

www.e-rara.ch

Kraft und Masse, Bildner des Kosmos

Mewes, Rudolf

Berlin, 1892-1894

ETH-Bibliothek Zürich

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-105471>

V. Kapitel. Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Principien.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

V. Kapitel.

Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Principien.

Nachdem in den vorhergehenden Kapiteln nicht nur die allgemeinen Gesetze der Aetherschwingungen auseinander-gesetzt sind, sondern gleichzeitig auch der Nachweis geführt worden ist, dass die Elektricität ebenso wie Licht und Wärme eine schwingende Bewegung ist, sollen in den nachfolgenden Darlegungen die Folgerungen gezogen werden, welche sich daraus für die wichtigsten Gebiete der Physik und Chemie, nämlich für die allgemeine Massenanziehung, für die Molekularkräfte und die chemische Verwandtschaft, ergeben. In erster Linie gedenke ich vom Standpunkte der Wellentheorie aus die Gravitation zu behandeln.

Bevor ich jedoch auf die Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Principien näher eingehe, möchte ich erwähnen, dass Newton selbst mit dem von ihm aufgestellten Gravitationsprincip insofern nicht zufrieden war, als dasselbe eine stofflich unvermittelte Fernwirkung annahm, und dass dieser grosse Naturforscher und Mathematiker der Ansicht war, dass eine unvermittelte Fernwirkung der Materie etwas Absurdes sei, und er dieselbe nur aus Mangel eines Besseren und namentlich darum gelten liess, weil sich dieselbe dem mathematischen Calcul ausserordentlich bequem und leicht anpasst. Die schon von Newton im Anschluss an diese Bemerkungen gestellte Aufgabe, das rein mechanische Grundgesetz, bezüglich denjenigen mechanischen Vorgang aufzudecken, aus dem die Gravitations-Erscheinungen sich nach mechanischen Principien als nothwendig ergeben, — diese äusserst schwierige Aufgabe, deren Lösung bereits so vielfach versucht worden ist, dürfte jedoch noch nicht völlig gelöst

sein. Wegen der Schwierigkeit eines solchen Unternehmens möchte ich daher, bevor ich auf Grund der Vibrationstheorie jenes Problem in Angriff nehme und der endgiltigen Lösung um einen nicht unbedeutenden Schritt näher zu bringen versuche, zur Einführung und zum besseren Verständniss meiner eigenen Darlegungen auf die wichtigsten früheren Arbeiten über diese Frage kurz eingehen.

Welche Ansicht Newton selbst, der Entdecker des Gravitationsgesetzes, über die Ursache der Schwere gehegt hat, darüber ist vielfach und lange hin und her gestritten worden, denn fast jeder Physiker, der eine eigene Gravitationstheorie aufgestellt hat, hat in den verschiedenen und theilweise sogar zweideutigen Aeusserungen Newtons über die Attractionskraft diejenige Vorstellungsweise, welche der eigenen am nächsten verwandt ist, gesucht und oft mit leichter Mühe herauslesen können. Der innere Grund hierfür ist lediglich darin zu suchen, dass Newtons Anschauungen über die Ursache der Gravitationserscheinungen in seinem langen wissenschaftlichen Leben wesentliche Wandlungen durchgemacht haben, denn von der ursprünglichen Hypothese, nach welcher der Aetherdruck die Bewegungen der Himmelskörper nach mechanischen Gesetzen bewirke und welche er bereits im Jahre 1675 in einer Arbeit der R. S. dargelegt hat, gelangt er schliesslich in allmählichen Abstufungen, wie aus den Briefen, die er an Boyle, Halley und Bentley in den Jahren 1678, 1686 und 1693 geschrieben hat, und aus der zweiten Ausgabe seiner Principien zu ersehen ist, zu der ganz entgegengesetzten Meinung, dass die Gravitation eine causa simplicissima sei, für welche keine mechanische Erklärung angegeben werden könne. Da jedoch die Vorrede, in der dieser Gedanke in scharfer, deutlicher Fassung ausgesprochen wird, nicht von Newton selbst, sondern von seinem Freunde Cotes herrührt, so dürfte man nicht fehlgehen, wenn man mit Maxwell die Urheberschaft der Lehre von der materiell unvermittelten Fernwirkung der Anziehungskraft nicht für den Entdecker der allgemeinen Gravitation, sondern für seinen Freund Cotes allein in Anspruch nimmt, zumal da Newton sich mehrfach klar und deutlich darüber ausgesprochen hat, dass eine unvermittelte Fernwirkung der Materie etwas Absurdes sei und kein mit logischer Denkfähigkeit begabter Forscher dieselbe annehmen könne. Präciser und treffender äussert sich Newton über diesen Punkt wohl kaum in einer anderen Stelle als in den folgenden Worten:

„That gravity should be innate, inherent and essential to matter so that one body may act upon another at

a distance through a „vacuum“ without the mediation of anything else, by and through which their action and force may be conveyed from one to another is to me so great an absurdity that I believe no man, who has in philosophical matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it.“

Wenn auch Newton in einem Briefe vom Jahre 1693 an Bentley schreibt, dass er es der Erwägung seiner Leser überlasse, ob sie als Hintergrund der Gravitation ein materielles oder immaterielles Agens annehmen und durch den direkten Stoss der allseitig umherschwirrenden Aetheratome die Gravitationserscheinungen hervorgebracht wissen wollten — but whether this agent be material or immaterial, I have left to the consideration of my readers —, so lässt doch die vorstehend angeführte Aeusserung darüber nicht im Zweifel, welche Ansicht er selbst für die richtigere gehalten hat.

Gleichwohl fand aber die von Cotes in der Vorrede zur zweiten Auflage der Principien angenommene Massenanziehung, die ihrem Wesen nach völlig transcendent ist, in Europa mehr und mehr Eingang, so dass selbst die von Huyghens schon damals aufgestellte Aetherstosstheorie, welche auf bedeutend sichereren und rein mechanischen Principien ruhte, fast gar keinen Anklang fand und erst durch die neueren Forscher ihrem wahren Werthe nach gewürdigt werden musste. Die Grundvoraussetzung seiner Aetherstosstheorie legt Huyghens mit folgenden Worten dar:

„Um nunmehr die Schwere nach meiner Auffassung zu erklären, setze ich voraus, dass in dem Kreisraum, welcher die Erde und die bis auf eine grosse Entfernung rings um ihr befindlichen Körper umgiebt, eine flüssige Materie vorhanden ist, welche aus sehr kleinen Theilchen besteht, die sich divergent nach allen Richtungen mit grosser Geschwindigkeit bewegen. Wenn diese Materie aus jenem Raume, der von anderen Körpern umschlossen ist, nicht heraustreten kann, so muss ihre Bewegung nach meiner Behauptung zum Theil in eine um das Centrum rotirende übergehen; nicht jedoch in der Weise, dass sie alle in demselben Sinne rotiren sollen, sondern so, dass die Mehrzahl ihrer verschiedenen Bewegungen in kreisförmigen Bahnen in der Umgebung des besagten Raumes erfolgt, welcher darum auch der Erdmittelpunkt wird.“

Gemäss den beiden soeben erwähnten Erklärungsversuchen der allgemeinen Massenanziehung spalten sich auch sämtliche modernen Lösungen des Gravitationsproblems bis in die jüngste Zeit hinein in zwei wesentlich

von einander verschiedene Theorien, unter denen die einen, wie diejenige von Cotes, transscendent, die anderen mechanisch sind. Als Repräsentant der ersten Richtung ist vor allen Professor Zöllner zu nennen, der seine Theorie in der Abhandlung „Principien einer elektrodynamischen Theorie der Materie“ eingehend auseinandergesetzt hat. Nach ihm rühren die Gravitationserscheinungen von der Sensitivität und dem Willen — echt Schopenhauersch! — der Atome her. Es sind eben die Gegensätze der positiven und negativen Elektricität, welche den Anlass zu seiner Auffassungsweise gegeben haben. Da jedoch die unvermittelte Fernwirkung der mit positiver und negativer Elektricität begabten Atome nicht weniger transscendenter Natur ist, wie die immaterielle Anziehungskraft selbst, so geräth man bei Zöllner sozusagen vom Regen in die Traufe, und ist seiner Theorie sicherlich kein höherer Werth als der Newton-Cotes'schen oder, wenn man lieber will, der Bentley-Cotes'schen Hypothese einzuräumen. Um übrigens die gewaltige Autorität Newtons für seine Auffassungsweise zu gewinnen, schiebt Zöllner der folgenden Aeusserung Newtons: „Es ist unbegreiflich, wie unbeseelte, leblose Materie ohne die Vermittelung von sonst Etwas, das nicht materiell ist, auf andere Materie ohne gegenseitige Berührung einwirken könne“ folgenden Sinn unter: „Es ist begreiflich, wie beeelter, lebendiger Stoff ohne irgend eine sonstige Vermittelung auf einen anderen Körper wirken kann.“ Auf die Inconsequenzen, auf welche eine derartige Anschauung unbedingt führen muss, hier näher einzugehen, dürfte sich kaum lobnen, und ich kann darauf um so eher verzichten, als bereits Isenkrahe dieselben in dem Werke „Das Räthsel der Gravitation“ in humoristisch-satyrischer Weise beleuchtet hat.

Die zweite (Huyghens'sche) Anschauungsweise wird besonders von Isenkrahe und den neueren Gravitationstheoretikern sowie von denjenigen Forschern vertreten, welche auf physikalisch-mechanischer Grundlage das schwierige Problem der allgemeinen Massenanziehung in Angriff genommen haben. In der That knüpfte Isenkrahe an Huyghens' Voraussetzung an, dass der Weltraum mit einem materiellen Fluidum erfüllt sei, dessen äusserst feine Theilchen in unaufhörlicher Bewegung mit reissender Geschwindigkeit nach allen Richtungen begriffen seien. Nachdem er die grosse Zahl der seit Huyghens aufgestellten Theorien der Schwerkraft als ungenügend nachgewiesen hatte, bringt er seinen Versuch, das Räthsel der Schwerkraft zu lösen. Das welt-raumerfüllende Medium ist nach ihm einfach der Aether,

dessen Atomen ausser der Untheilbarkeit und unendlichen Kleinheit nur die Grundeigenschaften alles Stoffes, Raumerfüllung und Beharrung oder Trägheit, zugeschrieben werden; mit Huyghens setzt er voraus, dass die Aetheratome in sehr schneller Bewegung, vielleicht mit einer Geschwindigkeit von 60 000 Meilen begriffen seien. Wie die Geschwindigkeit der Luftmoleküle (500) $\frac{3}{2}$ mal so gross ist, als die Geschwindigkeit der Luftwellen des Schalles (333 m), so soll auch die Geschwindigkeit der Aetheratome $\frac{3}{2}$ mal so gross sein als die Geschwindigkeit der Aetherwellen des Lichtes, also $\frac{3}{2} 40\,000 = 60\,000$ Meilen.

Wie die Luftmoleküle durch ihre Stösse gegen eine Wand eine Gesamtwirkung äussern, die wir als Gasdruck oder Spannung kennen, so bringen die Aetheratome durch ihre Stösse gegen einen Körper eine Gesamtwirkung hervor, die mit Aetherdruck bezeichnet wird; dieser Aetherdruck und sein Auftrieb ist die Ursache der allgemeinen Anziehung, sowie sämtlicher Aeusserungen derselben. Da auch die Elasticität eine Aeusserung der allgemeinen Anziehung ist, so muss auch sie durch die Aethertheorie erklärt werden; darum darf auch den Aetheratomen, so calculirt Isenkrahe, die Eigenschaft der Elasticität nicht beigelegt werden, weil sonst ein Räthsel durch ein anderes erklärt würde. Eben so wenig wie wir es in der Natur mit absolut starren und harten kleinsten Massentheilchen zu thun haben, eben so wenig sind darin vollkommen elastische Atome vorhanden; das Richtige liegt zwischen diesen beiden wohl denkbaren, aber sachlich nicht erreichbaren Extremen, und müssen wir uns, wenn wir nicht in selbstgeschaffene Schwierigkeiten gerathen wollen, bei der Erklärung der Gravitation hüten, die Theorie auf den rein philosophischen Begriff eines absolut festen oder vollkommenen elastischen Aetheratoms zu gründen: denn Sachfragen lassen sich nur durch sachliche Axiome erklären und beantworten. In den letzten Fehler verfällt Vaschy, der 1886 eine neue mathematische Aetherstofftheorie der Gravitation aufstellte und dabei voraussetzt, dass die einzige Energie eines Aetheratoms seine lebendige Kraft sei, die es beim Abprall von einem anderen Atom vollständig behalte; damit hat das Aetheratom vollkommene Elasticität. Allerdings vermeidet er dabei den Fehler Isenkrahe's, dessen Aetheratome ihre Geschwindigkeit beim Stosse vermindern, ohne dadurch wie beim elastischen Stosse fester Körper Spannkraft zu erzeugen. Isenkrahe's Theorie widerspricht also dem Princip von der Erhaltung der Kraft und damit hat sie sich selbst gerichtet!

Nun ist jedoch durch die vorzüglichen Experimental-Untersuchungen von Professor Hertz, sowie durch die Arbeiten von Professor Möller-Braunschweig und mir nachgewiesen, dass der Aether der Träger der Elektrizität ist und dass auch die Gravitationserscheinungen, deren räumliche Bethätigungsweise dem elektrischen Wirkungsgesetze völlig conform ist, auf die Vermittelung des Aethers zurückzuführen sein dürften; die nächste Zukunft dürfte uns daher auch eine physikalisch wohlbegründete Aethertheorie der Gravitation bringen. Ist jedoch die Aethertheorie richtig, so müssen früher nicht berücksichtigte Umstände, wie die Geschwindigkeit, die Zeit und Temperatur, Einfluss auf die Gravitation haben. Die Vorderseite eines bewegten Körpers wird, wenn wir auf die Huyghens'sche Aetherstosstheorie Bezug nehmen, offenbar von mehr Aetheratomen getroffen als dessen Rückseite, so dass die Gravitation eines bewegten Körpers von der eines ruhenden verschieden sein müsste. Dies hat bereits Huyghens in seiner Abhandlung über die Ursache der Schwere hervorgehoben; für die anziehende und abstossende Wirkung elektrischer Ströme hat dagegen Weber im Jahre 1874 in seinem elektrodynamischen Grundgesetze ausgesprochen, dass dieselbe nicht bloß vom Quadrate der Entfernung, sondern auch von der Geschwindigkeit abhängt, während ich in dem IV. Kapitel „Ueber die Erzeugung der Elektrizität“ dies Gesetz durch die Vibrations-theorie mit Hilfe des sogenannten Doppler'schen Principis begründet habe. Zum Ausdrucke dieser Abhängigkeit wählte jedoch Weber nicht die Anziehung und Abstossung selbst, sondern die Arbeit, welche geleistet wird, wenn zwei elektrische Theilchen aus unendlicher Entfernung von einander in die Entfernung r gelangen oder umgekehrt, d. h. das elektrische Potential. Aus der Integralrechnung folgt, dass das Potential für das Newton'sche Gravitationsgesetz die Form $m m^1 / r$ annimmt, während es für das elektrodynamische Grundgesetz Webers in die Form $m m^1 (1 - v^2 / c^2) / r$ übergeht, worin v die Geschwindigkeit des bewegten Theilchens und c nahezu gleich 60 000 Meilen der hypothetischen Geschwindigkeit der Aetheratome ist. Weber erhielt diese Zahl aus seinen elektrodynamischen Versuchen. Zöllner sprach, vielleicht durch Huyghens angeregt, im Jahre 1875 die Ansicht aus, dass das Weber'sche Gesetz nicht bloß das Grundgesetz der Elektrodynamik, sondern das der Wechselwirkung zweier Massen überhaupt, also auch der Gravitation sei, während das Newton'sche nur eine sehr starke Annäherung sei. Nach Tisserand (1872), Riemann und Helm ist der Unterschied wegen der geringen

Eigengeschwindigkeit der Himmelskörper so gering, dass er noch in die Grenzen der Beobachtungsfehler fällt..

Wenn nun auch Huyghens noch nicht die mathematische Formel für den Einfluss, den die Eigengeschwindigkeit der Massen auf die Grösse der Attraction ausübt, angiebt, so hat er doch den sachlichen Gehalt dieses Verhältnisses mit klaren Worten ausgesprochen und aus der Aetherstosstheorie abgeleitet.

Wenn ich die Huyghens'sche Anschauung über die mechanische Erklärung der Gravitation vom Standpunkte der Undulationstheorie aus prüfe, so muss ich zugestehen, dass auch von dieser Ansicht aus die Resultate, zu denen Huyghens gelangt ist, mit Ausnahme eines einzigen Punktes Gültigkeit behalten. Huyghens sagt nämlich: „Der Aether durchdringt leicht die Poren der Moleküle, aus denen die Körper zusammengesetzt sind, nicht aber die Moleküle selbst, denn dies bedingt gerade die verschiedenen Gewichte, wie z. B. der Steine, der Metalle u. s. w. Diejenigen dieser Körper, welche gleich schwer sind, müssen solcher Theilchen nicht der Zahl, sondern dem Volumen nach in gleicher Grösse enthalten, denn an seine Stelle allein kann die elastisch-flüssige Materie treten.“

Dieser Schluss, der keineswegs mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt, ist falsch und stimmt nicht mit dem wirklichen Sachverhalt überein, wie ich in diesem Kapitel nachweisen werde; Huyghens ist zu diesem Irrthum wahrscheinlich durch seinen Versuch mit dem rotirenden Wasser oder vielleicht auch durch eine nicht correcte Uebertragung des archimedischen Princips auf die Aetherflüssigkeit veranlasst worden.

Nach den vorstehenden kritisch historischen Erläuterungen gehe ich nunmehr zur selbständigen Behandlung des Gravitationsproblems über.

Der Einfachheit wegen will ich jedoch nicht sogleich das Gravitationsproblem in seiner grössten Allgemeinheit in Angriff nehmen, sondern die theoretischen Gesetze zunächst an den beiden wichtigsten Körpern unseres Planetensystems, nämlich an der Sonne und der Erde erläutern. Diese Beschränkung empfiehlt sich um so mehr, als die mathematische Auflösung des Gravitationsproblems in der allgemeinsten Gestalt noch nicht gegeben ist, sondern nur annähernde Lösungen desselben, wie die von Laplace, vorhanden sind. Aus diesem Grunde möchte ich sogar behaupten, dass jene Beschränkung durchaus nothwendig ist; denn eine allgemeine Lösung jenes Problems mit Hilfe mathematischer Formeln würde auch bei der Befolgung

des von mir eingeschlagenen Weges an die mathematische Analysis Anforderungen stellen, welche dieselbe zu erfüllen nicht im Stande ist. Die mathematische Einkleidung physikalischer Gesetze kommt ja übrigens fast immer erst post festum, weil aus leicht erklärlichen Gründen das mechanische oder mathematische Gesetz eines physikalischen Vorganges an der Hand gesicherter Experimente und wohlbekannter Thatsachen überhaupt erst aufgefunden und als richtig nachgewiesen werden muss. Daher werde ich den gewählten einfachen Typus zweier dem Gravitationsgesetz gemäss sich bewegender Körper nicht von der mathematischen Seite aus betrachten, sondern ohne jede höhere mathematische Rechnung die mechanisch-physikalische Seite jenes Vorganges näher ins Auge fassen, um darin das leitende mechanische Grundgesetz durch einfache Schlüsse aus Beobachtungen zu entdecken. — Zunächst steht die Thatsache unumstösslich fest, dass die Sonne in den Weltenraum nach allen Richtungen hin Licht- und Wärmestrahlen und nach den Speculationen von W. Siemens und den neuesten Untersuchungen von Hertz und mir auch magnetische und elektrische Wellen entsendet. Dass ein Gleiches bei der Erde betreffs der Wärme, der Elektrizität und des Magnetismus stattfindet, steht ebenso sicher fest, wenn auch die von der Erde ausgesandten Wellenbewegungen quantitativ den von der Sonne ausgesandten ganz gewaltig nachstehen. Sowohl die von der Sonne als auch die von der Erde ausgehenden Strahlen müssen, wenn sie aus dem dichteren Medium, das die beiden Weltkörper unmittelbar umgiebt, heraus- und in das dünnere Weltmedium, den Aether, eintreten, ebenso wie die Wellen, welche von dem einen Weltkörper kommend, in das dichtere Medium des anderen eindringen, den allgemeinen Bewegungsgesetzen der Aetherschwingungen folgen und dementsprechend in Raum- und Zeitelementen mechanisch wirksam werden. Nun fragt es sich, ob derartige Wellen, wie die Molekular- und Aetherschwingungen der Wärme, des Magnetismus, der Elektrizität und der Lichtes, sich unter bestimmten Umständen in Massenbewegung umsetzen können, ob diese Umstände bei der Sonne und der Erde vorhanden sind, ob die mechanische Kraftsumme, welche jene Wellen in ihrer Gesamtheit repräsentiren, wirklich der Richtung und der Grösse nach jener Kraft gleichwerthig ist, welche die Erde um die Sonne herumbewegt und in ihrer thatsächlichen Bahn um die Sonne erhält; ob ferner die räumliche Bethätigungsweise jener Aether-, bezüglich Molekular-Schwingungen

demselben Gesetze gehorcht, wie die von Newton als Auskunftsmittel angenommene Attractionskraft.

