirkung, welche ein in schwingender Bewegung befindlicher Körper auf einen andern ähnliche Schwingungen fähigen Körper übt. Dagegen hat Schellbach's Versuch mit zwei Ballonen aus Goldschlägerhäutchen, deren einer mit atmosphärischer Luft, der andere mit Wasserstoffgas gefüllt war, einen entscheidenden Werth. Ersterer wurde angezogen, der letztere abgestossen. * wie es meine Theorie voraussetzt und der nachgemachte Versuch mit der luftgefüllten Kalbsblase vor der tönenden Orgelpfeife bestätigt. Diese Erscheinung ist von dem aërodynamischen Paradoxon wesentlich verschieden, denn die luftgefüllte Kalbsblase, gegen welche durch eine Röhre Luft getrieben wird, erleidet eine Abstossung.

Was man unter schwingender Bewegung versteht, will ich kurz andeuten. Wird an der Stossmaschine eine der Elfenbeinkugeln gehoben und dann fallen gelassen, so bleiben alle gestossenen Kugeln scheinbar in Ruhe, nur die letzte springt ebenso hoch ab, so hoch die erste gehoben wurde. Daraus folgt, dass die stossende Kugel ihre ganze Stosskraft der getroffenen übergibt. Diese überträgt den Stoss auf die nächstfolgende, während sie selbst in Ruhe bleibt und nur die letzte, welche den Stoss keiner Kugel übergeben kann, macht die der Stosskraft entsprechende Bewegung. Diese Bewegung ganzer Körper nennt man Massenbewegung zum Unterschiede von der unsichtbaren Bewegung der kleinsten Körpertheilchen, welche Molekularbewegung heisst. Beim Stosse der Kugeln ist zugleich ein Schall wahrgenommen worden, welcher nicht in der Massenbewegung seinen Grund hat, sondern nur aus der Bewegung der kleinsten Kugeltheilchen erklärt werden kann. Die stossende Kugel hat nämlich die gestossene an der Berührungsstelle etwas eingedrückt und ein Elfenbeintheilchen aus seiner Ruhelage 1 nach a' verschoben, Fig. I. Das sich selbst überlassene Theilchen kehrt, weil der Zug mit Annäherung zur Ruhelage fortwährend abnimmt, mit ungleichmässiger Beschleunigung von a' nach 1 zurück. Hier hat das Theilchen die grösste Geschwindigkeit, der Zug aber ist 0, daher das Theilchen bei seinem Beharrungsvermögen über die Ruhelage geht, jedoch mit abnehmender Geschwindigkeit, weil es zur Ruhelage gezogen wird. Seine Bewegung ist aus dem oben angegebenen Grunde eine ungleichmässig verzögerte und dauert so lange, bis sie durch den Zug zur Ruhelage ganz vernichtet wird, d. h. das Theilchen entfernt sich jenseits eben so weit von der Ruhelage, als es diesseits der Ruhelage war, so dass $1d = 1a'$ ist. In d hat also das Theilchen wieder die Geschwindigkeit 0, es wird aber mit der grössten Kraft gegen die Ruhelage gezogen und bewegt sich von d über 1 nach a' genau so, wie früher von a' über 1 nach d . Diesen Hin- und Hergang des Theilchens nennt man eine Schwingung und die dazu verbrauchte Zeit Schwingungszeit. Diese Schwingung ist ganz analog dem Hin- und Hergang eines Uhrpendels. Beschreibt man mit dem Halbmesser $1a'$ aus der Ruhelage als Mittelpunkt einen Kreis und theilt dessen Umfang in 8 gleiche Theile, welche den 8 Achtern