Das Newton'sche Gesetz der allgemeinen Massenanziehung lautet:

„Alle Theile der Materie ziehen einander an mit einer Kraft, welche den anziehenden Massen direct, den Quadraten der Entfernungen aber umgekehrt proportional ist.“

Die Abnahme der Intensität der Anziehung im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung ist, wie aus dem Mayer-Dürring'schen Gesetz über die functionelle Beziehung einer Kraft zu ihrer räumlichen Wirkungsgelegenheit mit Nothwendigkeit folgt, eine unmittelbare Folge davon, dass die Anziehungskraft sich ebenso wie die Licht- und Wärmequellen nach allen Richtungen des Raumes fortpflanzt. Auch die Intensität der Licht- und Wärmequellen, welche von der Sonne ausgehen, nimmt daher, weil sich dieselben kugel- oder besser strahlenförmig nach allen Richtungen hin ausbreiten, ebenfalls mit wachsender Entfernung von der Sonne ab und zwar gleichfalls im umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung. Setzt sich Molekularbewegung in Massenbewegung um, so ist die Beschleunigung, welche der Masse durch jene Molekularbewegung ertheilt wird, der Intensität der wirksamen Molekularbewegung direkt proportional. Es muss also, wenn die von der Sonne ausgehende Wellenbewegung sich in bestimmter Entfernung von der Sonne in Massenbewegung umsetzt, die resultirende Massenbeschleunigung dem Quadrate der Entfernung von der Sonne umgekehrt proportional sein, weil eben die Intensität jener Wellenbewegung im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von der Sonne abnimmt und die durch selbige mögliche Massenbeschleunigung jener Intensität direkt proportional ist. *)

Nun sind aber sämtliche Naturphänomene nach meiner bereits früher veröffentlichten Anschauung nur verschiedene Wirkungsformen der absorbirten und wieder emittirten Aetherschwingungen. Soll dies auch bei der Gravitation der Fall sein, so muss das Emissions- oder Absorptionsvermögen der Weltkörper für die Wärme, welche ich als die Hauptursache der Massenanziehung ansehe, den Massen derselben direkt proportional sein, da ja von jedem einzelnen

*) Eine genauere Darlegung über das Arbeitsvermögen der Aetherwellen findet man in dem höchst interessanten Werke von Max Möller „Das räumliche Wirken und Wesen der Elektrizität und des Magnetismus“.

Massentheiligen Wellen ausgesandt werden. Diese Anschauung ist mechanisch und theoretisch vollkommen berechtigt, weil sich nach dem Huyghens'schen Princip über die Coexistenz der Schwingungen die verschiedenen Wellen bei ihrer Ausbreitung nicht hindern. Allein in diesem Falle ist die *conditio sine qua non* natürlich, dass nun thatsächlich auch die Massen der Weltkörper ihrem Emissionsvermögen für die Wärme direkt proportional sind. Dies ist in der That der Fall, wie sich in ganz einfacher Weise constatiren lässt. Die Massen der Weltkörper unseres Sonnensystems sind uns genau bekannt; ebenso kennen wir auch die Temperaturen einzelner derselben ziemlich genau. Nun wird aber nach den experimentellen Untersuchungen von Rosetti das Wärmeemissionsvermögen eines Körpers, dessen absolute Temperatur T ist, durch folgende Formel dargestellt, in welcher a und b Constanten sind und D die absolute Temperatur des umgebenden Mediums ist,

$$y = a T^2 (T - D) - b (T - D).$$

Für die Ausstrahlung in den luftleeren Weltraum wird $b = 0$, also ist dann das Emissionsvermögen

$$y = a T^2 (T - D),$$

wenn darin D die absolute Temperatur des Weltraumes bedeutet. Bezeichnet man nun die Massen verschiedener Weltkörper mit $M_1, M_2, \dots$ und die absoluten Temperaturen derselben an der Oberfläche mit $T_1, T_2, \dots$, so muss sich, wenn die Wärme wirklich die Ursache der Massenanziehung ist, demnach auch

$$M_1 : M_2 = T_1^2 (T_1 - D) : T_2^2 (T_2 - D)$$

verhalten. Setzt man die absolute Temperatur der Erde gleich 300°C. und die absolute Temperatur des Weltraumes entsprechend den neuesten Annahmen gleich 173°C. , bezüglich gleich 213°C. , so erhält man mittelst der aufgestellten Formel für die Temperaturen der Planeten und der Sonne im ersten Falle folgende mit den anderweitig gefundenen Werthen übereinstimmende Zahlenwerthe: Erde 300° , Mond 175° , Merkur 206° , Mars 200° , Venus 290° , Jupiter 1550° , Saturn 1100° , Uranus 620° , Neptun 630° , Sonne 17000° , im zweiten Falle dagegen die für die grösseren Planeten wenig abweichenden Zahlenwerthe: Erde 300° , Mond 216° , Merkur 227° , Mars 228° , Venus 297° , Jupiter 1500° , Saturn 1100° , Uranus 600° , Neptun 600° , Sonne 17000° . Bei den höher temperirten Planeten, für welche D im Verhältniss zu T sehr klein ist und unberücksichtigt bleiben kann, gilt die ziemlich genaue

Näherungsregel: $M : M_1 = T^3 : T_1^3$, d. h. die Massen der Weltkörper verhalten sich annähernd wie die dritten Potenzen ihrer absoluten Temperaturen.

Wir sind daher zu dem Schlusse berechtigt, dass aus der Annahme, die Wärme verursache die gegenseitige Anziehung der Weltkörper, der zweite Theil des Newton'schen Gesetzes, d. h. die den Massen direkt proportionale Wirkung, ohne weiteres folgt. Die räumliche Bethätigungsweise jener Kraft, in welche die von der Sonne und den Planeten ausgehenden Wellen unter Umständen sich umsetzen können, gehorcht also genau demselben Gesetze, wie die Anziehungskraft, auf die Newton die Erklärung des Universums gründete.

Nun ergibt sich aus meiner Behandlung des Gravitationsproblems im ersten Theile dieses Buches, sowie auch aus der Berechnung der Molekülgrösse gleicher Gewichtsmengen nach den Angaben, welche E. und U. Dühring in der zweiten Folge der Grundgesetze auf Seite 93 bis 95 gemacht haben, mit zweifelloser Sicherheit, dass die Volumina der Moleküle gleich schwerer Substanzen nicht einander gleich, sondern ihren spezifischen Gewichten umgekehrt proportional sind, d. h., dass das archimedische Princip auch Gültigkeit für den Aether hat, wie ja nach den allgemeinen Grundgesetzen über das Wesen der Materie nicht anders zu erwarten ist. Soeben habe ich gezeigt, dass bei verschiedenen Temperaturen die Massen der Stoffe ihrem Emissionsvermögen direkt proportional sind, d. h. dass

$$M_1 : M_2 = T_1^2 (T_1 - D) : T_2^2 (T_2 - D)$$

ist; nun verhalten sich aber nach Seite 15 des ersten Theiles die Emissionsvermögen zu einander wie

$$T_1^2 (T_1 - D) : T_2^2 (T_2 - D) = \frac{T_1 (T_1 - D)}{n_1^2 - 1} : \frac{T_2 (T_2 - D)}{n_2^2 - 1}$$

Bei gleicher Temperatur verhalten sich also die Massen

$$M_1 : M_2 = \frac{T (T - D)}{n_1^2 - 1} : \frac{T (T - D)}{n_2^2 - 1} = \frac{1}{n_1^2 - 1} : \frac{1}{n_2^2 - 1}$$

d. h. umgekehrt wie die brechenden Kräfte. Nach Seite 17 des ersten Bandes sind jedoch die brechenden Kräfte dem Molekülvolumen direkt proportional, d. h. es verhält $n_1^2 - 1 : n_2^2 - 1 = x_1 : x_2$, folglich auch $M_1 : M_2 = x_2 : x_1$, d. h. die Massen oder die Gewichte sind der Molekülgrösse um-

gekehrt proportional. Mit andern Worten heisst dies, dass bei gleichem Gewichte die Raumgrössen der Moleküle den specifischen Gewichten umgekehrt proportional sind.

Vorausgesetzt ist natürlich in diesen Fällen, dass auch der Druck, welchen die Moleküle der verschiedenen Substanzen erleiden, stets derselbe ist, und zwar ist hierbei an den Gesamtdruck gedacht, der sich aus dem äusseren Atmosphärendruck und der inneren Cohäsion der Moleküle zusammensetzt. Man kann daher die vorstehende Beziehung in präciser Form folgendermaassen aussprechen: „Die Molekülvolume sind bei gleichem Gewicht und Gesamtdruck und gleicher Temperatur den specifischen Gewichten umgekehrt proportional.“ In der That ist dies der Fall, wie schon aus den wenigen Beweisdaten in Dührings zweiter Folge S. 93 bis 95 folgt.

Danach ist das Zwischen volumen des Quecksilbers gleich 0,0451 oder ungefähr $\frac{1}{22}$ des ganzen Volumens. Da letzteres 0,0735 ccm pro Gramm beträgt, so ist das

Zwischenvolumen eines Grammes Quecksilbers $\frac{0,0735}{22} =$

0,00332 ccm. Zieht man das Zwischen volumen 0,00332 ccm von dem ganzen Volumen 0,0735 ccm ab, so erhält man für den Werth des einem Gramm Quecksilber entsprechenden Molekül volumens 0,07018 ccm. Bei 16 827 Atmosphären Druck ist das Zwischen volumen eines Grammes Wasserstoff 0,6675 ccm, bei 11 025 Atmosphären Druck 1,08746 ccm, während das Gesamtvolumen nach Amagat bei 4000 Atmosphären gleich 8,3 ccm ist. Nach dem Zwischen volumengesetz findet man dadurch aus den Proportionen

$$0,6675 : 8,3 - X = 4000 : 16\,000$$

$$\text{und } 0,7375 : 8,3 - X = 4000 : 11\,000$$

für X die Werthe 5,63, bezüglich 6,3 ccm. Das Molekül volumen des Kupfers für 1 g Gewicht erhält man, indem man von dem ganzen Volumen 0,1126 ccm das Zwischen volumen 0,001582 ccm subtrahirt, gleich 0,111098 ccm. Nach dem oben aufgestellten Gesetz muss sich verhalten:

$$\frac{5,63}{0,07} = \frac{13,5}{0,12} \text{ oder } 80 = 113$$

$$\frac{6,3}{0,07} = \frac{13,5}{0,12} \text{ oder } 90 = 113$$

$$\frac{0,1111}{0,07} = \frac{13,59}{8,88} \text{ oder } 1,58 = 1,53 \text{ sein.}$$

Der für die Berechnung des Molekül volumens beim Wasserstoff benutzte Beobachtungswerth 8,3 ist von Amagat

nur geschätzt worden, kann also nur annähernd richtig sein, wie ja auch aus der Verification der vorstehenden Proportionen sich ersehen lässt.

Aus den angeführten Beobachtungen kann man schon jetzt mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass der oben erwähnte Satz von Huyghens über die Beziehung des Molekylvolumens zum Gewichte nicht richtig ist, dass vielmehr Huyghens das Gewicht nicht der Molekülgrösse direkt, sondern umgekehrt proportional hätte setzen müssen. Auch vom mechanischen Standpunkte aus führt die Aetherstosstheorie auf diese Schlussfolgerung, denn nicht das von den Molekülen eingenommene Volumen, sondern im Gegentheil der zwischen ihnen befindliche Raum ist in Folge der Starrheit der Moleküle die Wirkungssphäre der Atomstösse, sodass also bei wachsender Molekülgrösse wegen der dadurch bedingten grösseren Poren eine grössere Zahl von Atomen ungehindert hindurchsausen kann, während bei kleinerer Molekülgrösse wegen der innigeren Aneinanderlagerung der Partikelchen auch die Zwischenräume kleiner werden und demnach auch eine grössere Zahl von Stössen auf die Gesamtheit der Moleküle trifft, d. h. je grösser das Molekylvolumen ist, um so geringer ist der Aetherdruck und umgekehrt. Dies ist aber mit dem von mir oben angeführten Satze identisch. Es gilt demnach auch für die elastisch-flüssige Aethermaterie das archimedische Princip.

Gehen wir nun auf die Ursache der Gravitation ein, so dürfte, wenn auch die räumliche Bethätigungsweise der Wellenbewegung, die als Ursache der Gravitation vorläufig noch fingirt ist, mit der räumlichen Wirkungsweise der Gravitationskraft übereinstimmt, es sich dennoch sehr fragen, möchte ein kritischer Leser einwenden, ob denn auch wirklich jene Wellenbewegung in Massenbewegung umsetzbar ist. Diese Frage ist bereits durch Thatsachen sowie durch recht sinnreiche und interessante Versuche und Experimente dahin entschieden worden, dass bei allen jenen Wellenbewegungen dies möglich ist. Ich brauche hier nur an das elektrische Spitzenrad, an die durch magnetische und elektrische Maschinen bewirkten Massenbewegungen zu erinnern, ohne noch besonders Bezug nehmen zu müssen auf die mechanische Kraftwirkung des Erdmagnetismus selbst, auf die lebendigen Kraftäusserungen und Bewegungen, welche die Sonnenwärme auf der Erdoberfläche und in der Atmosphäre hervorbringt. Im Grunde genommen ist ja bei allen unseren Kraftmaschinen, also nicht nur bei den Wind- und Wassermühlen, die Sonnenwärme das *primum movens*, was im Anschluss an die

mechanische Wärmetheorie eine so allgemein bekannte Wahrheit geworden ist, dass ein näheres Eingehen darauf nicht erforderlich sein dürfte.

Von hoher Bedeutung für das vorliegende Thema ist jedoch jene Umsetzung der strahlenden Wärme in mechanischen Effekt, welche von Crookes seit dem Jahre 1874 genau studirt und von mir in dem zweiten Kapitel bereits besprochen ist.

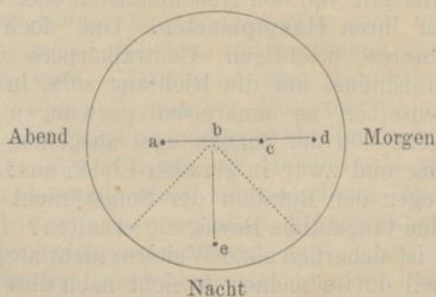
Wie aus der Einrichtung der daselbst beschriebenen Radiometer-Apparate leicht zu erkennen ist, ist das principiell Wichtige daran der Umstand, dass die Wärmestrahlen, nachdem sie durch die äussere Glasfülle in den die Aluminiumblättchen umgebenden luftverdünnten Raum eingetreten sind, die bedeutend dichteren Aluminiumblättchen treffen, dieselben erwärmen und, weil diese Blättchen auf der einen Seite metallisch glänzend, auf der anderen Seite aber mit Russ geschwärzt sind, fast nur von den schwarzen Flächen aus durch den luftverdünnten Raum hindurch wieder ausgestrahlt werden. Der Rückstoss der in dieser Weise ausgestrahlten Wärmestrahlen muss also, da auf der entgegengesetzten Seite eine bedeutend geringere Kraft wirksam ist, die schwarzen Flächen in ganz ähnlicher Weise zurückweichen lassen, wie beim Segner'schen Wasserrade die Ausflussröhren durch den ausfliessenden Wasserstrahl in ihm entgegengesetzten Sinne in Rotation versetzt werden. Würde das die Aluminiumblättchen umgebende Medium, die verdünnte Luft, der Ausbreitung der Wärmestrahlen nicht so geringen Widerstand entgegensetzen, so würde die Lichtmühle kaum zu functioniren vermögen; selbst wenn man von dem Umstande absehen wollte, dass ein dichteres Medium wegen des vergrösserten Widerstandes die Bewegung der Blättchen an und für sich schon stärker hemmen würde. Dem eben beschriebenen und erläuterten Crookes'schen Radiometer dürften gerade in den principiell wichtigsten Punkten die Weltkörper gleichen; denn sämtliche Weltkörper bestehen aus einem dichteren Kern mit einer mehr oder weniger ausgedehnten Lufthülle, welche den festen Kern von dem äusserst dünnen Weltmedium, dem Aether, scheidet. Die dem Centalkörper unseres Planetensystems zugewandten Seiten der Planeten werden durch die Strahlen der Sonne erwärmt, während die abgewandten Seiten die empfangene Wärme vorzugsweise wieder ausstrahlen. Man kann also, so unwahrscheinlich und überraschend es auch im ersten Moment klingen mag, nicht ohne triftigen Grund behaupten, dass unsere Erde dem Princip nach ein Radiometer oder, wenn

man lieber will, eine Lichtmühle sei, welche von der alles belebenden und bewegenden Sonne mit rapider Geschwindigkeit getrieben wird. Indessen ein leicht in die Augen springender Unterschied dürfte, abgesehen von quantitativen Differenzen, zwischen der kleinen irdischen und der gewaltigen kosmischen Lichtmühle doch bestehen, auf den an dieser Stelle wenigstens hingewiesen werden muss. Bei der letzteren befindet sich nämlich die Kraftquelle in der Drehungsachse und zwar genauer im Umdrehungsmittelpunkt, wenn man die Bahn der Erde um die Sonne als kreisförmig ansieht, bei der ersteren dagegen liegt die Kraftquelle nicht in der Drehungsachse und fällt auch nicht mit dem Drehungscentrum zusammen. Sieht man also die Erde als ein grosses Radiometer an, dessen der Sonne zugewandte Seite von den Sonnenstrahlen getroffen wird und, so zu sagen, die Stelle der metallisch glänzenden Seiten der Aluminiumblättchen eines Crookes'schen Radiometers vertritt, so ergibt sich nach obiger Darlegung aus rein mechanischen Grundsätzen, dass die Erde infolge der Wellenstrahlen, welche sie von der Sonne aus getroffen haben, zur Sonne hingetrieben oder, um mich nach der Auffassungsweise Newtons auszudrücken, von der Sonne angezogen wird. Damit ist also die Möglichkeit nachgewiesen, die allgemeine Massenanziehung aus rein mechanischen Prinzipien durch stofflich vermittelte Kraftübertragung von Molekül zu Molekül als nothwendig ableiten zu können, ohne seine Zuflucht zu der absurden Annahme einer unvermittelten Fernwirkung der Massen aufeinander nehmen zu müssen.

Allein die Gravitationserscheinungen lassen sich nicht durch die blosse Attraction erklären; denn unter dem alleinigen Einfluss der Attraction müssten die Weltkörper mit stetig wachsender Geschwindigkeit aufeinander oder vielmehr insgesamt in den gemeinsamen Centralkörper stürzen, um, in Atome zerstäubt, wieder ins Weltall hinauszuströmen; dieselben könnten also nicht, wie dies in der That geschieht, in unveränderlichen Bahnen um den Centrialkörper kreisen. Eine solche Bewegung um die Sonne können aber die Planeten nur dadurch erhalten, dass auf sie, ausser der Centrialkraft, noch eine derselben gleichwerthige Tangential- oder Seitenkraft einwirkt. Die Thatsache, dass eine solche Tangentialkraft wirklich existirt, kann nicht bestritten werden; aber die gesetzliche Ursache, den mechanischen Grund aufzudecken, aus welchem dieselbe sich ergibt, dies ist weder Newton noch Laplace gelungen, von Kant's Speculationen auf diesem Gebiete ganz und gar zu

schweigen. Eine Kritik aller diesbezüglichen verfehlten Versuche zu geben, ist hier nicht der Ort; ich will daher nur darauf hinweisen, dass man Näheres hierüber in Aragos' populärer Astronomie findet. Die Entdeckung der Saturnringe und die Thatsache, dass die Weltkörper fast ohne Ausnahme an den Polen abgeplattete Rotationssphäroide sind, führte zu der Annahme, dass die Planeten von dem Centralkörper in ähnlicher Weise, wie dies bei den Plateauschen Gleichgewichtsfiguren sichtbar gemacht werden kann, durch die überhandnehmende Centrifugalkraft in tangentialer Richtung fortgeschleudert und unter Mitwirkung der Anziehungskraft in kreisähnlichen Bahnen um den Centralkörper zu kreisen gezwungen worden seien. Wäre eine solche Ansicht richtig, so müsste beispielsweise die Erde, da die Sonne um ihre eigene Achse von Osten nach Westen rotirt, um die Sonne in der Richtung von Osten nach Westen herumlaufen; in Wahrheit läuft die Erde aber um die Sonne in der Richtung von Westen nach Osten, also der Richtung der Rotationsbewegung der Sonne gerade entgegengesetzt. Ganz dasselbe gilt von den Nebenplaneten oder den Monden in Bezug auf ihren Hauptplaneten. Und doch dürfte die Rotation unseres mächtigen Centralkörpers nicht ohne wesentlichen Einfluss auf die Richtung sein, in welcher die Planeten denselben zu umkreisen gezwungen sind. Die Wellen, welche von der Sonnenkugel ausgehen, breiten sich strahlenförmig und zwar in geraden Linien aus; aber sollten dieselben wegen der Rotation der Sonne nicht gleichzeitig auch noch eine tangentiale Bewegung erhalten? Die Möglichkeit hiervon ist sicherlich ohne Weiteres nicht ausgeschlossen; im Gegentheil dürfte meiner Ansicht nach dies wahrscheinlich dem wirklichen Sachverhalte ganz genau entsprechen. Dann müssen aber auch die von der Sonne zur Erde gelangenden Strahlen die Erde nicht nur in verticaler, sondern auch in seitlicher Richtung treffen, so dass also, da nach der oben dargelegten Wirkungsweise der Lichtmühle die Bewegung den ankommenden Wellen, welche absorbirt werden, stets entgegengerichtet sein muss, die Erde nicht nur einen Impuls zur Sonne hin, sondern auch einen seitlichen Antrieb erhalten muss, welcher sie der Richtung der Sonnenrotation entgegen, also von West nach Ost zu treiben sucht. Durch die Combination beider Kräfte gemäss dem Kräfteparallelogramm ergibt sich eine Bewegung der Erde um die Sonne, welche der Art nach der thatsächlichen beobachteten Bewegung genau entspricht. Die eben gegebene Erklärung der Tangentialgeschwindigkeit zeichnet sich besonders dadurch aus, dass aus ihr ohne Weiteres die Gleich-

werthigkeit der Tangentialkraft mit der Attractionskraft folgt. Die Molekularbewegung, welche von der Sonne aus zur Erde gelangt und sich dort in Massenbewegung umsetzt, muss sich eben bei diesem Vorgange, weil sie theils in schiefer, theils in verticaler Richtung zur Erde kommt, in zwei solche Componenten zerlegen, dass die eine derselben sie zur Sonne hinzutreiben, die andere sie in seitlicher Richtung von der Sonne zu entfernen strebt. In erster Linie bewirkt also der mechanische Kraftwerth, den die Sonne in der Form von Molekularschwingungen den Planeten schickt, dass die einzelnen Planeten ihre Bahnen um dieselbe unabänderlich verfolgen. Auf ebenso ungezwungene und mechanisch nicht weniger verständliche Weise lässt sich die tangential Bewegung der Erde durch die Verschiedenheit der Emission des Abends im Vergleich zu derjenigen in den Morgenstunden erklären, in welchen die Oberflächentemperatur bereits bedeutend gesunken ist. Ein Bild von der Richtung und Grösse der einzelnen Kraftcomponenten, welche die Strahlung in den Abend-, Nacht- und



Morgenstunden bedingt, dürfte das obenstehende Schema liefern, in welchem die drei Componenten im Erdmittelpunkt angreifend gedacht sind. Die von der Abendstrahlung herrührende Componente bd ist grösser als die von der Morgenstrahlung herrührende ba , sodass sich der Unterschied beider $bd - ba = cd$ mit der Nachtcomponente be nach dem Parallelogramm der Kräfte zusammensetzt. Da mir jedoch keine genauen Zahlenangaben in dieser Frage zur Verfügung stehen, so muss ich auf ein näheres Eingehen darauf vorläufig verzichten.

Dass die genannten Wellenbewegungen, namentlich die Wärme, der Magnetismus und die Elektrizität, nur dadurch sich in Massenbewegung umsetzen können, dass sie den einzelnen Molekülen der Gesamtmasse eine bestimmte Bewegungsrichtung ertheilen, und dass dadurch, dass sich alle

diese Theilbewegungen der Moleküle combiniren, die sichtbare und durch Beobachtung zu messende Massenbewegung hervorbringen, ist an sich klar; indessen näher auf die Gesetze einzugehen, nach denen dies geschieht, passt als der Molekularphysik speciell angehörig nicht hierher.

Aber gleichwohl muss ich, wenn der gemachte Versuch, das Gavitationsproblem rein mechanisch zu lösen, nicht blosse Speculation bleiben, sondern realen wissenschaftlichen Werth gewinnen soll, schon jetzt auf Grund der Beobachtungen und Experimente nachweisen, dass die Kraftgrösse der Wellenbewegung, welche von Weltkörper zu Weltkörper strömt, wenigstens annähernd so gross sein muss, dass sie im Stande ist, die gleichen mechanischen Effecte hervorzubringen wie die Attractionskraft, dass sie also nicht nur qualitativ mit derselben übereinstimmt, sondern auch quantitativ mit derselben identisch ist.

Wie bereits erwähnt wurde, ist es noch nicht möglich, eine zahlenmässig entscheidende Antwort auf die Frage nach der Grösse des Effectes sämtlicher von der Sonne ausgestrahlten Wellenbewegungen zu geben, weil die nöthigen Beobachtungen noch nicht in wünschenswerther Vollständigkeit vorhanden oder überhaupt nicht ausführbar sind. Dass aber in der That zwischen diesem Effect und der Attraction eine annähernde Grössenübereinstimmung besteht, glaube ich durch folgende Schlussfolgerung ziemlich sicher beweisen zu können.

Ueber den mechanischen Kraftwerth wenigstens einer Strahlengattung, die die Sonne aussendet, nämlich über die Kraftgrösse der Wärmestrahlen, welche die Erdoberfläche treffen, gestatten die Beobachtungen von Pouillet und O. Hagen einen sicheren Schluss zu machen. In Bezug auf diese Versuche bemerkt Jochmann im § 239 seines Grundrisses der Experimentalphysik: „Aus Beobachtungen über die Wärmestrahlung bei verschiedener Höhe der Sonne über den Horizont schloss Pouillet, dass durch Absorption in der Atmosphäre bei heiterem Himmel im Durchschnitt etwa 40 pCt. der Sonnenwärme verloren gehen, oder nur 60 pCt. zur Erdoberfläche gelangen. Die in 1 Minute auf 1 Quadratcentimeter der Erdoberfläche gestrahlte Wärmemenge vermag, im Mittel aus den Versuchen von Pouillet und von O. Hagen, bei senkrechter Incidenz 1 Gramm Wasser um etwa $1,76^{\circ}\text{C.}$ zu erwärmen. Es folgt daraus, dass die jährlich von der Sonne zur Erdoberfläche gelangende Wärmemenge eine die ganze Erdoberfläche gleichmässig bedeckende Eisschicht von 30 Meter Dicke oder eine Eismasse von mehr als 15 Trillionen Kilogramm zu schmelzen

vermöchte, wozu 1200 Trillionen Wärmeeinheiten erforderlich sind. Da von der ganzen, von der Sonne nach dem Weltraum ausgestrahlten Wärmemenge nur der 2160millionste Theil zur Erde gelangt, so beträgt der jährliche Wärmeverlust der Sonne 2,6 Quintillionen Wärmeeinheiten.“ Nach vorstehenden Angaben gelangt also in einem Jahre eine Wärmemenge von 1200 Trillionen Wärmeeinheiten — unter einer Wärmeeinheit versteht man diejenige Wärmemenge, welche ein Kilogramm Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen vermag — von der Sonne zur Erde, in einer Secunde also,

$$\text{da ein Jahr aus } 31\,548\,140 \text{ Sekunden besteht, } \frac{1200}{31\,585\,140}$$

oder rund $\frac{1200}{32\,000\,000}$ Trillionen Wärmeeinheiten. Da nun

nach dem berühmten Grundgesetze der mechanischen Wärmetheorie, welches unser grosser und genialer Landsmann Robert Mayer im Jahre 1842 auffand, eine Wärmeeinheit = 425 Kilogramm-meter ist, so ist der mechanische Kraftwerth der in einer Secunde von der Sonne zur Erdober-

$$\text{fläche gestrahlten Wärme} = \frac{1200 \cdot 425}{32\,000\,000} = 0,0159375 \text{ Tril-}$$

lionen Kilogramm-meter. Nun werden aber nach Langley's Untersuchungen in der Atmosphäre der Erde 60 pCt. der Sonnenwärme absorbirt. Fügt man deren mechanischen Kraftwerth, nämlich 0,010 Trillionen Kilogramm-meter, zu dem vorigen Resultat hinzu, so erhält man für den mechanischen Kraftwerth der gesammten, zur Erde gesandten Wärme

$$= 0,016 + 0,010 = 0,026 \text{ Trillionen Kilogramm-meter.}$$

Die Anziehungskraft, welche die Sonne nach dem Newton'schen Gravitationsgesetz auf die Erde ausüben muss, um dieselbe in ihrer Bahn zu erhalten, findet man

$$\text{aus der Formel } K = Pj = P \cdot \frac{4 \pi^2 r}{T^2} \text{ Kilogramm-meter, in}$$

welcher der mittlere Erdbahnradius $r = 150\,000\,000\,000$ Meter, die Umlaufszeit der Erde um die Sonne $T = 365$ Tage 6 Stunden 9 Minuten = 31 558 140 Sekunden und

$$\text{das Gewicht der Erde } P = \frac{4}{3} R^3 \pi \cdot d. \text{ Kilogramm, } P =$$

16,295 Quadrillionen Kilogramm ist. Setzt man diese Zahlenwerthe in die Formel für K ein, so erhält man $K = 0,0059735 \cdot 16,295$, also rund = 0,006 · 16,3 Quadrillionen Kilogramm-meter; $K = 97\,800$ Trillionen Kilogramm-meter ist also der mechanische Effect der von der Sonne auf die Erde in einer Secunde ausgeübten Anziehungskraft. Nach

den Beobachtungen beträgt der mechanische Kraftwerth der von der Sonne in einer Secunde zur testen Erdoberfläche gesandten Wärme 0,026 Trillionen Kilogrammmeter, also nur ein wenig mehr als ein Viertelmillionstel des Effectes der Attractionskraft. Nimmt man nun aber darauf Rücksicht, dass die Erdatmosphäre bedeutend höher ist, als bisher angenommen wurde, ja dass die Erdsphäre bereits dort beginnt, wo die Erdanziehung über die Anziehungskraft der Sonne das Uebergewicht bekommt, und zieht man ferner den mechanischen Kraftwerth mit in Rechnung, den die von der Sonne ausströmenden magnetischen und elektrischen Wellen repräsentiren, so muss man zugeben, dass der durch Rechnung gefundene mechanische Kraftwerth der zur Erde gelangenden Wellen bedeutend zu klein ist, und dass man mit Berücksichtigung dieser Umstände aller Wahrscheinlichkeit nach für die Wellenbewegung, welche die Sonne zur Erde sendet, eine mechanische Kraftprobe erhalten wird, welche mehr als doppelt so gross ist, wie die von der Sonne ausgeübte Attractionskraft. Wenn dies wirklich der Fall ist, so muss der mechanische Kraftwerth der ganzen von der Sonne in einer Secunde ausgestrahlten Wärme mindestens dem doppelten mechanischen Effect gleich sein, dem die von der Sonne auf alle Planeten ausgeübte Anziehung gleichkommt. Um diese Behauptung zu be-

weisen, werde ich nach der Formel $P_j = \frac{4 \pi^2 r}{T^2} \cdot P$

den mechanischen Kraftwerth der Anziehung berechnen, welche die Sonne auf die Planeten Mercur, Venus, Erde, Mars, Planetoiden, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun ausübt, und die Summe dieser Kräfte mit dem mechanischen Kraftwerth der sämmtlichen von der Sonne in einer Secunde ausgestrahlten Wärme vergleichen. Die auf die Planetoiden ausgeübte Anziehungskraft habe ich rund derjenigen gleichgesetzt, welche auf den Mars ausgeübt wird. Man erhält auf diese Weise für die einzelnen Planeten folgende mechanischen Effecte in Trillionen Kilogrammmetern pro Secunde:

Mercur	—	28 414
Venus	—	58 808
Erde	—	97 800
Mars	—	2 043,4
Planetoiden	—	2 043,4
Jupiter	—	394 870
Saturn	—	50 948
Uranus	—	0,39831
Neptun	—	0,27232
Summa	—	634 927,47063

Nach den oben angeführten Berechnungen und Angaben in Jochmanns Experimentalphysik im Paragraphen 239 strahlt die Sonne in einem Jahre $1200 \cdot 2\,160\,000\,000$ Trillionen Wärmeeinheiten in den Weltraum aus, in einer Secunde also

$$\begin{array}{rcl} \frac{1200 \cdot 2\,160\,000\,000}{31\,558\,140} & \text{oder rund} & \frac{1200 \cdot 2\,160\,000\,000}{32\,000\,000} \\ \text{Trillionen Wärmeeinheiten, welche} & = & \frac{1\,200 \cdot 2\,160 \cdot 425}{32} \\ \text{Trillionen Kilogrammmeter, also} & = & 34\,425\,000 \text{ Trillionen} \\ \text{Kilogrammmeter sind.} & & \end{array}$$

Berücksichtigt man noch den Umstand, dass 60% der Sonnenwärme in der Atmosphäre absorbirt werden, so beträgt der mechanische Kraftwerth der Sonnenwärme nicht 34 Quadrillionen Kilogrammmeter, sondern sogar rund 85 Quadrillionen Kilogrammmeter.

Die mechanische Kraft der gesammten Sonnenwärme übertrifft also die Anziehungskraft, welche die Sonne auf sämtliche Planeten ausübt, nicht nur um das Doppelte, sondern sogar um mehr als das Neunzigfache. Darnach müsste doch mindestens $\frac{1}{90}$ aller Sonnenwärme auf die Planeten entfallen. Dies ist der Fall; denn die Planeten gruppiren sich wirklich so um die Sonne, dass sie, wenn man von den Planetoiden absieht, in einer Zone von ungefähr 6° liegen, also etwa den sechzigsten Theil der Himmelskugel einnehmen.

Es folgt also hieraus, dass lediglich die Wärmestrahlen die Träger und Vermittler der Gravitation sind und dass die magnetischen und elektrischen Erscheinungen und Kräfte wahrscheinlich eine Folge der Wärmewirkung sind. Die Wärmewirkung der Sonne ist also wegen ihrer ausserordentlichen Grösse nicht nur im Stande, den Planeten die thatsächlich ihnen eigene Zugkraft nach der Sonne, sondern denselben auch die translatorische Bewegung zu ertheilen, welche die Planeten hindert, in den Centralkörper zu stürzen, und sie in kreisförmigen Bahnen um denselben umtreibt. Die Bahngeschwindigkeit eines Planeten ist nämlich die nach unendlicher Zeit erlangte Endgeschwindigkeit einer beschleunigenden Kraft, welche der dem Planeten von der Sonne ertheilten Attractionskraft genau gleich ist. Die Tangentialkraft und die Anziehungskraft sind eben der Grösse nach genau gleich und nur der Richtung nach verschieden, setzen sich daher nach dem Satze vom Parallelogramm der Kräfte, so zu sagen in ein

bewegliches Gleichgewicht oder besser in ein bewegliches Gleichgewichtsverhältniss um.

Zum Schluss dieses Abschnitts möchte ich nur noch auf die höchst wichtige Folgerung hinweisen, welche sich aus der vorstehenden Lösung des Gravitationsproblems unmittelbar ergibt, nämlich darauf, dass die Anziehungskraft der Massen sich nicht momentan in die weitesten Räume ausbreiten kann, sondern, wie die sie bedingenden Wellen selbst, zu ihrer Ausbreitung einer gewissen, wenn auch sehr kurzen Zeit bedarf.

Nachdem ich im vorstehenden Abschnitt die mechanische Erklärung der Massenanziehung durch rein physikalische Betrachtungen und Schlüsse zu liefern versucht habe, bleibt mir nunmehr noch übrig, auf analytischem Wege die gezogenen Schlussfolgerungen abzuleiten und dadurch deren Richtigkeit auch deductiv nachzuweisen. Bei diesem Versuch kommt es mir sehr zu statten, dass von nicht unbedeutenden Physikern unserer Zeit, nämlich von Bartoli (Exners Rep. 21 p. 198, 1885), Boltzmann (Wied. Ann. 22 p. 31, 1889) und Maxwell die abstossende Kraft der auf absorbirende Körper auffallenden Wärme und Lichtstrahlen mathematisch behandelt worden ist. Nach Maxwell, der zu seinen Resultaten bei der Untersuchung über die Absorption der Wärmestrahlen gelangte, wird der Druck, welcher von den auffallenden Strahlen in der Richtung ihrer Fortpflanzung ausgeübt wird, durch die folgende Formel ausgedrückt

$$(1) \quad P = \frac{E}{v},$$

worin E die dem Körper pro Zeiteinheit zugeführte Energiemenge und v die Lichtgeschwindigkeit in dem umgebenden Medium bedeutet. Zu einem analogen Resultat gelangten die beiden eben erwähnten Forscher Boltzmann und Bartoli bei Untersuchungen über die rückstossende Kraft reflectirter Strahlen.

Auf Grund dieser Ergebnisse hat Peter Lebedew in einer kleinen Abhandlung in Wied. Ann. N. F. 45, 1892, p. 292 das Verhältniss der durch Strahlung hervorgebrachten Abstossung zu der Newton'schen Anziehung sowohl für die Sonne als auch allgemein für einen warmen kugelförmigen Körper abgeleitet, indem er voraussetzte, dass die auf einander strahlenden Körper absolut schwarz und ihre Dimensionen im Verhältniss zur Wellenlänge der Strahlen gross sind.

Die von Lebedew gegebenen Entwicklungen lassen sich ohne weiteres auf die von mir aufgestellte Auffassung über die Erzeugung der Massenanziehung durch die Wärmestrahlung übertragen; denn die beiden Fälle unterscheiden sich hauptsächlich nur durch die verschiedene Richtung, in welcher die aufgehaltenen Wellenstrahlen wieder ausgesandt werden. Lebedew nimmt ebenso wie Bartoli, Boltzmann und Maxwell an, dass die Körper, welche sich gegenseitig bestrahlen, sich diese Strahlen auch wieder wechselseitig zurücksenden, während nach meiner durch die Beobachtung als richtig bewiesenen Auffassung die Weltkörper sich die zugesandte Wärme nur zum kleinsten Theile wieder zustrahlen, die grösste Menge derselben aber in Folge ihrer Rotation auf den beiden von einander abgewandten Seiten in das endlose Universum nach allen Richtungen hin ausstrahlen. Entsprechend den analytischen Entwicklungen der genannten Physiker wird dadurch nicht eine Abstossung, sondern vielmehr eine Anziehung oder, sachgemässer gesprochen, ein Druck bedingt, welcher die strahlenden Körper zusammenzuschieben sucht.

Es sei nun die Solarconstante $C = 3$ Gramm-Calorien, das mechanische Wärmeäquivalent $B = 425$ Gramm-Meter; dann ist die auf 1 qcm in 1 Secunde aufstrahlende Energie E näherungsweise

$$E = \frac{C}{60} B = 21 \text{ Gramm-Meter.}$$

Demgemäss erhält man aus Gleichung (1), wenn man die Lichtgeschwindigkeit $v = 3 \cdot 10^8$ m setzt, für den den auf 1 qcm ausgeübten Druck P :

$$P = \frac{E}{v} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-7} \text{ g}$$

oder (2) $P = 0,6 \cdot 10^{-4}$ Dyne. — Nun zieht die Sonne 1 g Masse in der Entfernung der Erde mit der Kraft (3) $A = 0,6$ Dyne an, wie sich leicht berechnen lässt. Ist ferner r der Radius des angezogenen Körpers in cm und δ die Dichte, bezogen auf Wasser, so ist erstlich die von der Massenanziehung herrührende Attraction (3a) $G = \frac{4}{3} \pi r^3 \delta A$, der von der Sonnenstrahlung stammende Druck

$H = \pi r^2 P$. Nach meinen obigen Auseinandersetzungen soll aber gerade der von der Sonnenstrahlung herrührende Wärmedruck die Ursache der allgemeinen Massenanziehung

sein; es muss demnach $G = H$, d. h. (2a) $\frac{4}{3} \pi r^3 \delta A$
 $= \pi r^2 P$ oder (4) $P = \frac{4}{3} r \delta A$ sein. Setzen wir in
 (4) für P und A ihre numerischen Werthe aus (2) und (3)
 ein, so erhalten wir angenähert:

$$(5) r \delta = \frac{3}{4} \cdot 10^{-4}.$$

Aus dieser Gleichung folgt, dass man, da die mittlere
 Dichtigkeit der Erde 5,6 beträgt, für den Radius r eines
 von den Gravitationswellen, bezüglich von den mit ihnen
 identischen Wärmeschwingungen angezogenen Moleküle
 ungefähr den Werth

$$r = \frac{0,75 \cdot 10^{-4}}{\delta} = \frac{0,75 \cdot 10^{-4}}{5,6} = \frac{0,75}{5\,6000} \text{ cm} =$$

$$\frac{0,75}{5\,600} \text{ mm},$$

d. h. $r = 0,000135 \text{ mm} = 0,135 \mu$ erhält.

Dieser Werth dürfte dem wirklichen Sachverhalt ent-
 sprechen und dem Mittelwerth des Radius, den die einzelnen
 Moleküle Massenthelchen der Erde besitzen, nahe kommen.

Führt man in Gleichung (4a) für δ seinen Werth $\delta = \frac{m}{v}$

$= \frac{m}{\frac{4}{3} \pi r^3}$ ein, so erhält man

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \frac{m}{\frac{4}{3} \pi r^3} A = \pi r^2 P \text{ oder } (6) P = \frac{m A}{\pi r^2}.$$

Die Gleichung (6) stellt also, wie ja nach den De-
 ductionen zu erwarten war, nichts anderes dar, als den
 Theil des Newton'schen Gesetzes, dass die Anziehung den
 Massen direkt proportional ist; die Theorie bestätigt also
 gleichfalls in eclatanter Weise die von mir aufgestellte
 Ansicht, dass die von der Sonne, beziehungsweise von den
 Körpern ausgesandten Aetherschwingungen der Wärme,
 des Lichts u. s. w. die wahre Ursache der wechselseitigen
 Anziehung ihrer Massen sind und dass diese Anziehung
 den Massen direkt und wegen der Abnahme der Intensität
 der Wellen auch dem Quadrate der Entfernung der Körper
 umgekehrt proportional ist.

Wie bereits im ersten Abschnitt dieses Kapitels auf
 Grund der Beobachtungen der Nachweis geführt werden
 konnte, dass die Sonnenstrahlung sowohl qualitativ wie auch
 quantitativ die Gravitationserscheinungen zu bewirken ver-

möge, ebenso lässt sich auch auf rein analytischem Wege der Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht führen. Zu diesem Behufe werde ich in den nachfolgenden Entwicklungen, welche bezüglich der numerischen Rechnungen nur rohe Annäherungen darstellen, die Druckwirkung der Sonnenstrahlen in Bruchtheilen der allgemeinen Massenanziehung darstellen.