der Schwingungszeit entsprechen, und fällt man Lothe von den Theilungspunkten auf die Schwingungsrichtung $a'd$, so erhält man die den einzelnen Achteln der Schwingungszeit zukommenden Wege $a'b$, b_1 , $1c$, cd , dc , c_1 , $1b$, ba' . Die Länge der Senkrechten bestimmt die in ihrem Fusspunkte herrschende Geschwindigkeit. Wählt man ferner die in der Richtung des Stosses liegenden Theilchen so, dass sich derselbe im ersten Achtel der Schwingungszeit bis 2, in den zwei ersten Achteln bis 3 u. s. w., in den acht Achteln bis 9 fortpflanzt: so wird das Theilchen 2 in a'' seine Schwingung beginnen, wenn das Theilchen 1 den Weg $a'b$ zurückgelegt hat; das Theilchen 3 wird seine Schwingung in a''' beginnen, wenn das Theilchen 1 den Weg $a'1$, das Theilchen 2 den Weg $a'b$ gemacht hat u. s. w. Das Theilchen 9 wird seine Schwingung in a_9 erst beginnen, wenn das Theilchen 1 seine zweite Schwingung in a' zu machen anfängt. Der Inbegriff der acht Theilchen mit Rücksicht auf ihre gegenseitige Lage, d. i. auf Dichtezustand, auf Richtung und Geschwindigkeit der Theilchen macht eine Welle aus. Sie ist aus der Verbindung der Standpunkte aller Theilchen vom ersten bis zum neunten bei vollendeter Schwingungszeit des ersten ersichtlich und besteht aus einer Vorderhälfte und einer Hinterhälfte; die Vorderhälfte ist hier verdünnt, weil die Schwingung des Theilchens 1 gegen die Fortpflanzungsrichtung begann. Bei Wasserwellen entspricht der verdünnten Hälfte das Thal, der verdichteten Hälfte der Berg der Welle. Die eben betrachteten Schwingungen der Kugeltheilchen nennt man longitudinale fortschreitende, weil die schwingende Bewegung in der Fortpflanzungsrichtung von Theilchen zu Theilchen fortschreitet. Eine gespannte, aus ihrer Ruhelage gebrachte Saite macht transversale stehende Schwingungen, weil sie senkrecht auf die Fortpflanzungsrichtung geschehen und Berg und Thal über einander liegend haben. Letztere Schwingungen kann man am Apparate von Lissajous am weissen Seidenfaden anschaulich machen.

Bei dem Versuche mit der Stossmaschine bilden sich also Wellen in den gestossenen Kugeln mit voranschreitender Verdünnung; aber auch gegen die Richtung des Stosses gehen gleiche Wellen in der stossenden Kugel. Dabei gerathen nicht bloss die in der Stosslinie liegenden Kugeltheilchen in Wellen-

bewegung, sondern wegen des gestörten Gleichgewichtes, alle Kugeltheilchen. Die schwingenden Kugelmolekel übertragen ihre Schwingungen an die angrenzenden Luftschichten, durch welche sie sich bis zum Ohre fortpflanzen und in uns die Wahrnehmung des Schalles hervorrufen. Die von den Elfenbeinkugeln an die atmosphärische Luft und von dieser an das Trommelfell übertragenen Schwingungen erzeugen ebenfalls Wellen, deren jede aus einer verdünnten und einer verdichteten Hälfte besteht. Die Wellen erleiden bei jedem Uebergange vom dichteren Mittel in das dünnere oder umgekehrt eine Zurückwerfung. Geschieht der Uebergang von einem dichteren Mittel in ein dünneres, von Elfenbein in Luft, so erleidet die zurückgeworfene Welle eine Umkehrung ihrer Wellenhälften; geschieht aber der Uebergang von dem dünneren in das dichtere Mittel, von Luft auf das Trommelfell, so behält die zurückgeworfene Welle ihre Hälftenanordnung bei. In jedem Falle schreitet aber die ankommende Welle auch im neuen Mittel fort, jedoch mit geringerer Stärke als sie angekommen ist. Die Erschütterung des Trommelfelles bedingt aber nicht nur die Wahrnehmung des Schalles, sondern sie befähigt uns auch zur Auffindung des Ortes der Schallquelle. Diese Befähigung suche ich in der Massenanziehung oder Abstossung des Trommelfelles durch die Schallwelle. Dass Massenbewegung in schwingende und umgekehrt, dass schwingende Bewegung in Massenbewegung übergehen kann, lehrt also der Versuch mit der Stossmaschine.