Es ist nach Gleichung

$$(3a) \quad G = \frac{4}{3} r^3 \pi \delta A,$$

nach Gleichung (4) $H = \pi r^2 P;$

folglich ergibt sich

$$(6) \quad \frac{H}{G} = \frac{\pi r^2 P}{\frac{4}{3} \pi r^3 \delta A} = \frac{3 P}{4 r \delta A}.$$

Setzt man nun in (6) für P und A ihre numerischen Werthe aus (2) und (3) ein, so erhalten wir angenähert

$$(7) \quad \frac{H}{G} = \frac{3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-4}}{4 r \delta \cdot 0,6} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{4 r \delta}.$$

Aus dieser Gleichung folgt, dass für grosse Werthe von r der Quotient $\frac{H}{G}$ ein echter Bruch ist, d. h., dass die Gravitationskraft G grösser als der Druck der strahlenden Wärme ist. Für den schon oben angeführten Fall, dass $G = H$ sein soll, muss natürlich wiederum $r = 0,00135 \text{ mm} = 0,135 \mu$ sein. Ist dagegen r kleiner als $0,135 \mu$, so ist die Druckwirkung der Sonnenstrahlen bedeutend grösser als die Massenanziehung. Die Massenanziehung kann jedoch nur das Resultat aller derjenigen Wirkungen sein, welche auf die einzelnen Moleküle, bezüglich die Atome der Massenconglomerate wechselseitig ausgeübt werden. Die Durchmesser der Moleküle und Atome, aus denen die Massen der Körper sich zusammensetzen, haben nun aber bedeutend kleinere Durchmesser als $0,135 \mu$. Daraus folgt, dass die Anziehung oder die sogenannte vis a tergo, welche die Wärmestrahlung der Himmelskörper ausüben vermag, zur Erklärung der bisher so räthselhaften und mechanisch unbegreiflichen Gravitationserscheinungen vollkommen ausreicht.

Die vorstehenden höchst elementaren analytischen Deductionen noch weiter auszuspinnen, dürfte kaum von grossem Werthe sein; auch würde ich selbst im entgegengesetzten Falle eine streng mathematische Behandlung des

Gravitationsproblemes gern mathematisch besser geschulten Geistern überlassen.

Die von mir vertretene Ansicht, dass die Massenanziehung durch die Ausstrahlung der Aetherwellen und zwar in erster Linie der Wärmeschwingungen verursacht wird, erhält übrigens eine höchst wichtige Bestätigung durch die Uebereinstimmung gewisser Formeln aus der mechanischen Wärmetheorie und der Mechanik. Es handelt sich hier um die mit der Carnot'schen Temperaturfunction T in einfacher Beziehung stehende Function S in der mechanischen Wärmetheorie und um die Höhen eines Körpers über der Nullebene bei Leistung einer Arbeit durch Herabsinken von grösserer Höhe auf einen geringeren Abstand von der Erde, bezüglich umgekehrt durch Höhengewinn in Folge aufgewandter Arbeit. Wenn ich nun auch gerade für diesen Abschnitt die mechanische Wärmetheorie als bekannt voraussetze, so glaube ich gleichwohl nach Zeuner die Beziehung der Function S zu den die „Energie der Lage“ bedingenden Verticalabständen eines schweren Körpers darlegen zu müssen. Zeuner gelangt in seiner Thermodynamik in dieser Frage zu einem recht bemerkenswerthen Resultat dadurch, dass er, nachdem er die beiden Hauptgleichungen der Wärmemechanik abgeleitet hat, die Sätze über den Kreisprozess und zwar vor Allem über den Carnot'schen Kreisprozess mit analogen Sätzen der Mechanik auf S. 52 bis 57 vergleicht. Da ich schwerlich in gleich klarer und präciser Form, wie Zeuner diese Vergleichung durchführen könnte, so lasse ich die betreffenden Seiten hier folgen, um dann daran nur einige auf die mechanische Gravitationstheorie bezügliche Schlussfolgerungen anzuschliessen.

Man denke sich drei über einander liegende Horizontalebene A, B und C; die oberste Ebene A liege in der

A		
	H_1	
B		
		H_2
C		

Höhe H_1 über der untersten Ebene C; in der letzten Ebene liege demnach der Nullpunkt, von dem aus die Höhen nach oben gemessen werden; stellt man sich weiter vor, in der obersten Ebene stehe ein Körper vom Gewichte G zur

Verfügung und man könnte denselben langsam und gleichförmig nach dem untersten Niveau sinken lassen, so steht uns in diesem Körper eine Arbeit zur Verfügung, die mit W_1 bezeichnet werden mag und die einfach bestimmt ist, durch die Beziehung

$$W_1 = G H_1. \quad (1)$$

Der Werth von W_1 ist das, was in der Mechanik als „Energie der Lage“ oder als potentielle Energie bei Einwirkung der Schwere bezeichnet wird. Befinde sich das gleiche Gewicht G im mittleren Niveau B, so würde hingegen beim langsamen gleichförmigen Herabsinken in das unterste Niveau die Arbeit

$$W_2 = G H_2 \quad (2)$$

gewonnen werden, und endlich ist die Arbeit L , welche gewonnen würde, wenn der Körper in gleicher Weise von A nach B sinkt,

$$L = G (H_1 - H_2). \quad (3)$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) folgt

$$G = \frac{W_1}{H_1} = \frac{W_2}{H_2}, \quad (4)$$

und die Substitution in Gleichung (3) ergibt, wenn diese Gleichung wieder aufgeführt wird,

$$\left. \begin{aligned} L &= W_1 - W_2 \\ L &= G (H_1 - H_2) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Wird, wie man sich vorstellen kann, im Niveau A der Körper vom Gewicht G herbeigeschoben, so entspricht dieses einer Lieferung, einer Zuführung der Arbeit W_1 , und muss der Körper, nachdem er in der bemerkten Weise arbeitsverrichtend in das Niveau B herabgesunken ist, dort wieder abgeliefert werden, so entspricht dieses einer Ablieferung, einer Entziehung der Arbeit W_2 ; die Differenz der zugeführten Arbeit W_1 und der abgeführten für weitere Zwecke uns entzogenen Arbeit W_2 ist nach Gleichung (5) als Arbeit L gewonnen worden. Der Prozess ist aber auch umkehrbar. Wird der Körper im untern Niveau B herbeigeführt, dann langsam und gleichförmig in das obere Niveau A gehoben, so ist die abgelieferte Arbeit W_1 grösser, als die gelieferte W_2 , die Arbeit L zum Heben ist verbraucht worden und entspricht wieder genau der

Differenz $W_1 - W_2$. Vergegenwärtigt man sich wieder den Prozess in der ersten Richtung, so ist die unter den gemachten Voraussetzungen gewonnene Arbeit L beim Uebergang von A nach B ein Maximum, weil ein gleichförmiges Sinken angenommen wurde; denn findet das Sinken ungleichförmig, also beschleunigt, mit zunehmender Geschwindigkeit statt, so fällt die gewonnene Arbeit kleiner aus, ja diese Arbeit kann sogar Null werden, wenn der Körper vom Gewichte G einfach von A nach B herabfällt; in diesem Falle wohnt dem Körper im untern Niveau noch die ganze anfängliche Arbeit W_1 inne, die Differenz $W_1 - W_2$ noch in Form von lebendiger Kraft, von kinetischer Energie.

Zur Erläuterung der vorstehenden Darlegungen weist dann Zeuner auf die hydraulischen Motoren hin, indem er sich den Körper G als tropfbare Flüssigkeit vorstellt. Bildet nämlich das Niveau A und ebenso das Niveau B einen unendlich breiten und unendlich niedrigen Kanal und bedeutet G das Gewicht einer Wassermenge, die in bestimmter Zeit, z. B. in der Secunde, herabsinkt, so erscheint der im Vorstehenden besprochene Prozess als derjenige, welcher von den hydraulischen Motoren, den Wasserrädern, Turbinen etc., ausgeführt wird, während dann die Umkehrung des Prozesses bei den Wasserhubmaschinen vorliegt. Die Wahl des unteren Niveaus C ist hierbei noch ganz willkürlich, so dass man bei der Betrachtung hydraulischer Motoren dafür den Meeresspiegel annehmen könnte.

Bei der Vergleichung der Formeln

$$G = \frac{W_1}{H_1} = \frac{W_2}{H_2},$$

$$L = W_1 - W_2,$$

$$L = G (H_1 - H_2)$$

mit den Formeln

$$P = \frac{Q_1}{A S_1} = \frac{Q_2}{A S_2},$$

$$L = \frac{Q_1}{A} - \frac{Q_2}{A},$$

$$L = P (S_1 - S_2)$$

tritt die vollständige Analogie derselben deutlich vor Augen, denn die Arbeitsmengen W_1 und W_2 entsprechen den in Arbeitseinheiten gemessenen Wärmemengen Q_1 und Q_2 , da-

gegen die Höhenwerthe (Niveaudistanzen) H_1 und H_2 den Werthen der Funktion S_1 und S_2 . Die vorstehenden Gleichungen sind dem Baue und dem Sinne nach dieselben.

Im weiteren Verlauf der Deduction wird nun gezeigt, dass die Funktion S eine Funktion der Temperatur ist, wie speciell an den Vorgängen bei der Dampfmaschine erläutert wird. Es findet nämlich in dem Dampfcylinder mit dem Arbeitsgewinn zugleich ein Wärmeübergang vom Dampfkessel nach dem Condensator statt; dem Kessel wird Wärme mitgetheilt, im Condensator findet Abkühlung statt, wird also Wärme abgeleitet. Die Wärmezuführung findet jedoch bei hoher Temperatur statt, während die Ableitung bei niedriger Temperatur vor sich geht. Bei den Kälteerzeugungsmaschinen liegt dagegen der umgekehrte Prozess vor, da bei diesen zum Betrieb der Maschinen Arbeit aufzuwenden ist und die Wärmemittheilung im Verdampfer bei niedriger, die Wärmeentziehung im Condensator bei höherer Temperatur stattfindet.

Wir beschränken uns bei den weiteren Auseinandersetzungen und Vergleichen auf die Dampfmaschinen. Da beim Betriebe derselben im Dampfkessel wie im Condensator die Temperaturen auf constanter Höhe erhalten werden, so kann man den Vorgang sich als einen stationären vorstellen, der durch die Emission oder Abgabe der Wärme durch den Kessel und die ihr gleiche Absorption oder Aufnahme der Wärme im Condensator stetig unterhalten wird. Eine derartige Anschauung stimmt jedoch mit den Darlegungen überein, welche im ersten Theile über die mechanische Wirkung der ausgestrahlten Wärme gegeben habe, nur ist hier an den zweiten Fall zu denken, dass das die Wärme emittirende Radiometerblättchen, bezüglich die erwärmte Radiometerwand unbeweglich und das die Wärme absorbirende Radiometerblättchen, das gleichzeitig die Funktionen des Condensators und Cylinderkolbens ausübt, beweglich ist und daher von der festen Wärmequelle zurückweicht. Die Ursache des Zurückweichens beruht darauf, dass nicht der Einstrahlung, sondern nur der Ausstrahlung ein Widerstand geleistet wird; ebenso ist es auch bei der Expansion der Dämpfe, wie im ersten Theile gleichfalls gezeigt worden ist. Es folgt nun aus den vorstehenden Auseinandersetzungen, dass die Arbeitsleistung bei den Dampfmaschinen mit Bezugnahme auf den Carnot'schen Kreisprozess lediglich durch die Emission und Absorption der Wärmestrahlen bedingt wird. Nun sind aber die Formeln für die Arbeitsleistung eines langsam sinkenden Körpers vollständig homogen mit

den Formeln der Arbeitsleistungen bei dem Carnot'schen Prozess; es liegt demnach, da ja die Atome nach dem dritten Grundgesetze der Materie ihre Grundeigenschaften unter allen Umständen quantitativ und qualitativ beibehalten müssen, der Schluss nahe, dass die Höhenwerthe H_1 und H_2 ebenfalls Temperaturfunktionen gleicher Art wie S_1 und S_2 sind. Mit anderen Worten heisst dies nichts anderes, als dass beim Sinken des Körpers G von dem Niveau A auf das Niveau B, wenn Arbeit geleistet wird, genau die erforderliche Wärme der Erde und dem Körper G gleichmässig entzogen werden muss; umgekehrt muss beim plötzlichen Fallen ohne Arbeitsleistung die der Fallhöhe entsprechende lebendige Kraft durch Stoss und Reibung sich in Wärme umsetzen und zwar im ersten Augenblick im bei Weitem überwiegenden Maasse in dem Körper G enthalten bleiben, wie ja der Versuch lehrt, und erst allmählich durch Ausstrahlung ein Temperaturenausgleich mit der Erde erfolgen. Ebenso muss, wenn ein Körper G von dem Niveau B auf das Niveau A gehoben wird, dem Körper G und der Erde eine der geleisteten Arbeit gleichwerthige Wärme entzogen, d. h. von der Erde emittirt werden. Weil jedoch die abgegebene Wärme im Verhältniss zur Erdmasse verschwindend klein ist, so vermögen unsere Apparate, welche nur Differenzzustände anzeigen, die unendlich kleine Temperaturabnahme nicht sichtbar zu machen.

Man kann also nicht ohne begründete Berechtigung die Erde bezüglich der Schwerkraftleistung mit einer Dampfmaschine vergleichen; dem hochtemperirten Dampfkessel entspricht die Erde, während der Condensator für die von der Erde ausgestrahlte Wärme das auf bedeutend niedrigerem Temperaturniveau stehende Weltall ist. Noch mehr in die Augen springt die Uebereinstimmung zwischen der arbeit leistenden Wirkung der Wärme im Weltall und in der Dampfmaschine, wenn man sein Augenmerk auf die durch Wärmeemission von der Sonne oder den Fixsternen bedingten mechanischen Leistungen in unserem Planetensystem oder im gesammten Universum sein Augenmerk lenkt. Die Sonne hält sich constant auf einer ungeheuer hohen Temperatur, während das sie umgebende Weltmedium stetig auf einer Temperatur von ungefähr -273° C. oder nach neueren Physikern auf -100° C. stehen bleibt. Körper, welche sich im Weltall befinden und die von der Sonne empfangene Strahlenmenge wieder weiter ins All hinaus emittiren, müssen demnach entsprechend dem Carnot'schen Prozess und gemäss der ihnen möglichen Wirkungsgelegenheit zur Sonne hingedrängt werden.

Eine direkte Bestätigung dieser Anschauung auf Grund von genauen Beobachtungen ist bereits im ersten Abschnitt dieses Kapitels versucht worden; man kann jedoch auf einem Umwege, der namentlich auch über die innere Wärme der Erde Aufschluss geben dürfte, zu einem damit übereinstimmenden Resultat gelangen. Stellt man sich nämlich gemäss der planetarischen Nebelhypothese vor, dass sämtliche Massentheilchen der Erde sich aus dem Zustande der denkbar grössten Verdünnung im Laufe der Jahrtausende bis zur jetzigen Erddichte in Folge der Wärmeabgabe an das Weltmedium zusammengeballt hätten, so muss dadurch soviel Wärme entbunden worden sein, als die Erde noch jetzt besitzt und in dem verflossenen Zeitraume dieses Bildungsvorganges ins Weltall hinausgeschickt hat. Die ihr von der Sonne und anderen Weltkörpern zugestrahlte Wärmemenge kann dabei zunächst unberücksichtigt bleiben, da deren Funktion eine andere ist. Nun kennen wir freilich nicht die Temperatur des Erdinnern, sondern nur die Temperatur der Oberfläche und ausserdem noch das mittlere spezifische Gewicht oder die Dichte der Erde. Ferner können wir nach dem Newton'schen Gravitationsgesetz, wie Robert Mayer es zuerst auch wirklich ausgeführt hat, die Endgeschwindigkeit der aus unbeschränkt grosser Entfernung auf die Erde herabfallenden Masseneinheit und damit die an der Erdoberfläche aufgespeicherte lebendige Kraft und die ihr gleichwerthige Wärmemenge in Calorien berechnen. Zieht man von dieser Wärmemenge diejenige Wärmemenge ab, welche die Masseneinheit bei der Oberflächentemperatur und der mittleren Erddichte noch enthält, so erhält man diejenige Wärme, welche jedes Massentheilchen an seinem Theile zur inneren Erdwärme und zu der gesamten schon ausgestrahlten Wärme geliefert hat.

Diesem Summenwerth, dessen einzelne Posten sich schwer ermitteln lassen, gebührt jedoch eine nicht geringe Bedeutung, da derselbe der Grenzwert ist, den die innere Erdwärme wegen der im Ablauf der Zeiten ausgestrahlten Wärmemengen nicht einmal erreichen, geschweige denn übersteigen kann. Zur Ermittlung dieses Grenzwertes gelangt man nach Mayer durch die nachstehende einfache Ueberlegung. Auf experimentellem Wege ist ermittelt worden, dass eine Masse, welche aus einer Höhe von 425 m herabfällt, durch Reibung und Stoss 1 kg Wasser um 1° C. erwärmt, andererseits erlangt eine von 425 m Höhe herabgefallene Masse eine Endgeschwindigkeit von 91 m in einer Secunde, so dass ein mit solcher Geschwindigkeit sich be-

wegender Körper 1° Wärme oder eine Wärmeeinheit entwickelt. Wird die Geschwindigkeit verdoppelt oder verdreifacht, so erhält man 4° oder 9° Wärme u. s. w., also ergibt sich für 1 m Geschwindigkeit $\frac{1}{91}2^0$ oder $0,00012$ Wärme, allgemein also für c m Geschwindigkeit

$$0,00012 \text{ c}^2.$$

Nun folgt aus dem Newton'schen Gesetze, dass die Endgeschwindigkeit, welche ein aus unbeschränkt grosser Entfernung auf die Erde herabfallender Körper erlangt, gleich 11200 m in der Secunde ist. Nehmen wir das specifische Gewicht und die specifische Wärme desselben gleich 1 an, so werden durch Reibung, Stoss u. dgl. $0,00012 \cdot 11200^2$ Wärme oder Wärmeeinheiten erzeugt. Demnach beträgt die Temperatur des aus dem Unendlichen angekommenen Meteoriten an der Erdoberfläche 15053^0 oder rund 15000^0 . Dies ist demnach der Grenzwert, unter welchem die Temperatur des Erdinnern liegen muss; in der That schätzt man die Temperatur der aus dem Erdinnern ausströmenden Lava auf etwa 4000^0 C. , ein Werth, der noch erheblich kleiner als der gefundene Maximalwerth ist. Auf dieselbe Weise findet man den betreffenden Maximalwerth der inneren Sonnen-Temperatur gleich $0,00012 \cdot 445710^2$ oder $0,00012 \cdot 630400^2$, d. h. $24\,000\,000^0$ bis $48\,000\,000^0$. Die mittlere Oberflächentemperatur der Erde beträgt ungefähr 15^0 , diejenige der Sonnenoberfläche etwa $20\,000^0 \text{ C.}$; es verhalten sich also bei der Sonne und der Erde die Oberflächentemperaturen zu einander wie die inneren Maximaltemperaturen, da annähernd $\frac{15\,000}{15} = \frac{24\,000}{20\,000}$ ist. Es liegt

kein Grund vor, warum nicht auch für die übrigen Weltkörper dasselbe Verhältniss zwischen der maximalen Innentemperatur und der Temperatur der Oberfläche stattfinden soll. Man hat also auf diese Weise ein höchst einfaches Mittel erlangt, die Oberflächentemperaturen der Weltkörper auf einem ganz anderen Wege, als es geschehen ist, zu finden. Führt man diese Berechnung für die übrigen Planeten unseres Sonnensystems aus, so erhält man Zahlenwerthe, welche mit den nach der Rosetti'schen Emissions-Formel berechneten Temperaturen gut übereinstimmen.

Das gerade nicht unwichtige Ergebniss der vorstehenden theoretischen Untersuchungen besteht in erster Linie darin, dass sich thatsächlich die Wirkungen der allgemeinen Massenanziehung in ungezwungener Weise durch den Rückstoss der ausgestrahlten Wärmeschwingungen rein mechanisch

erklären lassen; daraus folgt aber zweitens, dass der von Robert Mayer so glänzend nach der quantitativen Seite hin erläuterte Grundsatz „*causa aequat effectum*“ auch in qualitativer Hinsicht ganz allgemein und vollkommene Giltigkeit besitzt, oder dass mit anderen Worten die Atome unter allen Umständen ihre Grundeigenschaften beibehalten.

Jetzt möchte ich, da mir augenblicklich weitere Angaben nicht bekannt sind, noch die bereits seit mehr als hundert Jahren angestellten meteorologischen Beobachtungen über die Wärme-Aufnahme und -Ausgabe der Erde als weiteres Beweismaterial dafür benutzen, dass meine Auffassung, die Erde sei eine gewaltige kosmische Licht- oder Wärmemühle, keineswegs eines realen Hintergrundes entbehrt. Ist nämlich meine Behauptung richtig, dass die Wellen der Sonnenwärme in der oben geschilderten Weise durch ihre Rotationskraft die Erde nach der Sonne hindrängen, so muss die am Tage von der Sonne erwärmte Halbkugel die aufgenommene Wärme des Nachts wieder ausstrahlen, d. h. während die der Sonne zugekehrte Halbkugel die Sonnenstrahlen absorbiert, muss die andere gleichzeitig die vorher empfangene Wärmemenge wieder in den Weltraum hinaussenden und so fort im ewigen Wechsel der Tage und Jahre, bis endlich die Erde ihr Grab in der Sonne findet und, in Atome zerstäubt, als strahlende Materie wieder in das unermessliche Weltmeer ausströmt. Sämmtliche Sonnenwärme, welche die Erde auf ihrer langen Bahn durch das All in Massenbewegung umgesetzt hat, giebt sie dann der Sonne zurück, indem sie durch Stoss und Reibung eine ihrer Endgeschwindigkeit gleichwerthige Wärmemenge entbindet. Thatsächlich kühlt sich nun, wie jahrelange Beobachtungen beweisen, die Oberfläche der Erde, während dieselbe bei Tage von den Sonnenstrahlen erwärmt wird und ihre höhere Temperatur den auf ihr ruhenden Luftschichten mittheilt, bei Nacht durch Strahlung gegen den Weltraum ab.

Als Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht mögen nur folgende in Padua und Leith angestellte Thermometerbeobachtungen dienen, welche man in ausführlicher Weise in Poggendorfs Annalen, Band 42, findet. In der ersten und dritten Kolumne der Tafeln I und II ist jedesmal die mittlere Zeit angegeben, bei welcher für den in der vorletzten Reihe genannten Monat die in der zweiten Columnne angeführte durchschnittliche Minimal-, bezüglich die in der dritten angegebene mittlere Maximaltemperatur statt hatte. Am Schlusse jeder Tabelle folgt die Angabe der durchschnittlichen jährlichen Minimal- und Maximaltemperatur

und die durchschnittliche Nacht- oder Tageszeit, in welche dieselben fielen.

Tabelle No. I.
Padua 1778—1779.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Zeit.	Temperatur (°).	Zeit.	Temperatur (°).	Monat.	Differenz (°).
7 Uhr	2,15	2 Uhr	5,60	Januar . .	3,45
7 "	2,91	3 "	6,95	Februar . .	4,04
6 "	5,16	3 "	10,10	März . . .	4,95
5 "	10,20	3 "	15,70	April . . .	5,50
4 "	16,05	2 u. 3 "	23,65	Mai	7,60
4 "	18,54	2 "	25,21	Juni	6,67
4 "	21,34	2 "	30,73	Juli	9,39
4 u. 5 "	18,49	4 "	27,55	August . .	9,06
5 "	15,05	3 "	21,97	September .	6,92
5 "	12,94	3 "	17,47	October . .	4,53
7 "	5,75	2 "	10,92	November .	5,17
7 "	2,30	2 "	6,41	December .	4,11
Jahres- mittel: 5 Uhr	11,10	2 Uhr	16,79		5,69

Tabelle No. II.

Leith 1824 (Temperaturangabe in Fahrenheit's Graden).

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Zeit.	Minimum.	Zeit.	Maximum.	Monat.	Temperatur- Differenz.
5 Uhr	40,07	3 Uhr	43,18	Januar . .	3,11
7 "	39,02	2 "	42,07	Februar . .	3,68
6 "	37,45	3 "	42,09	März . . .	5,45
5 "	39,08	3 "	50,01	April . . .	10,03
4 "	44,07	3 "	54,07	Mai	10,00
5 "	51,08	3 "	59,09	Juni	8,01
4 "	54,09	4 "	63,06	Juli	8,07
4 "	52,05	4 "	60,01	August . .	7,06
4 "	51,01	3 "	58,08	September .	7,07
6 "	44,08	2 "	49,09	October . .	5,01
2 "	40,04	2 "	44,07	November .	4,03
1 "	38,69	1 "	41,02	December .	2,51
Jahres- mittel: 5 Uhr	44,82	3 Uhr	50,89		6,07

Noch reichhaltigeres Beobachtungsmaterial dafür anzuführen, dass die Erde in der Nacht die am Tage aufgenommene Wärme wieder ausstrahlt, halte ich nicht für erforderlich, da man leicht, wenn man dies wünscht, in grösseren wissenschaftlichen Specialzeitschriften zahlreiche ähnliche Beobachtungen finden wird.

Dass aber sämtliche Wärme, also sämtliche Molekularbewegung, welche nicht in Massenbewegung umgesetzt ist, wieder von der Erde ausgestrahlt wird, folgt mit Nothwendigkeit daraus, dass die mittlere Jahrestemperatur an keinem Orte der Erde in einem Zeitraume von mehr als hundert Jahren merkbar zugenommen hat. Nach den Untersuchungen Fourier's ergibt sich sogar eine allmähliche, wenn auch äusserst minimale Abkühlung der Erde, so dass dieselbe von ihrer Eigenwärme noch einen geringen Bruchtheil abgiebt; denn, wie oben angegeben ist, beträgt die jährliche Wärmeabgabe der Erde rund 770 Trillionen Wärmeeinheiten und die Sonnenstrahlung zur Erde etwa eben so viel, wenigstens 760 Trillionen Calorien. Darnach

würde die Erde schätzungsweise etwa $\frac{1}{300\,000\,000}$ seiner Gesamtwärme in einem Jahre verlieren.

Die von mir aufgestellte mechanische Erklärung der Attraction aus der Wärmewirkung der Sonne lässt demnach auch die Unveränderlichkeit der Jahresdauer als völlig durch die Thatsachen bedingt und begründet erscheinen, andererseits aber vermeidet sie in denkbar einfachster Weise die absurde, bei fast allen früheren mechanischen Gravitationstheorien wiederkehrende Hypothese der vollständigen oder beinahe vollständigen Durchlässigkeit der festen Stoffe für die Gravitationswellen. Selbst Herr Dr. Isenkrahe, der in seiner sonst, wenigstens bezüglich des kritischen Theiles, so verdienstvollen Arbeit „Das Räthsel der Gravitation“ seine Vorgänger wegen einer derartigen Annahme nicht gerade sehr gelinde mitgenommen hat, sieht sich, um überhaupt eine der Attraction gleichwerthige „vis a tergo“ zu erhalten, schliesslich doch genöthigt, in versteckter Weise jene Annahme gleichfalls wieder einzuführen. Gegen eine solche Annahme sprechen, so gross man auch die Geschwindigkeit der carambolirenden Atome und so klein man dementsprechend auch deren Grösse wählen mag, gerade bei Isenkrahe wegen seiner Grundvorstellung über die Constitution des Weltäthers die Resultate, zu denen Clausius in den Untersuchungen über die mittlere Wegelänge der Gasmoleküle und über die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase gelangt ist; denn Isenkrahe sieht ja den Aether als ein stark verdünntes Gas im Sinne der modernen kinetischen Gastheorie an, so dass für denselben auch die gleichen Gesetze wie für die Gase gelten müssen. Aus jenen Untersuchungen folgt nämlich, dass die Aetheratome trotz ihrer rasenden Geschwindigkeit und minimalen Grösse keine sehr

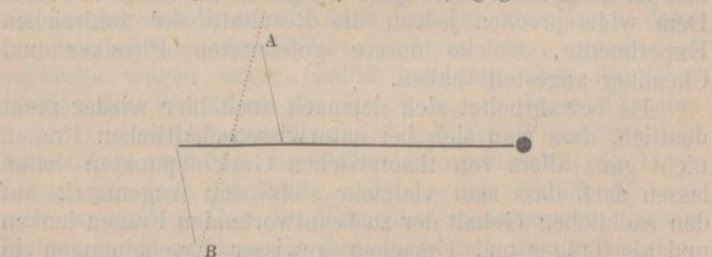
dicke Schicht der Erde durchdringen können. (cfr. Wüllner, Experimentalphysik, Bd. III, § 38 und § 40). Es dürfte übrigens ja auch allgemein bekannt sein, dass nicht nur die Wärmestrahlen, sondern auch die Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch starke Glasplatten in nicht unbeträchtlichem Maasse geschwächt, also selbst von diesem für sie sonst ziemlich durchlässigen Medium doch im Verhältniss zu der zunehmenden Dicke absorbirt werden.

Dagegen scheint mir Isenkrahe's Polemik gegen das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, um zum Schluss auch diesen wichtigen Punkt noch zu berühren, erst recht jedes realen, sachlichen Hintergrundes zu entbehren; denn die gedankliche Nöthigung, die Atome als einfach anzunehmen, sie als völlig unelastisch und hart anzusehen, schliesst noch lange nicht die Folgerung unbedingt in sich, dass nun auch die materiellen Träger der von der Sonne ausgehenden Wellenbewegungen wirklich einfache Atome im philosophischen Sinne sein müssen. Im Gegentheil sprechen die experimentellen Untersuchungen Crookes' über die strahlende Materie, welche freilich bisher fast nur die physikalischen Eigenschaften derselben berücksichtigten, gleichwohl schon mit ziemlicher Sicherheit dafür, dass die Materie auch in dem vierten Aggregatzustand ihre chemischen Eigenschaften beibehält, dass also die stofflichen Licht- und Wärmeträger nicht als absolut einfache Atome anzusehen sind. In noch erhöhtem Maasse sprechen aber hierfür die glänzenden Resultate der von Kirchhoff begründeten Spectralanalyse, welche ja mit Recht die Chemie der strahlenden Materie genannt zu werden verdient; denn wären die Aetheratome, welche durch ihren Stoss sowohl die Gravitations- als auch die Licht- und Wärmewirkungen hervorrufen, wirklich einfache Atome, wie Isenkrahe meint, so würden ja die spectralanalytischen Untersuchungen über die chemische Beschaffenheit der Sonnenoberfläche ganz und gar in der Luft schweben. Dem widersprechen jedoch die Resultate der zahlreichen Experimente, welche unsere gefeiertsten Physiker und Chemiker angestellt haben.

Es bewahrheitet sich demnach auch hier wieder recht deutlich, dass man sich bei naturwissenschaftlichen Fragen nicht ganz allein von theoretischen Gesichtspunkten leiten lassen darf, dass man vielmehr stets sein Augenmerk auf den sachlichen Gehalt der zu beantwortenden Fragen lenken und als Träger und Ursachen gewisser Erscheinungen in der Körperwelt immer nur einer solchen Welt gleichartige materielle Elementartheile ansehen darf, wenn man sich nicht in unauf lösliche Widersprüche verwickeln will. Sach-

fragen lassen sich eben nur durch sachliche Axiome thatsächlich lösen, wie rein gedankliche Probleme ja auch nur mit Hilfe gedanklicher Grundsätze endgiltig gelöst werden können.

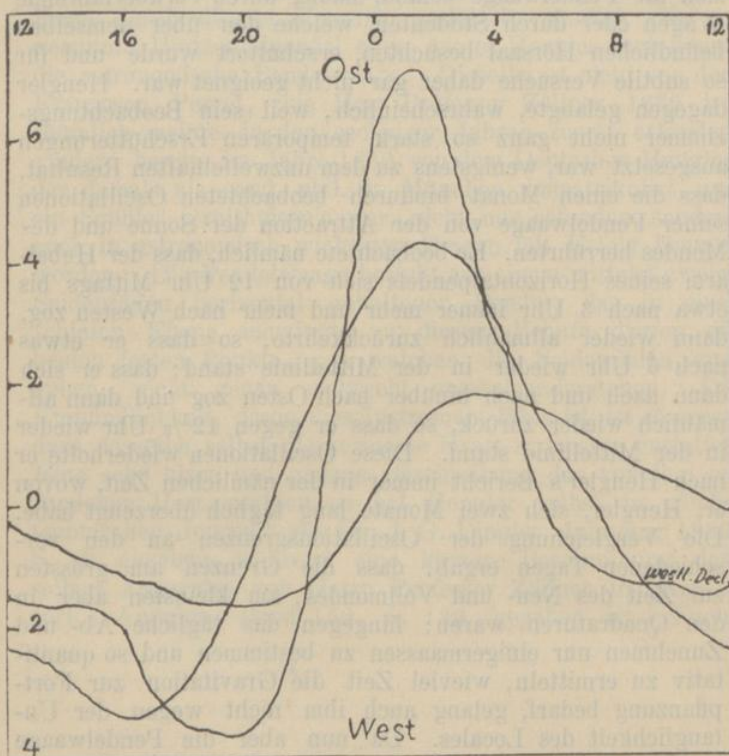
Liesse sich nun die obige Frage bezüglich der zeitlichen Ausbreitung der Gravitation durch irgendwelche Versuche beantworten, so wäre damit gleichzeitig ein Prüfstein für oder wider die Richtigkeit meiner Theorie gefunden. Dies ist thatsächlich bereits geschehen. Es wurde nämlich bereits vor mehr als 50 Jahren von Lorenz Hengler aus Reichenhofen in Württemberg ein Apparat erfunden und construiert, welcher eine experimentelle Entscheidung jener Frage durch directe Messung gestattet, nämlich das sogenannte Horizontalpendel oder, wie es Hengler auch nennt, die astronomische Pendelwaage. Dieselbe ist nicht von dem Franzosen Perrot, wie Herr Professor Zöllner 1869 irrthümlich meinte, in den sechziger Jahren zuerst erfunden, sondern bereits im Jahre 1832 von dem Deutschen Hengler, der damals als cand. phil. in München immatrikulirt und ein Schüler Gruithuisen's war, nicht nur erfunden, sondern auch in astronomisch wichtigen Fragen mit Erfolg benutzt worden. Die Pendelwaage besteht aus einem mittelst zweier Seidenfäden horizontal gehaltenen Pendel, das in einer schiefen Ebene schwingt; zu diesem Behufe dürfen die beiden festen Punkte, von welchen die Seidenfäden ausgehen, nicht genau senkrecht untereinanderstehen. Die Empfindlichkeit, deren dies Instrument fähig ist, ist so gross, dass dasselbe selbst die geringste Kraft zu messen gestattet. Eine sehr klare und genaue Beschreibung des von ihm erfundenen Horizontalpendels hat Hengler selbst im „Polytechnischen Journal“ von Dr. J. G. Dingler, Jahrgang 1833, S. 80, gegeben, während eine kürzere Beschreibung desselben Apparates von Herrn Professor Zöllner in Poggen-dorff's Annalen, Band 150, S. 139, gegeben ist. Nach-



stehende Figur möge ein deutliches Bild davon geben. Das durch die schräg verticalen Fäden horizontal gehaltene

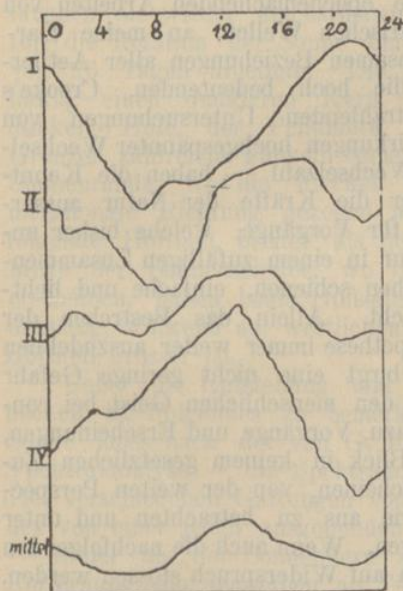
Pendel ist gezwungen, in einer schiefen Ebene zu schwingen. Obgleich Zöllner in der citirten Abhandlung mit Nachdruck darauf hingewiesen hat, dass ein solches Horizontalpendel neben der Beantwortung anderer wichtiger Fragen eine sichere Entscheidung über die Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der allgemeinen Massenanziehung ermögliche, so sind dennoch bis jetzt, abgesehen von den unten genannten, in dieser Richtung ausser den Hengler'schen Beobachtungen fast nur noch von Zöllner Versuche angestellt worden. Indessen vermochte Zöllner über diesen Punkt nichts Sicheres festzustellen, da das Zimmer, in welchem sich die Pendelwaage befand, häufig durch vorüberfahrende Wagen oder durch Studenten, welche den über demselben befindlichen Hörsaal besuchten, erschüttert wurde und für so subtile Versuche daher gar nicht geeignet war. Hengler dagegen gelangte, wahrscheinlich, weil sein Beobachtungszimmer nicht ganz so stark temporären Erschütterungen ausgesetzt war, wenigstens zu dem unzweifelhaften Resultat, dass die einen Monat hindurch beobachteten Oscillationen seiner Pendelwaage von der Attraction der Sonne und des Mondes herrührten. Er beobachtete nämlich, dass der Hebelarm seines Horizontalpendels sich von 12 Uhr Mittags bis etwa nach 3 Uhr immer mehr und mehr nach Westen zog, dann wieder allmählich zurückkehrte, so dass er etwas nach 6 Uhr wieder in der Mittellinie stand; dass er sich dann nach und nach hinüber nach Osten zog und dann allmählich wieder zurück, so dass er gegen 12¹/₂ Uhr wieder in der Mittellinie stand. Diese Oscillationen wiederholte er nach Hengler's Bericht immer in der nämlichen Zeit, wovon er, Hengler, sich zwei Monate lang täglich überzeugt habe. Die Vergleichung der Oscillationsgrenzen an den verschiedenen Tagen ergab, dass die Grenzen am grössten zur Zeit des Neu- und Vollmondes, am kleinsten aber in den Quadraturen waren; hingegen das tägliche Ab- und Zunehmen nur einigermaassen zu bestimmen und so quantitativ zu ermitteln, wieviel Zeit die Gravitation zur Fortpflanzung bedarf, gelang auch ihm nicht wegen der Untauglichkeit des Locales. Da nun aber die Pendelwaage in einem geeigneten, vor temporären Erschütterungen gesicherten Beobachtungsraume noch Dienste würde leisten können, selbst wenn die Gravitationswellen sich noch 8 mal schneller als diejenigen des Lichtes fortpflanzen würden, so werde ich, sobald sich mir die günstige Gelegenheit dazu bieten sollte, die Versuche Hengler's namentlich im Hinblick auf die von mir aufgestellte Erklärung der Gravitations-Erscheinungen wiederholen.

Indessen sind inzwischen — ich äusserte die diesbezügliche Absicht bereits im Anfang des Jahres 1887 — von Herrn E. von Rebeur-Pachwitz im Jahre 1889 in Wilhelmshaven mit einem höchst empfindlichen Horizontalpendel methodische Beobachtungen angestellt worden, welche für die Entscheidung der Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitationswellen von ausserordentlicher Bedeutung sind. Man findet dieselben in den astronomischen Jahrbüchern im 126. Heft. Aus zwei Gründen verdienen die Beobachtungen von E. von Rebeur-Pachwitz hohes wissenschaftliches Interesse; dieselben erlauben nämlich nicht nur



einen Schluss auf die Geschwindigkeit der Gravitationswellen zu ziehen, sondern bringen gleichzeitig auch noch den strikten Beweis, dass die Gravitationswirkungen mit den Erscheinungen, welche durch die Sonnenstrahlen unzweifelhaft bedingt werden, übereinstimmen. Betreffs des ersten Punktes ist darauf hinzuweisen, dass nach den Beobachtungen in Wilhelmshaven die Maximalausschläge

in Zeiträumen erfolgten, welche entweder gleich der Dauer eines halben Mondtages waren oder sich davon um $8\frac{1}{4}$ oder $16\frac{1}{2}$ Minuten unterschieden. Diese Abweichungszeiten stehen mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Aetherwellen von der Sonne bis zur Erde in einer einfachen, gesetzlichen Beziehung; denn da die Wellen von der Sonne bis zur Erde gerade $8\frac{1}{4}$ Minute Zeit gebrauchen, so müssen natürlich auch die mechanischen Wirkungen derselben, also die Maximalausschläge des Horizontalpendels, um einfache Vielfache dieses Zeitintervalles von dem halben Mondtage abweichen, da der Mond die von ihm ausgehenden Wellenstrahlen erst von der Sonne empfängt und die Entfernung



des Mondes bis zur Erde im Verhältniss zur Entfernung der Erde von der Sonne verschwindend klein ist.

Was den zweiten Punkt anlangt, so beweisen in der nebenstehenden Figur die graphischen Curven, durch welche die Pendelabweichungen dargestellt werden, durch ihre Uebereinstimmung mit den erdmagnetischen Declinationscurven und sonach auch mit den täglichen Temperaturcurven deutlich, dass auch die hier fraglichen Gravitationswirkungen und damit die allgemeine Massenanziehung überhaupt in

einem ursächlichen Zusammenhang mit der Wärmestrahlung stehen, wie ja des Näheren aus nachstehenden Darlegungen klar hervorgeht.

Die Periode der Sonnenflecken und die davon abhängigen terrestischen Erscheinungen.

Kein Gegenstand ist des Studiums würdiger als die Natur. Diesen grossen Mechanismus zu begreifen, die in ihm wirksamen Kräfte und die Gesetze, denen sie ge-

hören, zu entdecken und sie dadurch dem Allgemeinwohl dienstbar zu machen, das ist der höchste Genuss des Menschengenusses; denn gerade in der Kenntniss und Ausnutzung der Naturkräfte beruht ja in erster Linie die Ueberlegenheit des civilisirten Menschen gegenüber den Naturvölkern.