Auf die Vermuthung, dass schwingende Bewegungen eine Anziehung oder Abstossung der Massen bewirken müssen, brachte mich die Anziehung und Abstossung elektrischer und magnetischer Wellen. Die elektrischen Wellen sind geradlinig fortschreitende Wellen. Sie bringen, wie bekannt, mechanische Wirkungen hervor. Bei der Influenz z. B. tritt die positive elektrische Welle mit der verdichteten Wellenhälfte voraus aus dem influenzirenden Körper in den Isolator und wird von diesem in den influenzirenden Körper mit Umkehrung der Wellenhälften theilweise zurückgeworfen, theilweise pflanzt sie sich durch den Isolator in den Leiter fort. Diese directen, vom influenzirenden Körper kommenden, den Isolator schwach durchdringenden, in den Leiter gelangenden Wellen combiniren sich mit den durch Reflexion erregten. Bei beiden treten die analog

gelagerten Wellenhälften in den influenzirten Körper ein und bilden mit den Wellen des influenzirenden Körpers einen zusammenhängenden Wellenzug, in welchem Verdichtung und Verdünnung einander anziehen. Die aus dem influenzirenden Körper austretenden und die in dem influenzirten Körper eintretenden Wellen constituiren die ungleichnamigen Elektrizitäten und bewirken, dass das isolirt aufgehängte Holländermark-Kügelchen zum influenzirenden Körper eilt. Nach erfolgter Berührung beider Körper findet Abstossung statt, weil dem aus dem influenzirenden Körper austretenden Berge ein in den influenzirten Körper bereits eingetretener Berg entgegensteht. — Parallele elektrische Ströme ziehen sich an, wenn sie gleich gerichtet sind; sie stossen sich ab, wenn sie entgegengesetzt gerichtet sind, weil die Wellenzüge beider Ströme in eine und dieselbe Gerade zu kommen streben.

Magnetische Wellen sind um die Längenrichtung eines Magnetes schraubenförmig gelagert. Die Schraubengänge der Wellen eines Elektromagnetes sind parallel den Schraubengängen des um das weiche Eisen gewickelten, den elektrischen Strom führenden Kupferdrahtes, aber die Richtung der magnetischen ist entgegengesetzt jener der circulirenden elektrischen Wellen. Auch die magnetischen Wellen werden von Körpern, welche des Magnetismus nicht fähig sind, mit Umkehrung ihrer Wellenhälften reflektirt und diese reflektirten Wellen wirken auf erstere anziehend. Demnach erklärt sich die magnetische Vertheilung ebenso wie die Influenz und das dem Magnetpole gegenüber stehende Eisen erhält an seiner diesem Pole nächsten Stelle den ungleichnamigen Pol. Die beiden Wellensysteme bewirken eine Massenanziehung bis zur Berührung ungleichnamiger Pole. Diese Anziehung geht aber nicht in Abstossung über, weil nicht gleichnamige Wellenhälften, sondern ungleichnamige Kreisflächen einander gegenüber stehen. Diamagnetismus hat seinen Grund in der Eigenthümlichkeit, der meisten Körper, die magnetische Circulationswelle in geradlinig fortschreitende elektrische Wellen umzuwandeln, wobei sich der diese Wellen leitende diamagnetische Körper so stellt, dass seine vorherrschende Längenrichtung der Ebene der magnetischen Circulationswelle parallel liegt (äquatoriale Lage). Eine Bestätigung dieser Behauptung enthalten die Versuche.

welche in meinem „Magnetismus, Klagenfurt 1858, S. 12, II.“ zu lesen sind.

Lichtschwingungen sind uns ihrem Wesen nach besser bekannt, als elektrische und magnetische. Sie geschehen in einer oder in allen möglichen durch die Fortpflanzungsrichtung gelegten Ebenen senkrecht auf diese Richtung. Ob Lichtschwingungen geeignet sind, eine auffallende Massenanziehung hervorzubringen, wissen wir nicht. In den beobachteten Lichterscheinungen kennen wir keine Massenanziehung, wenn wir nicht den Fall, in welchem sich der im Schatten wachsende Baum dem Sonnenlichte zuneigt, hierher zählen wollen. Die chemischen Wirkungen des Lichtes gehören nicht zur Massenanziehung. Wol möchte ich die Thätigkeit des Auges, den ankommenden Lichtstrahl in entgegengesetzter Richtung bis zur Lichtquelle zu verfolgen, der Massenanziehung zuschreiben.