Eine unendliche Menge von Kraft durchströmt in Wellenform mit Blitzes-Schnelle das Weltall, von einem Stern zum andern in ewigem Wechsel kreisend. Der ewige Träger und Vermittler dieser unendlichen Energie ist der Aether, ein äusserst dünnes und elastisches Gas. Die Kenntniss des Aethers und seiner Gesetze, das glänzendste Resultat der modernen Wissenschaft, — ich erinnere hier nur an die epochemachenden Arbeiten von H. Hertz über die elektrischen Wellen, an meine Darlegungen über die gemeinsamen Beziehungen aller Aetherschwingungen und an die hoch bedeutenden, Crooke's Leistungen noch überstrahlenden Untersuchungen von Nikola Tesla über die Wirkungen hochgespannter Wechselströme von sehr grosser Wechselzahl —, haben die Kenntnisse des Menschen über die Kräfte der Natur ausserordentlich erweitert und für Vorgänge, welche bisher unverständlich waren und nur in einem zufälligen Zusammenhang mit einander zu stehen schienen, einfache und lichtvolle Erklärungen gebracht. Allein das Bestreben der Speculation, die Aetherhypothese immer weiter auszudehnen und zu vervollkommen, birgt eine nicht geringe Gefahr in sich; denn sie zwingt den menschlichen Geist bei consequenter Durchführung dazu, Vorgänge und Erscheinungen, welche auf den ersten Blick in keinem gesetzlichen Zusammenhange zu stehen scheinen, von der weiten Perspective der Undulationstheorie aus zu betrachten und unter dieselben Gesetze zu bringen. Wenn auch die nachfolgenden Darlegungen im Einzelnen auf Widerspruch stossen werden, so hoffe ich doch, dass der Grundgedanke, die Wellentheorie bis in die verborgensten Gebiete des Waltens der Natur und des menschlichen Organismus zu verfolgen, ein gewisses Interesse beanspruchen und zu neuen Forschungen über die Einheit des gesammten Naturmechanismus anregen können.

I. Die Sonnenfleckperioden.

Die Sonnenfleck, welche bereits 1611 von Fabricius entdeckt wurden, erscheinen als verhältnissmässig dunkle, mehr braune als schwarze Stellen auf der leuchtenden Sonnenscheibe, an Form mannigfaltig, rund, länglich, ge-

zackt, zerrissen, durch ein gewöhnliches Fernrohr scharf begrenzt, durch ein sehr gutes mit verwaschenen Grenzen, sind an Grösse sehr verschieden, von 30 000 Meilen Durchmesser bis zu verschwindender Kleinheit, die grössten am seltensten, die kleinsten oder Sonnenporen in unzähliger Menge. Die grösseren Flecken finden sich vorzugsweise in 10^0 bis 40^0 Breite, in den sogenannten Fleckenzonen, seltener am Aequator, fast gar nicht an den Polen. Während die blassen Sonnenporen sich rasch verändern und verschwinden, haben die grösseren Flecken einen längeren Bestand; sie ziehen während desselben in der Richtung von Osten nach Westen über die Sonnenscheibe in ca. 13 Tagen hin und nach abermals 13 Tagen tauchen sie wieder am östlichen Rande auf, woraus man für die Rotation der Sonne um ihre Achse eine Dauer von 25 Tagen ableitete. Die grösseren Flecken haben häufig einen dunkleren Kern, der von einem weniger dunkeln Hofe, der Penumbra, umgeben ist, an dessen Grenzen zahlreiche Fackeln bemerkt werden. Am östlichen Sonnenrande, wo die Flecken lang und schmal in die meridionale Richtung gezogen auftauchen, ist der nachfolgende Hoftheil breiter als der vorausgehende; in der Mitte der Sonnenscheibe, wo die Flecken am breitesten erscheinen, haben beide Hofseiten eine mehr gleiche Ausdehnung, während am westlichen Rande der vorausgehende Hoftheil grösser ist.

Ueber die Entstehung und das Wesen der Sonnenflecken ist Folgendes zu bemerken. Die Atmosphäre der Sonne muss nach der von G. Kirchhoff 1860 gefundenen Spektralanalyse — die Spektralanalyse ist ein Verfahren, die verschiedenen Gattungen von Materie durch die Art des von einer jeden ausgehenden Lichtes zu unterscheiden — kühler als der Sonnenkern sein und mit wachsender Entfernung von demselben an Temperatur abnehmen, weil im Weltraume, der die Sonne umgiebt, eine Kälte von wenigstens 200^0 herrscht; hierdurch wird Veranlassung zu chemischen Verbindungen und zu Kondensationen gegeben, wodurch Sonnenwolken entstehen, die uns als dunkle Sonnenflecken erscheinen. Hiernach sind also die Flecken Sonnenwolken, und darum muss sich über einer solchen Wolke, da die Sonnenhitze in den Raum über derselben nur in beschränkter Masse gelangen kann, eine zweite, grössere und dünnere Wolke bilden, welche die oben erwähnten Hoferscheinungen ausreichend erklärt. Für die Richtigkeit dieser Ansicht sprechen spektralanalytische Untersuchungen von Huggins und Secchi, sowie auch die

lebhaftes Veränderlichkeit der meisten Flecken und deren Eigenbewegungen, welche ähnlichen Gesetzen wie die irdischen Winde zu gehorchen scheinen. Die Flecken in der Nähe des Aequators brauchen nur 24, die entfernteren 26 Tage für ihren Umlauf; die ersteren befinden sich in einem Westwinde, die letzteren in einem Ostwinde; ausserdem wandert die ganze Fleckenbildung in 11 Jahren von den Polen zum Aequator gleichzeitig mit der Fackelentwicklung. Hiermit hängt die Fleckenperiode zusammen; die Zahl der Flecken ändert sich im Laufe der Jahre und erreicht alle 11 Jahre (Jahreslänge des Jupiters) ein Maximum und nicht ganz in der Mitte dieses Zeitraumes ein Minimum. Die Entdeckung dieser Periode wurde von Heinrich Schwabe in Dessau gemacht.

Schwabe suchte in Folge einer Anregung seines Freundes Harding zu Göttingen nach einem möglicherweise sich innerhalb der Bahn des Merkur bewegenden Planeten, welcher, wie er glaubte, früher oder später sein Dasein durch seinen Vorübergang vor der Sonnenscheibe verrathen musste. Während dreiundvierzig Jahren verfehlte sein „unverwundliches Fernrohr“ nie, ihm täglich Bericht darüber zu erstatten, wie viele und ob überhaupt irgend welche Flecken auf der Sonnenscheibe sichtbar waren, und die dadurch erlangte Belehrung wurde Tag für Tag nach einem einfachen und unveränderten Systeme aufgezeichnet. Im Jahre 1843 kündigte er zuerst eine wahrscheinliche zehnjährige Periode an, doch fand dies keine allgemeine Beachtung, obwohl Julius Schmidt zu Bonn (später Direktor der Athener Sternwarte) und Gautier zu Genf über seine Zahlen erstaunt waren. Schwabe arbeitete jedoch unverdrossen weiter und sammelte jedes Jahr neue Beweise für ein Gesetz, wie das von ihm angedeutete; und als Humboldt im Jahre 1851 im dritten Bande seines „Kosmos“ eine Tafel von statistischen Notizen über Sonnenflecken, die jener von 1826 an gesammelt hatte, veröffentlichte, fühlte man mit plötzlicher Ueberaschung die Stärke seiner Sache; der wirkliche Thatbestand und die Wichtigkeit seiner Entdeckung wurde gleichzeitig von allen Seiten anerkannt, und der beharrliche Dessauer Hofrath war auf einmal berühmt unter den Astronomen.

II. Die erdmagnetischen Störungen.

Mittlerweile war eine Untersuchung von völlig verschiedenem Charakter und ausgeführt mit völlig verschiedenen Hilfsmitteln zu einem ganz ähnlichen Schlusse

gekommen. Zwei Jahre, nachdem Schwabe seine einsamen Beobachtungen begonnen hatte, gab Humboldt auf dem wissenschaftlichen Kongresse zu Berlin im Jahre 1828 die erste Anregung zu einer grossen internationalen Bewegung zu dem Zwecke, das complicirte Problem des Erdmagnetismus gleichzeitig an verschiedenen Stellen der Erdkugel in Angriff zu nehmen. Durch den Scharfsinn und die Energie von Gauss wurde Göttingen der Mittelpunkt dieser Bewegung. Von hier gingen neue Apparate und ein neues System für ihre Anwendung aus; hier wurde im Jahre 1833 das erste reguläre magnetische Observatorium errichtet und die Göttinger mittlere Zeit zur allgemeinen Norm für magnetische Beobachtungen genommen. Der Brief Humboldt's an den Herzog von Sussex, den Präsidenten der Königlichen Gesellschaft, im April 1836 lud auch England zur Mitwirkung ein. Ein Netz von magnetischen Stationen wurde über alle britischen Besitzungen von Kanada bis Van Diemen's Land ausbreitet; Maassregeln wurden verabredet, mit ausländischen Autoritäten, und eine Expedition wurde unter dem geschickten Kommando des Kapitain (späteren Sir James) Clark Ross zu dem speciellen Zwecke ausgerüstet, aus der öden Nähe des Südpols Auskunft über diesen Gegenstand zu erlangen. Im Jahre 1841 war die kunstvolle Organisation, welche durch die uneigennützigen Bemühungen wissenschaftlicher „Agitatoren“ geschaffen war, vollendet; die „Magnetometer“ von Gauss vollzogen ihre Schwingungen unter den Augen aufmerksamer Beobachter in fünf Erdtheilen, und die Aufzeichnung gleichzeitiger Resultate nahm ihren Anfang.

Zehn Jahre später, im September 1851, nahm Dr. John Lamout, der schottische Direktor der Münchener Sternwarte, bei einer Durchsicht der von 1835 bis 1850 zu Göttingen und München gemachten magnetischen Beobachtungen mit einiger Ueberraschung wahr, dass sie unverkennbare Anzeichen einer Periode gaben, die er auf $10\frac{1}{3}$ Jahre schätzte. Die in Rede stehenden Beobachtungen bezogen sich auf die kleinen täglichen Schwankungen unterworfenen, sogenannte „Declination“ der Magnetnadel, d. h. auf die Stellung, welche sie in Bezug auf die Punkte des Kompasses einnimmt, wenn sie sich frei in einer horizontalen Ebene bewegt.

Im folgenden Winter übernahm Sir Edward Sabine, der von den Folgerungen Lamout's noch nichts wusste, die Untersuchung einer gänzlich verschiedenen Reihe von Beobachtungen. Das in seinen Händen befindliche Material

war in den Jahren 1843 bis 1848 in den brittischen Kolonialstationen Toronto und Hobarton gesammelt und bezog sich nicht auf die regelmässigen täglichen Schwingungen der Magnetnadel, sondern auf diejenigen krampfhaften Zuckungen, deren Gesetze zu erforschen das ursprüngliche Ziel der weiten, von Humboldt und Gauss begründeten Organisation war. Und doch war das Resultat praktisch dasselbe. Man bemerkte, dass die magnetischen (von Humboldt „Stürme“ benannten Störungen in etwa 10 Jahren einmal ein Maximum der Heftigkeit und Häufigkeit erreichten. Sabine erkannte zuerst das Zusammenfallen dieses unvorhergesehenen Resultats mit Schwabe's Periode der Sonnenflecken. Er zeigte, dass, so weit die Beobachtungen reichten, die beiden Cyklen, von Veränderungen vollständig, sowohl in ihrer Dauer wie in ihrer Phase mit einander übereinstimmten, indem Maximum dem Maximum und Minimum dem Minimum entsprach. Was die Natur des Zusammenhanges sein konnte, welcher so unähnliche Wirkungen, wie die Falten im Lichtgewande der Sonne und die Hin- und Herbewegungen der Magnetnadel, durch ein gemeinsames Gesetz verband, blieb, wie Ms. Clerk in ihrer vortrefflichen Geschichte der Astronomie sagt, bis heute noch ausserhalb des Bereiches einer wohl begründeten Hypothese; aber die Thatsache war von Anfang an unleugbar.

Die Richtigkeit der auf diese Weise entdeckten Uebereinstimmung wurde durch fernere Untersuchungen vollkommen bestätigt. Eine sorgfältigere Prüfung der zerstreuten Berichte über Beobachtungen von Sonnenflecken von der Zeit Galilei's an brachte Wolf in den Besitz von Material, durch welches er Schwabe's nur roh auf zehn Jahre angegebene Periode berichtigen und eine Periode von etwas mehr als elf (11,11) Jahren feststellen konnte; und er zeigte weiter, dass diese noch besser mit der Ebbe und Fluth der magnetischen Variationen übereinstimmen als Lamout's $10\frac{1}{3}$ jähriger Cyklus. Ebenso hat Holborn im Jahre 1887 aus der grössten täglichen Variation die elfjährige Periode der Sonnenflecken, für welche Spörer aus diesen selbst die Zahl 11,328 ableitet, ebenfalls schärfer gleich 11,34 berechnet. Ausser dieser elfjährigen Periode existiren noch säculare Perioden für die Wendezeiten, wo die Nadel aus der grössten westlichen Abweichung sich allmählig wieder nach Osten bewegt und umgekehrt. Während die Periode unserer säcularen Variation 600, nahezu = 5,11.11 Jahre umfasst, dauert sie nach Charles Schott (1877) in Nordamerika 270, nahezu = 5. 5. 11 Jahre. Die Grundperiode von 11 Jahren für die Wiederkehr der Maxima

und von 5 Jahren für die der Minima wiederholt sich hier mehrfach, wie ja auch nach je $5 \cdot 11 = 55$ Jahren ein Hauptmaximum sowohl für die Polarlichter und magnetischen Störungen wie für die Sonnenflecken besteht. Die Zahl 11 und ihre ungefähre Hälfte 5 begegnen uns im Sonnensystem nur in dem grössten Planeten desselben und in seiner Sonnennähe und Sonnenferne, wodurch die Vermuthung nahe gelegt wird, dass die Erscheinungen mit dem Jupiter zusammenhängen (Reis 1869).

III. Das Nordlicht.

Das Nordlicht, das bei uns meist als Feuerschein am nördlichen Himmel auftritt, kommt in der Region der Calmen äusserst selten vor und wird dort durch die fast jeden Tag sich entladenden Gewitter ersetzt. Die grössten Polarlichterscheinungen reichen nur bis zum 20. Breitengrade, und zwar finden dann gewöhnlich Nord- und Südlicht statt, so dass in solchen Nächten fast die ganze Erde in einen Lichtmantel gehüllt ist. In höheren Breiten wird die Zahl der Gewitter immer kleiner, aber die der Polarlichter immer grösser, bis endlich in den polaren Gegenden ein Gewitter äusserst selten ist, dagegen fast jede Nacht von Nordlicht erhellt wird. Dieser Zusammenhang deutet die elektrische Natur des Nordlichtes an; wo die elektrische Entladung durch Blitz und Donner fehlt, tritt die Glimmlichtentladung an ihrer Stelle als Polarlicht auf. Ebenso wie die Sonnenflecken und die magnetischen Störungen zeigt auch das Polarlicht in Bezug auf die Zahl und Ausdehnung die elfjährige Periode. Professor Hermann Fritz in Zürich hat nämlich seit 1862 nachgewiesen, dass auch die Nordlichter in Zahl und Stärke je nach 11 Jahren ein Maximum haben und zwischen je zwei Maxima etwas nach deren Mitte ein Minimum liegt; ausserdem hat Fritz in seinem grossen Nordlichtkatalog gezeigt, dass ausser der kleinen Periode von 11 Jahren noch eine grosse von 55 bis 56 Jahren besteht, indem die Einzelmaxima der Nordlichter nicht einander gleich sind, sondern eine Ab- und Zunahme in derartig regelmässiger Weise erkennen lassen, dass sie nach je 55 Jahren ein Hauptmaximum haben, das auch bei den Sonnenflecken unverkennbar, aber bei den Nordlichtern schärfer ausgeprägt ist und für diese auf mehr als 200 Jahre nachgewiesen werden kann; ja selbst eine 220jährige Periode der Nordlichter gewinnt nach Fritz eine ziemliche Wahrscheinlichkeit. — Die Uebereinstimmung dieser Perioden mit den oben besprochenen Störungsperioden des Erdmagnetismus deuten darauf hin, dass das Nordlicht durch denselben er-

zeugt und ebenso wie dieser nach Ampère's Theorie durch elektrische Ströme der Erde entsteht, wie ja auch der Zusammenhang desselben mit den Gewittern gleichfalls auf dessen elektrische Natur hinweist. Hierfür sprechen auch die galvanischen Ströme, die in Telegraphenleitungen während eines Nordlichts auftreten, die äussere Aehnlichkeit mit dem elektrischen Lichte der Geissler'schen Röhren und die innere Uebereinstimmung, welche sich aus spectralanalytischen Untersuchungen ergibt. Mit der elektrischen Natur des Nordlichtes stimmen auch die Beobachtungen und grossartigen Experimente von Lemström überein. Als sich dieser 1871 mitten in dem gelblichen Nordlichtdunst befand, sah er die charakteristische grüne Spectrallinie in der ganzen Umgegend und in einer Geissler'schen Röhre ein helles Glimmlicht. Als er eine Fläche von 2 qm mit zahlreichen Kupferdrahtspitzen bedeckte und von hier einen Draht nach einem ferneren Galvanometer führte, dessen anderes Drahtende in die Erde ging, zeigte sich ein Nordlichtstrahl, und die Galvanometernadel wurde so abgelenkt, dass sie einen positiven Strom aus der Luft in die Erde anzeigte. Lemström brachte 1882/84 auf Berggipfeln in Lappland sogar ganze Drahtspitzenwälder an, wodurch der betreffende Gipfel den leuchtenden Dunst oder Strahl erhielt, während die anderen Gipfel dunkel blieben und diese künstliche Herstellung des Nordlichtes veranlasste ihn zu dem Ausspruche, dass das Nordlicht eine elektrische Glimmlichtentladung sei und dass der Nordlichtglorie in der Luft und dem Nordlichtgürtel auf der Erdoberfläche ein Erdstromgürtel im Innern der Erde entspreche. Damit ist jedoch noch keineswegs der ursächliche Zusammenhang zwischen diesen periodischen Erscheinungen auf der Erde und der Periode der Sonnenflecken aufgedeckt; die diesbezüglichen Erklärungsversuche sollen im letzten Abschnitt besprochen werden.

IV. Die Perioden der Wasser- und Wettererscheinungen.

Die Bemühung, die Sonnenflecken mit dem Wetter in Zusammenhang zu bringen, auf die gerade durch die Natur der Erscheinung hingewiesen wurde, ist bis in die neueste Zeit wenig erfolgreich gewesen. Ein erster und zwar sehr bemerkenswerther Versuch dieser Art wurde im ersten Jahre unseres Jahrhunderts von Sir William Herschel gemacht. Meteorologische Statistiken existirten damals nicht, abgesehen von einigen kargen und gelegentlichen Notizen; aber der Preis des Kornes war von Jahr zu Jahr

verzeichnet worden, und diesen nahm er als Kriterium, obwohl er die Unzulänglichkeit desselben völlig erkannte. Nicht viel besser war er daran mit dem Material für die Kenntniss der Verhältnisse der Sonne. So wenig er aber auch erhalten konnte, es diene, wie er glaubte, zur Bestätigung seiner Vermuthung, dass eine reichliche Ausstrahlung von Licht und Wärme eine häufigere Bildung von „Oeffnungen“ in jener blendenden Substanz, aus welcher wir jene unentbehrliche Waare beziehen, begleitet. Kurz, er folgerte aus seinen Untersuchungen gerade soviel, wie er daraus folgern zu können erwartet hatte, nämlich, dass der Preis des Weizens hoch war, wenn die Sonne eine reine Oberfläche zeigte, und dass Lebensmittel und Sonnenflecken zu gleicher Zeit in reichlichem Maasse vorhanden waren.