Wärmeschwingungen sind eine Modification der Lichtschwingungen. Sie finden in allen möglichen Ebenen statt, was die allseitige Ausdehnung eines erwärmten Körpers zeigt und gehen bei gehöriger Abkürzung der Schwingungszeit in sichtbare Lichtschwingungen über. Auch verwandelt sich die Molekularschwingung der Wärme leicht in Massenbewegung, welche Umsetzung man das mechanische Aequivalent der Wärme nennt.

Wenn wir nach der Ursache fragen, aus welcher sich schwingende Bewegungen gegenseitig anziehen, so finden wir diese in dem Streben der Wellenzüge derselben Art, sich zu einem einzigen Wellenzuge zu vereinigen, was offenbar nur dann statthaben kann, wenn der verdünnten Wellenhälfte des einen Zuges die verdichtete Wellenhälfte des andern Zuges entgegentritt. Aus eben dieser Ursache müssen sich Wellen, in denen eine Verdichtung der Verdichtung, oder eine Verdünnung der Verdünnung gegenüber steht, abstossen.

Aus dem Angeführten folgt, dass gewisse schwingende Bewegungen eine Massenanziehung bewirken und diese vorzugsweise die elektrischen, magnetischen, Wärme- und Schallschwingungen. Keine dieser Schwingungsarten ist jedoch bei der Schwerewirkung rein bemerkbar, daher müssen sie sich zu einer neuen Schwingungsart combiniren, welche als Schwere auftritt. Die bisherige Unkenntniss dieser Schwingungsart schliesst

ihre Existenz nicht aus. Denn die Erklärungen der verschiedenen Naturerscheinungen hat die Physik im Laufe der Zeit nach und nach erhalten, und was die Physiker einer früheren Generation oft für unmöglich hielten, haben spätere Physiker als ausgemachte Wahrheit kennen gelernt. Auch der Einwurf, dass Schwerschwingungen, wenn solche vorhanden wären, unserer Wahrnehmung wegen ihrer Intensität nicht entgehen könnten, verliert seine Kraft, wenn man bedenkt, dass unser Körper solche Schwingungen selbst mitmacht und wir deswegen zu ihrer Wahrnehmung ebenso wenig kommen, als wir uns des starken Luftdruckes bewusst sind.

Zur Ausnahme von Schwingungen, deren Resultat wir Schwere und Gravitation nennen, bestimmen mich nachstehende Gründe :

1. Die Intensität der materiellen Anziehung nimmt, sowie die Intensität des Lichtes, der Wärme, der Elektrizität, des Magnetismus und des Schalles, welche Erscheinungen zweifellos auf Schwingungen beruhen, mit dem Quadrate des Abstandes zwischen dem Schwingungscentrum und der Angriffsstelle ab. Diese Analogie kann nicht zufällig sein, sondern sie muss in dem Wesen der Erscheinungen ihren Grund haben.

2. Die Körper und ihre Theilchen sind nie in absoluter Ruhe, sondern in fortwährender Bewegung. Die Theilchenbewegung innerhalb sehr kleiner Grenzen muss, wenn wir sie mit unseren Sinnen auch nicht wahrnehmen, doch aus den Erscheinungen zugegeben werden. Dies gilt nicht blos von unserer Erde, sondern von allen Himmelskörpern, weil wir auch an diesen Körpern Licht und Wärme wahrnehmen, elektrische und magnetische Erscheinungen aber voraussetzen dürfen, weil nämlich diese Körper, wie die Spektralanalyse zeigt, aus Eisen und noch anderen Grundstoffen, welche sie mit der Erde gemein haben, bestehen. Die stattfindenden Schwingungen pflanzen sich fort entweder durch die zusammenhängende Masse desselben Körpers ohne bedeutende Reflexion, oder durch die feinere im Weltraum überall zerstreute Materie von einem Weltkörper zum andern, wo die Wellen aus dem feinen Zwischenmittel mit Umkehrung der Wellenhälften in den Schwingungserreger grossentheils zurückgeworfen werden. Im ersten Falle vermittelt der fortlaufende Wellenzug die Anziehung der Körpertheile,

im zweiten Falle üben die direkten Wellen einen Zug auf die reflektirten aus. Dieser Zug ist zwar ein gegenseitiger zwischen den beiden durch das feine Medium getrennten Körpern, doch wird in der Erscheinung der minder massenhafte Körper zu jenem mit grösserer Masse hingezogen. Die Stärke des Zuges richtet sich also nach dem Produkte der schwingenden Massentheilchen und wie bereits bemerkt wurde, nach dem reciproken Quadratwerthe der Distanz, sowie es die Anziehungsgesetze erfahrungsmässig fordern.

3. Wenn man das Gesagte auf Erklärung der Schwere anwendet, so findet man, dass vom Mittelpunkte der Erde als dem Bewegungscentrum Wellen ausgehen, durch feste und tropfbar flüssige Bestandtheile der Erde in allen möglichen Radiusrichtungen als ein und derselbe Wellenzug fortschreiten, auf der Erdoberfläche durch Luftschichten, wo sie mit Umkehrung ihrer Hälften reflektirt werden, zu irdischen Körpern gelangen und somit alle Körper der Erde zum Bewegungscentrum ziehen.

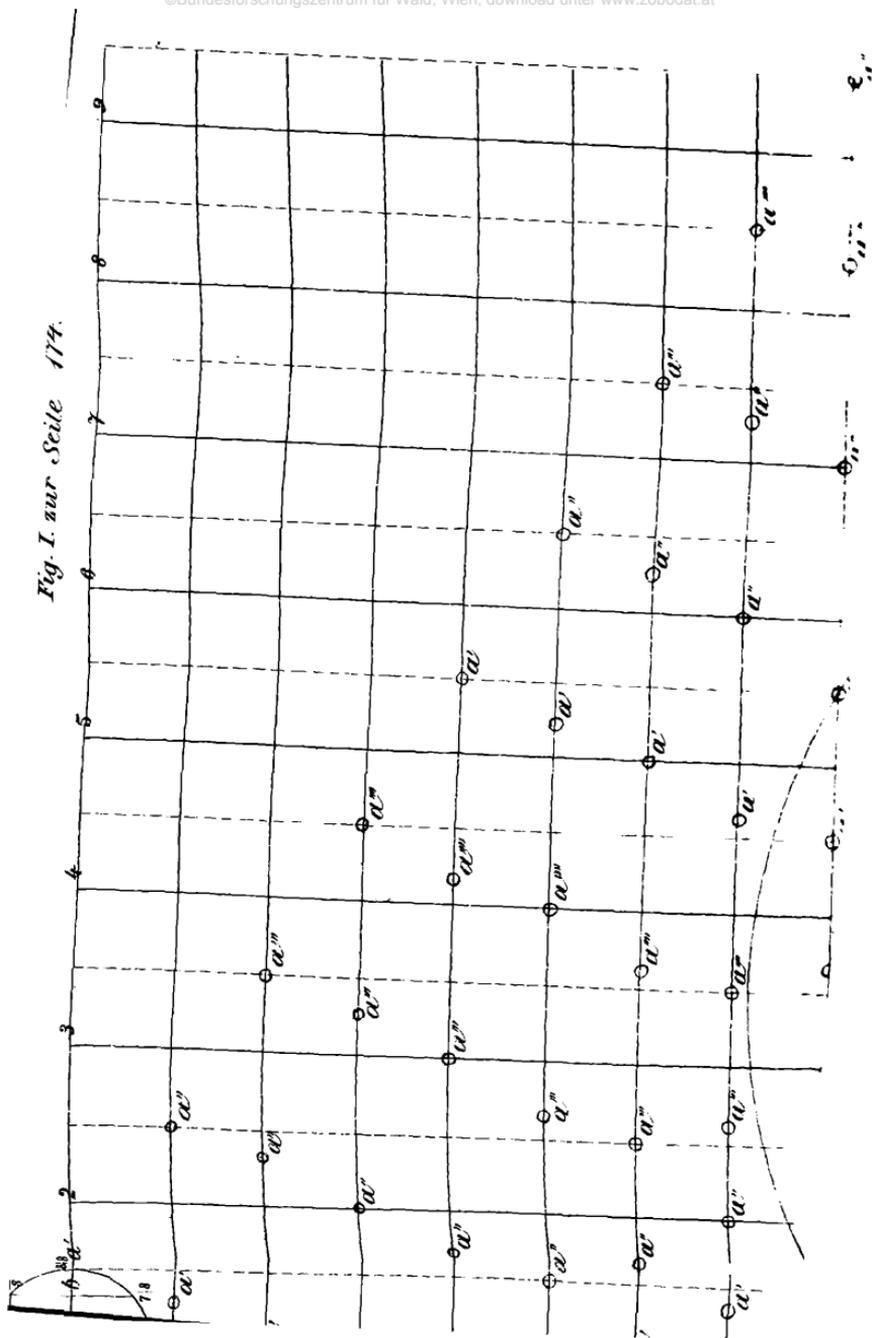
4. Alle in der Physik genannten Kräfte, die Molekularkräfte nicht ausgenommen, finden ihre Erklärung in der Bewegung der kleinsten Massentheilchen. Uns, die wir stets gehört und gelesen haben, dass die Aggregatzustände auf dem Stärkeverhältniss der molekularen Anziehung und Abstossung beruhen, und die wir diese Behauptung ohne tieferes Nachdenken hingenommen haben, fällt es allerdings schwer, die Ursache des starken Aneinanderhaftens zweier Eisentheile in der überhaupt schwer zugänglichen Wellenbewegung zu suchen. Wenn aber das starke Ueberwiegen der molekularen Anziehung über die Abstossung die Ursache der Eisenfestigkeit ist, warum lassen sich zwei Eisenstücke bei einem noch so gewaltigen Drucke nicht zu Einer Eisenmasse vereinigen? warum ist die Vereinigung der glühend heissen Stücke leicht, da doch durch Temperatur-Erhöhung die Volumina der Körper wachsen, also die anziehende Molekularkraft ab-, die abstossende zunimmt? — Der luftförmige Aggregatzustand soll sich durch vorherrschende Molekularabstossung charakterisiren und doch ist die Zusammendrückung der Gase leicht. — Sobald man aber die Molekularkräfte auf Theilchenschwingungen zurückführt, so ist es klar, warum die Eisenstücke bei hoher Tem-