Dieser plausible Schluss wurde jedoch durch eine genauere Vergleichung der Thatsachen kaum bestätigt. Schwabe gelang es nicht, in seinen meteorologischen Aufzeichnungen irgend einen Widerschein der Sonnenfleckenperiode zu entdecken; ebenso wenig führten die Arbeiten von Gautier und die Untersuchungen von Wolf in den Jahren 1852 und 1859 zu einem brauchbaren Ergebnisse. Dies gelang erst Professor Dr. Paul Reis (1883), als derselbe zur Bestimmung des Wettercharakters für längere Zeiträume in seiner Schrift „Die periodische Wiederkehr von Wassernoth und Wassermangel im Zusammenhang mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern u. s. w.“ (Leipzig, 1883) die niedrigsten und höchsten Wasserstände von längster Dauer benutze. Die Hauptergebnisse dieser Schrift sind folgende: „Die Wasser- und Wettererscheinungen wiederholen sich in Perioden von 110—112 Jahren; eine solche Periode ist gleich der doppelten grossen Periode der Sonnenflecken, Nordlichter und erdmagnetischen Erscheinungen ($5 \cdot 11\frac{3}{4} = 56\frac{2}{3}$ Jahren). Jede Periode zerfällt in 4 gleiche Abtheilungen von 27 bis 28 Jahren, eine Maximalzeit (des Wassers) erster Klasse, eine Minimalzeit erster Klasse, eine Maximalzeit zweiter Klasse, eine Minimalzeit zweiter Klasse. Diese Bezeichnungen rühren davon her, dass in den Maximalzeiten die höchsten, grössten und häufigsten Ueberschwemmungen eintreten, während die Minimalzeiten nur geringe und wenige Hochwasser, dagegen die niedrigsten Wasserstände von längster Dauer enthalten.“ In der letztverflossenen grossen Periode dauerte die erste Maximalzeit von 1770—1798, die erste Minimalzeit von 1798—1826, die zweite Maximalzeit von 1826—1854, die zweite Minimalzeit von 1854—1876; die letzten zwei sind den ersten zwei gegenüber nur gemässiger. Natürlich ist damit auch aus-

gesprochen, dass die Maximalzeiten von überwiegend feuchtem Wettercharakter, die Minimalzeiten von mehr trockenem Charakter sind, wie in dem angeführten Werke von Reis dadurch nachgewiesen wird, dass seit 1000 Jahren die Minimalzeiten mehr und stärkere Trockenzeiten enthalten als die Maximalzeiten. Die Maximalzeiten sind demnach nur im Durchschnitt reicher an Wasser, an Schnee und Regenfällen als die Minimalzeiten; es kommen ja in den zwei Minimalzeiten (1798—1826 und 1854—1876) nicht entfernt so bedeutende Hochwasser wie 1882/83 oder 1845 oder gar 1784 vor; ebenso sind die niedrigen Wasserstände der nassen Zeiten nicht im Geringsten zu verzeichnen mit den niedrigsten Wasserständen der Trockenperioden. So war in unserer seit 1876 begonnenen nassen Periode der Rhein einmal bis 16 cm über den Nullpunkt des Mainzer Pegels gesunken, während in der letzten Trockenperiode 1857 fast das ganze Jahr nahe am Nullpunkt stand und 1858 wochenlang sogar 20 cm unter den Nullpunkt gegangen war, sodass Felsplatten zum Vorschein kamen, über welche die Schiffe bei Mittelwasser unbesorgt wegfahren. Weitere Bestätigungen des Wechsels zwischen nassen und trockenen Perioden haben Heinrich Wild, der Vorstand des russischen Beobachtungsnetzes ($\frac{1}{9}$ der Erde), und der Berner Professor der Geophysik, Ed. Brückner, gebracht. Eine nähere Begründung für die Schwankungen unseres Klimas findet man noch in den von der deutschen Admiralität herausgegebenen Annalen der Hydrographie (Februar 1888). Als besonders bemerkenswerth ist daraus hervorzuheben, dass der Spiegel des Caspischen Meeres in derselben Zeit, wo der Rhein unter dem Nullpunkt stand, um 1856/60 sich 26 cm unter alle Pegel des Meeres gesenkt hat, während er von 1866 an stieg, 1876/78 die enorme Höhe von 56 cm über Null erreicht hatte und noch immer hoch steht. Der Caspi-See ist in dieser Frage deshalb so entscheidend, weil er keine Meeresverbindungen hat und nicht durch Wind oder Ebbe und Fluth oder sonstigen Ab- oder Zufluss vom Weltmeere ab verändert werden kann. Abgesehen davon, dass die Ostsee und das Schwarze Meer dieselben, aber geringere Schwankungen zeigen, da ihr Hochwasser in andere Meere abfließen kann, ergeben auch die Beobachtungen der Wassermengen der Flüsse und der Regenmengen, besonders auffällig aber die Gletscher ein gleiches Resultat, nur dass dieselben erst vorzustossen anfangen, wenn das Firnfeld sich schon stark vergrößert hat, d. h. wenn wenigstens eine halbe nasse Periode vergangen ist. Hiermit stimmen die Vorstöße der Gletscher in diesem Jahrhundert gut überein,

von denen der erste am Anfang desselben, der zweite erst Ende der 40er Jahre erfolgt ist, während der dritte jetzt in der Vorbereitung begriffen ist und bis zum Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts sein Maximum erreicht haben dürfte. Erklärt man das breite Niedermimum (1882/83) von fast vierjähriger Dauer statt eines gipelförmigen Hochmaximums, wie man es in Bezug auf die Wärmewirkung nach den neuesten actinometrischen Sonnenstrahlungsmessungen thun muss, so ist die 110jährige Fleckenperiode ebenso wenig gestört, wie ihr Wasserreichthum.

Es handelt sich nunmehr um die Frage, wie man sich den Zusammenhang der Sonnenflecken mit dem Wasserreichthum erklären kann. Es steht jetzt zweifellos fest, dass die Zeit der Fleckenmaxima auch diejenige der höchsten Sonnenthätigkeit ist; denn nachdem durch Langley's und Crovas Untersuchungen die Angaben Fröhlich's, dass die Sonnenstrahlung zur Zeit der Flecken-Maxima geringer sei, als irrig nachgewiesen war, wurde durch Foerster's Arbeiten an der Berliner Sternwarte durch 40jährige Beobachtung die 11jährige Periode der Sonnenstrahlung und das Zusammenfallen derselben mit der Sonnenfleckenperiode constatirt. Danach findet die stärkste Strahlung zur Zeit der Hochmaxima statt, so dass, da sie vorwiegend auf das $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche und zwar meist in der Tropengegend einnehmende Weltmeer wirkt, zur Zeit der Hochmaxima eine grössere Menge von Wasserdampf entsteht als zur Zeit der niedrigen Minima. Dadurch erklären sich die trüben, feuchten, wasserreichen Perioden der Hochmaxima, ihre milden Winter und kühlen Sommer und ihre schlechten Weinjahre, während in den wasserarmen Zwischenzeiten Trockenperioden mit kalten Wintern und heissen Sommern und reichen und guten Weinjahren herrschen.

Die hierauf sich begründende Vorausbestimmung des Wettercharakters für längere Zeiträume dürfte für den umsichtigen Landwirth von eben so grosser Wichtigkeit, wenn nicht noch von höherer Bedeutung als die tägliche Wetterprognose sein, da er durch dieselbe einen sicheren Anhaltspunkt für die Auswahl des Bodens und der auf demselben zu bauenden Früchte während grösserer Zeiträume gewinnt. Namentlich gewinnen diese Resultate für die Landwirthe in denjenigen Gegenden, welche sehr niedrig liegen und darum vor allen Dingen durch das Grundwasser wegen zu geringen Abflusses zu leiden haben, eine erhöhte Bedeutung. Es giebt Orte, wie beispielsweise Mahlwinkel bei Wolmirstedt, in denen die Ackerbauer in den wasserreichen Perioden der Hochmaxima ihre besten Aecker wegen

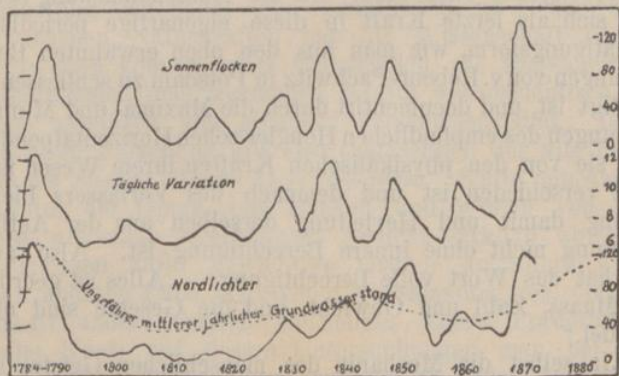
zu hohen Grundwasserstandes überhaupt nicht bestellen können, sondern den höher gelegenen Sandboden, auf dem in den trockenen Zwischenperioden nur Kiefern fortkommen, theilweise wieder abholzen und beackern. Noch heute kann man in den dortigen Kienenbeständen die Richtung der in früheren Perioden beackerten Stücke erkennen.

Welchen bedeutenden Einfluss die oben aufgeführten Perioden der Hochmaxima auf den Ausfall der Ernten auf niedrigem Boden ausüben, werden specielle Statistiken erkennen lassen. Für den eben angeführten Ort ist die Ernte auf dem besten niedrig gelegenen Acker in den 40er Jahren, vor Allem 1845 ausserordentlich schlecht gewesen, während dieselbe seit Mitte der 50er Jahre bis zum Jahre 1876 fast ausnahmslos günstig gewesen ist. Bei dem höheren sandigeren Boden war die Ernte gerade umgekehrt. Es müssen daher die statistischen Angaben über den Ernteaufschlag in zwei Gruppen, nämlich in solche auf niedrigem und hohem Boden, getrennt werden, denn erst dann kann die Uebereinstimmung der Ernte-Ergebnisse mit den Sonnenfleckenperioden erkannt werden.

Zum Schluss des vorliegenden Abschnittes muss noch auf eine Arbeit von Baldwin Latham über den Einfluss des Grundwassers auf die Gesundheit hingewiesen werden. In dieser Arbeit, die auf dem internationalen Congress für Hygiene und Demographie im vorigen Jahre vorgelesen wurde, bemerkt Latham, dass die historischen Ueberlieferungen oder die öffentlichen Sterblichkeitslisten gewisser Gegenden beweisen, dass bestimmte Bedingungen vorhanden sind, wenn gewisse Epidemien herrschen. Es ist nämlich gefunden, dass nach Eliminirung gewisser meteorologischer und anderer Einwirkungen, welche nach allgemeiner Vermuthung die Epidemien beeinflussen, einige besondere Krankheiten in der Regel durch den Grundwasserstand und das Wasservolumen, welches sich in dem Grunde vorfindet, beeinflusst werden. In geschichtlichen Perioden sind bestimmte Epidemien meistens in Zeiten der Dürre reif, in welchen zweifellos durch ein offenes Fallen der Bäche und Flüsse festgestellt worden ist, dass das Grundwasser damals ausnahmsweise niedrig gewesen ist. Zum Beweise seiner Ansichten benutzt Latham die Aufzeichnungen über den Grundwasserstand von Croydon. Danach tritt die ungesunde Zeit nach der Periode anhaltenden niedrigen Wassers ein, wenn der erste Regen durch den Boden hindurchzudringen beginnt, gerade als wenn er das auswäscht, was besonders vorbereitet in dem ausgedörrten Boden zurückgehalten wurde und mit dem Wasser herausgetrieben wird und die

Luft mit dem Krankheitsstoffe schwängert. Die bemerkenswertheste Beziehung besteht nach Latham zwischen dem niedrigsten Grundwasserstand und den Todesfällen der Kinder unter fünf Jahren; denn man hat gefunden, dass die Todesfälle in diesem Falle in dem umgekehrten Verhältnisse zu dem Volumen des Grundwassers stehen, also bei niedrigem Grundwasser zahlreich, bei hohem geringer sind. Combinirt man nun die Latham'sche Resultate mit der von Reis constatirten Periode der Grundwassermaxima, so ergiebt sich das überraschende Resultat, dass gewisse Epidemien wie Typhus, Pocken u. a. von den Fleckenperioden der Sonne, d. h. von der Menge der von der Sonne ausgestrahlten Wärme abhängig sind, dass also die Sonne, die Spenderin und Ernährerin der Menschheit, durch ihre Strahlen schliesslich die Ursache gewisser verheerender Krankheiten wird und deren Gang in grossen Perioden bestimmt. Die Sonnenfleckenperioden und die davon abhängigen terrestrischen Erscheinungen verdienen demnach nicht nur ein rein wissenschaftliches Interesse, sondern auch ein praktisches wegen des Einflusses auf die Ernten und auf die Todesfälle auf unserer Erde.

Am deutlichsten springt der Zusammenhang der besprochenen terrestrischen Erscheinungen mit den Sonnenflecken in die Augen, wenn man das Steigen und Fallen



der Erscheinungen graphisch darstellt, wie dies für die wichtigsten derselben in nebenstehender Figur 5 geschehen ist. Da für die Wettererscheinungen, d. h. für die Grundwasserstände, ebenso wie auch für die wechselnden Sterblichkeitsperioden als die ursächliche Beziehung mit den Sonnenflecken bereits oben die vermehrte oder verminderte Wärmestrahlung der Sonne nachgewiesen ist, so bleibt mir

zum Schluss nur noch übrig darauf hinzuweisen, dass auch die elektrischen und magnetischen Störungen auf der Erde in der vermehrten oder verminderten Wärmestrahlung der Sonne ihre Ursache haben. Nach den im vorhergehenden Kapitel aufgestellten theoretischen Ansichten und entsprechenden Beobachtungen müssen durch die verschiedene Erwärmung der Erdoberfläche einerseits und andererseits in Folge der eigenen Wärme im Erdinnern und der geringeren Temperatur der Erdschale thermoelektrische Ströme die Erdkugel sowohl im Innern als auch in der äusseren Atmosphäre durchströmen. Während im Innern diese Ströme sich durch Leitung von Schicht zu Schicht fortpflanzen, geschieht dies im Luftozon durch Strahlung, wodurch die bisher so wunderbare und unerklärliche Erscheinung der herrlichen Glimmlichtentladung des Nordlichtes bedingt wird und damit den Nimbus des Räthselhaften verliert. Es sind demnach die hier betrachteten Vorgänge der Erde nur Folgen und Wirkungen der das Weltall im ewigen Wechsel durchströmenden Aetherwellen, welche je nach den äusseren Bedingungen und Umständen als Licht-, Wärme- oder elektrische Schwingungen auftreten und durch geeignete Apparate nicht nur ihrem Charakter nach, sondern auch der Grösse und Menge nach sich ganz genau feststellen lassen und so die ihnen gemeinsamen Gesetze dem forschenden Menschengenossen offenbaren. Ja die Massenanziehung selbst fügt sich als letzte Kraft in diese eigenartige periodische Bethätigungsform, wie man aus den oben erwähnten Beobachtungen von v. Rebeur-Pachwitz in Potsdam zu schliessen berechtigt ist, und documentirt durch die Maxima- und Minima-Stellungen des empfindlichen Hengler'schen Horizontalpendels, dass sie von den physikalischen Kräften ihrem Wesen nach nicht verschieden ist und demnach des Verfassers Identificirung damit und Herleitung derselben aus der Aetherstrahlung nicht ohne innere Berechtigung ist. Also auch hier hat das Wort volle Berechtigung: „Alles ist geordnet mit Maass, Zahl und Gewicht, und die Gesetze sind ohne Wandel.“

Ja selbst die Mechanik des menschlichen Geistes und Willens hängt trotz ihrer scheinbaren Autonomie in ganz gleicher Weise von diesen periodischen Schwankungen der Sonnenthätigkeit ab.

Die wichtigsten Factoren, welche unser sociales und wirthschaftliches Leben beeinflussen, sind ja unstreitig die Productionen des menschlichen Geistes und die Unternehmungen und Thaten, welche aus Willensregungen und Trieben hervorgehen; denn auf diese beiden Factoren

kommen ja schliesslich alle übrigen Momente, welche den Gang der Civilisation bestimmen, im Grunde genommen doch zurück, wie beispielsweise die epochemachenden Verkehrsmittel und technischen Erfindungen auf die Leistungen des Willens und der Intelligenz zurückzuführen sind. Es dürfte daher nicht nur von rein wissenschaftlichem Interesse sein, die allgemeinen Bethätigungsgesetze des Denkens und Wollens, zumal wegen ihrer Beziehung zu den besprochenen Naturvorgängen auf Grund unzweifelhafter Thatsachen und Beobachtungen festzustellen, sondern sogar von hoher practischer Bedeutung sein, da man dadurch die Möglichkeit erhält, die weltbewegenden Aeusserungen dieser beiden Grundfähigkeiten des Menschengeschlechtes vorausehen und nöthigenfalls in gewisse Bahnen zu lenken.

Das menschliche Denken ist eben gerade so wie der Wille der Ausfluss einer Naturkraft, und diese Vermögen unterliegen somit selbst als Kräfte gleich allen anderen Kräften der Natur den allgemeinsten Gesetzen über die Wirkungsweise der Kräfte. Jegliche Kraft kann ihr Wesen und ihren Charakter nur dadurch offenbaren, dass dieselbe in Wirkung tritt, also eine andere Kraft überwindet. Da nun gerade der Widerstand, den eine Kraft findet, deren Erkenntniss erst ermöglicht, so dürfte man wohl zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die Natur des Hindernisses für die überwindende Kraft von maassgebender Bedeutung sein kann. Bei sämmtlichen uns bisher bekannt gewordenen Naturkräften hat die Wissenschaft endgiltig nachweisen können, dass thatsächlich die sich aneinander bethätigenden und messenden Kräfte wesensidentisch, also nicht specifisch von einander verschieden sind. In der exacteren Forschung gilt also thatsächlich der alte Grundsatz der Stoiker „Ὅμοιον ὁμοίῳ γινώσεται.“ Sollte nun das Verhältniss der Dinge zum Denken und Wollen von dieser sonst allgemein anerkannten Ansicht wirklich abweichen, so müssten dafür gewichtige Gründe angeführt werden, denn anderen Falls liegt keine Veranlassung vor, den Sachverhalt anders denken zu sollen. Dieser Forderung hat weder Kant, auf dessen Untersuchungen man bei dieser Frage stets zurückgehen muss, noch einer der späteren Philosophen entsprochen; denn Kant und seine Anhänger glauben ja, gerade von der Annahme der Existenz einer solchen unüberbrückbaren Kluft zwischen dem rein gedanklich Subjectiven und dem sachlich Objectiven ausgehen zu müssen. Er stellt ja die Alternative, dass entweder die Dinge oder das Denkvermögen die Erkenntniss der Dinge bedingen. Und doch kann ohne den Beweis des

Gegentheils die Möglichkeit nicht als absolut ausgeschlossen betrachtet werden, dass zwischen den Dingen und dem Denken derselben ein innerer Zusammenhang besteht, dass also, damit die Denkkraft zum Auffassen der Dinge soll im Stande sein können, zwischen ihr und der Welt eine Gemeinsamkeit, eine gewisse Gleichartigkeit des Wesens existiren müsse. Ja, wenn man auf die Vorbedingungen und die Entstehung des geistigen Lebens sein Augenmerk lenkt, wird man sogar zu der Schlussfolgerung genöthigt, dass das Wesen der Materie die Bedingung unseres Denkens bildet, also auch unsere Denkfunctionen nur gemäss der Organisation functioniren, welche sich nach mechanischen Gesetzen aus der materiellen Welt hat bilden müssen. Das Leben, wenigstens das denkende Leben in der menschlichen Gestaltung, ist eben im Gegensatz zu der Behauptung mancher Philosophen nicht wie die Materie von Ewigkeit dagewesen, sondern es hat, wenn es auch als Kraft unzerstörbar und darum das Preyer'sche Gesetz von der Unzerstörbarkeit des Lebens giltig ist, doch in dem obigen Sinne einen Anfang gehabt.

„Die exacte Naturforschung“, sagt Liebig in den chemischen Briefen I, S. 368, „hat bewiesen, dass die Erde in einer gewissen Periode eine Temperatur besass, in welcher alles organische Leben unmöglich ist; schon bei 78° Wärme gerinnt das Blut. Sie hat bewiesen, dass das organische Leben auf Erden einen Anfang hatte. Diese Wahrheiten wiegen schwer, und wenn sie die einzigen Errungenschaften dieses Jahrhunderts wären, sie würden die Philosophie zum Dank an die Naturwissenschaften verpflichten.“ Es kann demnach das denkende Leben, wie ja vom wollenden kaum noch bezweifelt wird, nur durch mechanische Ursachen, bezüglic durch physikalisch-chemische Vorgänge in einem bestimmten Zeitpunkte auf der Erde entstanden sein, in dem eben die nothwendigen Vorbedingungen einer solchen Entstehung sich herausgebildet hatten. Nach dem Satze „*causa aequat effectum*“ muss demnach das Product der materiellen Kräfte auch die wesentlichen Eigenschaften derselben bewahrt haben. Man dürfte daher gar nicht so Unrecht haben, wenn man im Gegensatz zu den Idealisten der Ansicht huldigte, dass nicht das Denken, sondern, wenn man der Sache tiefer auf den Grund geht, schliesslich doch die Materie, die Welt der Dinge und Naturkräfte, das bestimmende Moment in der Wissensbeschaffung ihrer selbst bilden, wie dies zweifellos bei der Willensbethätigung der Fall ist.

Die Richtigkeit der vorstehenden theoretisch-philoso-

phischen Deductionen kann nur durch Beobachtung oder auf experimentellem Wege nachgewiesen werden. Zu diesem Behufe muss also die Abhängigkeit des menschlichen Geistes und Willens von der materiellen Aussenwelt nachgewiesen und der gesetzmässige Zusammenhang zwischen den intellectuellen und moralischen Kräften des Menschen und den mechanisch-physikalischen Wirkungen der Welt aufgedeckt werden. In dieser Hinsicht ist in einzelnen Gebieten bereits viel gearbeitet und sind höchst interessante Resultate gefunden worden, wie der glänzende Aufschwung der physiologischen Psychologie in den letzten Jahrzehnten zur Genüge beweist. Ich will hier nur an das Fechner-Webersche psychophysische Grundgesetz erinnern, das von mir auf Grund der Undulationstheorie nach mechanischen Principien zum Schluss dieses Abschnittes erklärt wird. Besonders wichtig ist jedoch in dem vorliegenden Falle die unumstössliche Thatsache, dass das menschliche Denken und Wollen in ganz bedeutendem Maasse von dem Klima des Landes, von der umgebenden Natur und dem Charakter des Wetters beeinflusst wird. Der geographische und physikalische Charakter eines Landes bestimmt nicht nur den Typus seiner Flora und Fauna, sondern auch den Charakter und das Wesen seiner Bewohner. Denn da Klima und Bodenbeschaffenheit im Grossen und Ganzen nicht von der Pflanzen- und Thierwelt abhängig sind, so müssen eben diese, wenn sie nicht untergehen wollen, den vorhandenen Bedingungen ihres Standortes oder Wohnsitzes sich anschmiegen. Dieses Anpassungsvermögen, das beim Menschen beispielsweise besonders gross ist, gestattet den einzelnen Thieren und Pflanzen, sich über ihr eigentliches Lebensgebiet hinaus in andere Gegenden zu verbreiten, wobei jedoch gewisse Grenzlinien nicht überschritten werden können. Das Gedeihen eines Thieres sowohl wie dasjenige des Menschen in einer Gegend ist abhängig von der Temperatur, dem Grade der Feuchtigkeit und den Nahrungsverhältnissen; ebenso wie bei den Pflanzen pflegen auch bei ihnen niedrige Mitteltemperaturen weniger nachtheilig zu sein, als gewaltige Schwankungen der Wärmegrade. Die grossen Raubthiere der alten Welt z. B. sind mittelbar an das Vorkommen von grasreichem Weideland gebunden, da nur auf diesem die ihnen zur Nahrung dienenden grösseren Säugethiere leben können. Der Kampf um's Dasein spielt hier eine nicht unbedeutende Rolle; es dürfen eben nicht zu mächtige Feinde vorhanden sein. Die schwächere Thierwelt der oceanischen Inseln oder die schlecht bewehrten Thiere einer früheren Erdperiode, wie z. B. die Beutlthiere

Australiens, verdanken ihre Rettung vor dem Untergange lediglich dem günstigen Umstande, dass sie durch unüberschreitbare Meeresräume von den in einer späteren Periode entstandenen Raubthieren der Continente getrennt wurden und „ihr Leben in gesicherter Verbannung“ fristeten. Wie das üppige Pflanzenleben, so haben sich aus ganz demselben Grunde die Tropen auch die reichste Thierwelt bewahrt. Diese besitzt dort die mannigfaltigsten Formen und meisten Arten, die grösste Beweglichkeit, die lebhaftesten Farben und die schärfsten Gifte, während im Gegensatz dazu, je näher man dem Nordpole kommt, die Einförmigkeit der Farben und Arten mit der Abnahme der Beweglichkeit und Bösartigkeit gleichen Schritt hält. Dasselbe gilt auch von dem Menschen; denn der Südländer besitzt ein lebhaftes, hitziges Naturell, während der Nordländer sich durch sein bedächtiges und phlegmatisches Wesen kennzeichnet.