peratur, bei welcher die Schwingungsintensität eine grosse ist, leicht aneinander haften; warum die Zusammendrückbarkeit der Gase bei ihrer geringen Molekelmasse eine grosse sein muss. Dass das Eisen bei einem gewissen Temperaturgrade schmilzt, dieses widerspricht nicht meiner Theorie der materiellen Anziehung. Denn in diesem Falle ist die Schwingungsintensität der Molekel so gesteigert, dass sie in jedem Augenblicke eine andere Gleichgewichtslage, um welche sie schwingen, erhalten.

Eine weitere Anwendung der schwingenden Bewegung auf Erklärung der in der Physik genannten Kräfte muss hier unterbleiben, damit mein Vortrag die ihm zugemessenen Zeitgrenzen nicht überschreitet. Nur will ich noch bemerken, dass es mir naturgemässer erscheint, die Schwere aus einer schwingenden Bewegung der Erdtheilchen, als aus der blossen Annahme einer materiellen Anziehung zu erklären.

Sollte meine in Hauptumrissen gegebene Ansicht über das Wesen der materiellen Anziehung Eingang finden und als richtig erkannt werden, so erleidet die systematische Behandlung der Physik eine gänzliche Umgestaltung und sie wird, statt auf angenommene Naturkräfte, nur auf reelle Bewegungen basirt werden.

Fig. I zur Seite 174.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten](#)

Jahr/Year: 1869

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Robida K.

Artikel/Article: [Ueber das Wesen der materiellen Anziehung, speciell über das Wesen der Schwere. 172-181](#)