Da demnach die Pflanzen- und Thierwelt, welche dem Menschen die nothwendige Nahrung liefern, nach der neueren Forschung vom Klima in hohem Maasse abhängig sind, so wird natürlich auch der Charakter der Menschen, wie dies ja auch ziemlich bekannt ist, und schon oben betont wurde, vom Klima wesentlich beeinflusst. Daraus folgt nach dem alten Grundsatz: „Gleiche Ursachen, gleiche Wirkungen“, dass die Modificationen des Klimas, der Temperatur, der Feuchtigkeitsverhältnisse in der Atmosphäre und im Boden in gewisser Weise auf den Intellect und den Willen des Menschen einwirken müssen, wenn damit auch nicht behauptet werden soll, dass es ausserdem nicht noch andere wichtige Bestimmungsmomente dafür giebt. Freilich lässt sich nach dem heutigen Stande der Wissenschaft für den einzelnen Menschen die Abhängigkeit oder der gesetzliche Zusammenhang seiner Geistesproducte und seiner Willensäusserungen mit den klimatischen Schwankungen eines Jahres oder noch kleinerer Zeitintervalle noch keineswegs nachweisen; indessen kann man schon jetzt an der Hand der Geschichte der grossen europäischen Kulturvölker und im besonderen an der Hand der Geschichte der deutschen Nation einen solchen inneren Zusammenhang deutlich darthun. Die Geschichte unseres Volkes beweist, dass nicht nur die grossen weltbewegenden Thaten, durch die es sich in der allgemeinen Völkergeschichte den ruhmvollsten Platz mit schweren Opfern erkämpft hat, sondern auch die geistigen Errungenschaften desselben, die glänzenden und herrlichen Erfolge, welche seine Dichter, Künstler, Wissenschaftler und Techniker in den einzelnen Epochen

gezeitigt haben, in einem eigenthümlichen und höchst bemerkenswerthen Abhängigkeitsverhältnisse mit den grossen Wetterperioden stehen, welche nach den in diesem Kapitel dargelegten wissenschaftlichen Untersuchungen der letzten Decennien von den Fleckenperioden der Alles belebenden Sonne abhängig sind.

Die nachfolgenden Zahlen beweisen die Richtigkeit dieser Behauptung in einer so auffallenden Weise, dass man keinen Zweifel an einem Causalnexus zwischen diesen auf den ersten Blick so heterogenen Vorgängen und Zuständen der Welt fernerhin hegen darf. Nach den umfangreichen Forschungen, welche Professor Fritze, Wolff, Reis und Foerster seit Jahren angestellt haben, bilden die grossen erdmagnetischen Störungen, die Nordlichterscheinungen, die Wärmeausstrahlung der Sonne, die Schwankungen des Grundwasserstandes und die Sonnenflecken, bei denen bekanntlich noch kleinere Perioden von einer Dauer von $11\frac{1}{3}$ bis 14 Jahren beobachtet worden sind, grössere Maxima- und Minima-Epochen, deren mittlere Dauer ungefähr 28 Jahre beträgt. Ich lege hier dem Vergleich die Perioden des Maximal- und Minimalwasserstandes zu Grunde. Es fallen die Perioden

des Maximalwasserstandes oder d. Geisteswissenschaften in die Jahre:	des Minimalwasserstandes oder der Kriegszeiten in die Jahre:
von 1876—1904(?)	von 1854—1876
„ 1826—1854	„ 1798—1826
„ 1770—1798	„ 1742—1770
„ 1714—1742	„ 1686—1714
„ 1658—1686	„ 1630—1658
„ 1602—1630	„ 1574—1602
„ 1546—1574	„ 1518—1546
„ 1490—1518	

Zu der vorstehenden Tabelle ist zu bemerken, dass die letzten vier Perioden mittelst der mittleren Periode von 28 Jahren berechnet sind, während die ersten vier Perioden auf Beobachtungen beruhen.

Vergleichen wir nun hiermit die Kriegsepochen und die Blütheperioden der Litteratur, Kunst, Wissenschaft und Technik, so erkennt man als eine unumstössliche historische Thatsache, dass erstlich die grossen Kriegsthaten, welche eine weltbewegende Bedeutung besessen haben, ausnahmslos in den Perioden grosser Dürre, d. h. in den Zeiten eines niedrigen Grundwasserstandes, stattgefunden haben, dass dagegen zweitens die grossen Blütheperioden unserer Litteratur

ratur, Kunst und Wissenschaft, sowie die gewaltigen Errungenschaften der modernen Technik und Industrie gerade in die Maximalperioden des Grundwasserstandes fallen. Da nun mit den Perioden des Grundwasserstandes auch die Perioden der grossen magnetischen Nordlichterscheinungen in gesetzlicher Beziehung stehen, so zeigt sich deutlich, dass dem Volksmund, der die Kriegszeiten damit in Zusammenhang brachte, vom modernen und wissenschaftlichen Standpunkte aus Recht gegeben werden muss.

In der zuletzt angegebenen Maximalzeit von 1490 bis 1518 bethätigte sich, um nun gemäss dem historischen Entwicklungsgange die einzelnen Epochen zu besprechen, in der ganzen kultivirten Welt jener Zeit ein ausserordentlich reges und frisches Geistesleben; auf dem Gebiete der Kunst entfaltete sich die Malerei zur höchsten Blüthe, welche derselben bisher überhaupt beschieden war, wie die heute noch unerreicht dastehenden Kunstwerke eines Rafael, Tizian, Michel Angelo, Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer u. A. beweisen; gleichzeitig feierten die kühnen Seefahrer dieses Zeitalters, wie Columbus, zu dessen Ehren in diesem Jahre die Columbische Weltausstellung in Chicago veranstaltet ist, Vasco de Gama, Bartholamäus Diaz etc., die herrlichsten Triumphe, so dass man nach ihnen nicht mit Unrecht diesen Zeitraum als das Zeitalter der Entdeckungen rühmt; zum Schluss dieser Epoche leitete unser grosser Reformator Dr. Martin Luther durch seine Glaubensthaten auf religiösem Gebiete die tiefgreifende Bewegung der deutschen Reformation ein, deren Wellen nicht nur damals die Gemüther der ganzen Welt aufregten, sondern noch heute ihre Kreise ziehen und das geistige Leben der protestantischen Nationen bewegen und befruchten.

Die darauf folgende Minimalzeit von 1518 bis 1546 kennzeichnet sich als eine Kriegsära durch den Bauernkrieg, durch die Kriege Karls V. mit Franz I., durch den schmal-kaldischen Krieg und die religiösen Streitigkeiten.

In der zweiten Maximalzeit des sechzehnten Jahrhunderts von 1546 bis 1574 vertiefte und erweiterte sich die religiöse Bewegung, während sich die zweite Minimalzeit von 1574 bis 1602 durch den Aufstand der Niederlande als Kriegszeit kennzeichnete.

In dem ersten Maximum des siebzehnten Jahrhunderts von 1602 bis 1630 bekundet sich wiederum überall reges geistiges Leben, namentlich beginnen die exacten Zweige der Naturwissenschaft und die Philosophie sich zu neuer Blüthe zu entfalten, ich erwähne hier nur die klangvollen

Namen eines Kepler, Tycho de Brahe, Galilei sowie eines Cartesius und Baco von Verulam.

Das nächste Minimum von 1630 bis 1658 ist erfüllt von den schrecklichen Kämpfen der beiden letzten Drittel des dreissigjährigen Krieges, der vornehmlich Deutschland durchtobte und stellenweise vollständig verödete.

Die nun folgende Maximalzeit von 1658 bis 1686 zeigt uns Deutschland in grosser politischer und wirthschaftlicher Ohnmacht, während nur in Brandenburg unter der starken Hand des grossen Kurfürsten neues kräftiges Leben aufkeimte. Dagegen entwickelten sich Kunst und Wissenschaft in Frankreich unter der glänzenden Regierung Ludwig XIV. zu hoher Blüthe, sowie auch in England und Deutschland am Ende dieser Epoche durch die Arbeiten von Newton, Leibniz, Huyghens, Boyle, Stahl u. A. auf mathematischem und physikalisch-chemischem Gebiete herrliche Früchte gezeitigt wurden.

In die Minimalzeit von 1686 bis 1714 fällt der spanische Erbfolgekrieg, der nordische Krieg, der zweite Türkenkrieg und der pfälzische Erbschaftskrieg.

Rücksichtlich der Maximalzeit von 1714 bis 1742 weise ich nur auf die Bedeutung von Wolff, Voltaire, Hume u. A. hin, während der nachfolgenden Minimalzeit von 1742 bis 1770 die drei schlesischen Kriege Friedrichs des Grossen den kriegesischen Charakter deutlich genug aufprägen.

Das Hauptmaximum von 1770 bis 1798 wird durch die jüngste Blütheperiode unserer Litteratur und Philosophie (Schiller, Göthe, Herder, Wieland etc., Kant), durch die Entwicklung der Chemie (Lavoisier, Black, Priestly, Cavendish, Scheele, Richter, Claude Louis Berthollet, Dalton etc.), durch die Erfindung der Dampfmaschine (James Watt) und durch die Mathematiker Euler, Lagrange, Laplace u. A. als eine Periode der fruchtbarsten Geistesarbeit gekennzeichnet, während das nachfolgende Hauptminimum von 1798 bis 1826 durch den Weltkrieg Bonapartes das kriegesische Gepräge unverkennbar aufweist.

Das zweite Maximum von 1826 bis 1854 zeitigte in der Philosophie eine Nachblüthe durch Hegels und Schopenhauers Wirken, während die exacten Zweige des Naturwissens, Chemie und Physik, und auch die Technik in vorher kaum geahnter Weise sich weiter entwickelten. Rücksichtlich der Chemie ist auf die epochemachenden Arbeiten von Dumas, Gerhard und Laurent (Typentheorie), Hoffmann, Liebig u. s. w. hinzuweisen, während die Physik in Folge der Entdeckung des Kräfteerhaltungsgesetzes durch den

Heilbronner Arzt Robert Mayer im Jahre 1842 und die sich daran anschliessenden Experimente Joule's und die theoretischen Arbeiten von Helmholtz u. A. einen ausserordentlichen Aufschwung nahm und ihrerseits wieder auf die Chemie wie auch auf die Technik fördernd zurückwirkte, die durch die Eisenbahnen und den Telegraphen das wirthschaftliche Leben mächtig zu beeinflussen begann. Es sei hier noch kurz auf die Werke von Carnot, Clapeyron, Abel, Jacobi, Galois, Gauss und Weber und auf A. von Humboldt's Kosmos sowie auch auf die Entwicklung der deutschen Kunst unter Friedrich Wilhelm IV. hingewiesen.

Die hierauf folgende zweite Minimalzeit charakterisirt sich als eine Kriegsära erstens durch den Krieg von 1864 gegen Dänemark, zweitens durch den Krieg gegen Oesterreich im Jahre 1866 und durch den Krieg gegen Frankreich 1870/71.

Die grosse Periode des Hochmaximums, in welcher wir augenblicklich leben, zeichnet sich gleich derjenigen am Ende des vorigen Jahrhunderts durch ein sehr reges, ja zum Theil sogar stürmisch bewegtes Geistesleben aus, wie die socialen Strömungen der Neuzeit deutlich genug beweisen. Dementsprechend zeigt sich sowohl auf den Gebieten der Geisteswissenschaften als auch in der Technik ein ungemeiner Fortschritt, dessen Folgen und Wirkungen noch nicht abzusehen sind. Ich beschränke mich darauf, auf die Telephonie, die Elektrotechnik, die elektrische Kraftübertragung und die elektrische Wellenlehre, sowie auf Namen wie Reis, Bell, Nikola Tesla, Siemens, Crookes, Hertz, Dühring u. A. hinzuweisen und auf die Entwicklung der Litteratur, Musik, der Bildhauerkunst und Malerei aufmerksam zu machen, ohne besondere Namen zu nennen.

Es dürfte zwecklos sein, noch weiteres Zahlenmaterial anzuführen, da zur Ermittlung der Maximal- und Minimalzeiten nur der Mittelwerth dieser Perioden von 28 Jahren benutzt werden kann. Einzelne Abweichungen von der behaupteten Wechselbeziehung dürften bei genauerer Fixirung der genannten Wetterperioden fast ganz verschwinden. Dass in gewissen Zeitepochen die blosse Beschränkung auf Deutschland nicht innegehalten wurde, liegt darin begründet, dass die behandelten Fragen und Vorgänge nicht rein nationale, sondern zum grossen Theile sogar internationale Bedeutung besitzen, bezüglich besessen haben. Es zeigt sich nach den vorstehenden Darlegungen, dass das geistige Leben wie auch das thatkräftige Wirken einer Nation in einem auf- und abfluthenden Wellenzuge

erfolgt, der im Grossen und Ganzen mit der grösseren oder geringeren Sonnenthätigkeit zusammenfällt. Die Sonne, welche durch ihre fast unerschöpfliche Kraftmenge das Lebensagens aller organischen wie auch chemischen und physikalischen Prozesse auf der Erde im letzten Grunde bildet, respective diese Vorgänge einleitet, beherrscht demnach in ganz gleicher Weise mit nicht minderer Gesetzmässigkeit die Aeusserungen und Productionen des Menschengeistes und „Willens“ —; doch durch welchen Mechanismus; das wage ich nicht zu entscheiden, sondern nur kurz anzudeuten, weil mir noch nicht genügendes Beweismaterial zur Verfügung steht. Eine eingehende Behandlung der menschlichen wie überhaupt der animalischen Lebensthätigkeit und des pflanzlichen Wachstums auf Grund der Wellentheorie würde ja den Rahmen dieses Kapitels weit überschreiten und wird vielleicht später in einem besonderen Bande geliefert werden; an dieser Stelle muss ich mich jedoch zur Charakterisirung der Tragweite solcher Gedanken auf die folgende Schlussbemerkung beschränken.

In dem ersten Theile dieses Buches S. 52 u. 53 ist durch die totale Reflexion der Aetherwellen für die Spitzen der Stoffe, namentlich der Leiter, das starke Ausstrahlungs- und in umgekehrter Richtung das bedeutende Aufsaugungsvermögen für sämtliche Wellen oder Schwingungen bewiesen worden. Geht man nun von der Ansicht aus, dass die physiologischen Wirkungen, welche unsere Sinnesorgane wahrnehmen, lediglich durch Aufnahme von Molekularschwingungen und Aetherschwingungen bedingt sind, so müssen auch für die Aufnahme und Fortpflanzung derselben die allgemeinsten Gesetze der Wellenlehre Giltigkeit behalten, d. h. es müssen die Vorbedingungen für deren Aufnahme und Fortleitung in uns gegeben sein. Was nun die Fortpflanzung der Schwingungen durch die Nervenfasern und Nervenstränge betrifft, so ist dieselbe nicht nur vielfach, z. B. von Du Bois-Reymond, mit derjenigen der Elektrizität durch kupferne Leitungsdrähte verglichen, sondern auch durch Experimente, deren völlige Uebereinstimmung mit derselben wirklich nachgewiesen worden, so dass auf ein näheres Eingehen darauf verzichtet werden kann. In Bezug auf den zweiten Punkt, nämlich die Aufnahme der verschiedenen Wellen, wie Schall-, Licht-, Wärme- und Elektrizitätsschwingungen, ist zu bemerken, dass thatsächlich entsprechend meiner obigen Anschauung über die Wirkung der Spitzen unsere Sinnesorgane mit mehr oder minder zahlreichen Saugspitzen versehen sind. Besonders auffällig ist dies beim Gehör der Fall, denn die zahllosen

Fasern im Ohre sind es ja, welche die Schallschwingungen auffangen und weiter zu den Nerven und durch dieselben zum Gehirne fortpflanzen, woselbst sie sich in Molekularbewegung umsetzen und so zu unserem Bewusstsein gelangen. Merkwürdig ist, dass gerade diejenigen Thiere, welche ein ausgezeichnetes Gehör besitzen, wie z. B. der Fuchs, das Pferd u. s. w., eine dichtbehaarte Ohrmuschel besitzen, so dass kaum ein kleines Körnchen hineinzufallen vermag. Sollten diese zahllosen kleinen Spitzen nicht dem oben erwähnten Zwecke dienen? Bei den elektrischen Schwingungen ist ja durch offenkundige Thatfachen erwiesen, dass die feinen, über den ganzen Körper zerstreuten Haare und Härchen diese Aufgabe erfüllen; ich erinnere nur an das Funkensprühen, wenn man bei Katzen von hinten nach vorn die Haare aufstreicht, oder an das Ausströmen der Elektrizität aus den Spitzen der Haare bei einem starken St. Elmsfeuer im Kaukasus u. A. m.

Da demnach unsere Organe nur durch die Absorption gewisser Wellenbewegungen, welche von den wirksamen Körpern ausgesandt oder emittirt werden, uns über die Vorgänge ausser uns Aufklärung verschaffen können, so muss auch die Intensität der Empfindungen zu den sie verursachenden Reizen in derselben gesetzlichen Beziehung stehen wie in der Physik die Temperatur zu dem mit der Zeit sich ändernden Absorptions- oder Emissionsvermögen. Thatsächlich beherrscht auch dasselbe Gesetz unsere Empfindungen und deren Reize, wie es sich zwischen der Temperatur und dem Absorptionsvermögen zeigt, denn beide Vorgänge werden durch dieselben mathematischen Formeln innerhalb gewisser Grenzen exakt dargestellt. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man Fechner's psychophysische Maassformel nur mit der Emissionsformel der Aetherwellen zu vergleichen. Die erstere lautet nämlich

$$s = m \log \frac{r}{o}$$

oder anders geschrieben

$$r = o \cdot e^{\frac{s}{m}},$$

d. h. der Reiz wächst, wenn o der untere Schwellenwerth ist, in geometrischer Reihe, während die Empfindung s in arithmetischer Reihe zunimmt; besser gestaltet man jedoch die vorstehende Formel so um, dass man vom oberen Schwellenwerth o^1 , d. h. der Wirkungsgrenze der Reize,

ausgeht. In diesem Falle ändert sich nur das Vorzeichen der Potenz-Exponenten der linken Seite der obigen Formel, so dass dann also

$$r = o^1 \cdot e^{-\frac{s}{m}}$$

wird, d. h. der Endreiz nimmt, wenn o^1 der Anfangsreiz ist, in geometrischer Reihe ab, während die Empfindung in arithmetischer Reihe wächst. In dieser Gestalt stimmt Fechner's Maassformel mit der Emissionsformel der Wärme vollkommen überein; die letztere lautet nämlich

$$t = t_o \cdot e^{-px},$$

d. h. die Endtemperatur nimmt, wenn t_o die Anfangstemperatur ist, in geometrischer Reihe ab, während die Zeit x in arithmetischer Reihe zunimmt. In den vorstehenden Formeln sind die Grössen m , p und e bekannte Constanten. Aus Vorstehendem kann man mit Fug und Recht den Schluss ziehen, dass auch die Wellen des thierischen Magnetismus, dessen Existenz nicht zu bezweifeln ist und der nach meiner Ansicht durch chemische oder molekulare Vorgänge im Körper entsteht, sich von einem Medium zum andern durch Strahlung übertragen lassen und auf das letztere nach rein mechanischen Gesetzen einwirken können und darum diese Erscheinungen behufs Einreihung in die exakte Naturforschung nur noch weiterer experimenteller Untersuchungen bedürfen.

Werfen wir nun auf die soeben im Anschluss an die mechanische Erklärung der Gravitation behandelten Fragen einen kurzen Rückblick, so zeigt sich als das allgemeinste und wichtigste Resultat dieser subtilen Untersuchungen, dass sämtliche bisher behandelte Naturvorgänge und -Erscheinungen auf Wellenbewegungen als letzte Ursache zurückzuführen sind, dass demnach im Weltgetriebe, sei es im weiten Makrokosmos oder sei es im engbegrenzten Mikrokosmos, in letzter Linie die Kraft und die Masse, — der Träger der Kraft —, die bestimmenden Factoren oder die Bildner des Kosmos sind. Indessen würde gerade die zuletzt behandelte Abhängigkeit des menschlichen Denkens und Wollens von molekularen oder rein chemischen Vorgängen schliesslich doch nicht vollständig auf Wellenbewegungen zurückführbar sein, wenn es nicht gelingt, auch die Erscheinungen der Molekularphysik und die Prozesse der Chemie von dem Standpunkte der Vibrationstheorie zu erklären. Die Lösung dieser beiden schwierigen Probleme soll in den nächsten Kapiteln versucht werden.