

Zeitschrift für Naturwissenschaften.

XXIII. Jahrg.

November.

1873.

Inhalt: Resultate einer Untersuchung zur Geschichte der Physik v. E. Mach. Das Ozon und seine hygienische Bedeutung. — Literatur-Berichte. Physik. Mineralogie. Zoologie. Botanik. Miscellen.— Vereins-Angelegenheiten.

Resultate einer Untersuchung zur Geschichte der Physik *).

Von E. Mach.

1. Die physikalischen Gesetze sind Ableitungsregeln gewisser Erscheinungsmerkmale aus anderen Erscheinungsmerkmalen. Der Werth dieser Regeln besteht bloss in der durch dieselben ermöglichten Oekonomie des Denkens und der Beobachtung. Das System zielt darauf ab, schon geleistete Gedankenarbeit einfach zu verwenden, ohne sie in jedem neuen Falle wieder leisten zu müssen. Von Erforschung der sogenannten „objectiven Wahrheit“ kann keine Rede sein. Einmal weil je nach der Wahl der Merkmale die Regeln derselben Erscheinungen sehr verschieden ausfallen, dann weil man kein anderes Mittel hat, die Richtigkeit einer Regel zu prüfen, als die Uebereinstimmung des Ableitungsergebnisses mit der Erfahrung. Die Regeln sind also wesentlich *subjectiv*.

2. Die Geschichte der Statik lehrt, dass die Wahl der Grundregeln und Grunderscheinungen, auf welche man die übrigen zurückführt, durch historische Zufälligkeiten bedingt und bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist. — Keine als Grundregel betrachtete Regel muss nothwendig die Grundregel sein. Jede kann durch eine andere ersetzt werden.

Dasselbe Resultat folgt aus der Geschichte der Dynamik. Galilei hat zunächst die Abhängigkeit der Endgeschwindigkeit vom Fallraume untersucht, hat sich aber durch einen Fehlschluss in Widersprüche verwickelt und die ganze Frage aufgegeben. Er hat hierauf den Zusammenhang zwischen Endgeschwindigkeit und Fallzeit gefunden. Diesem ge-

*) Aus einer demnächst erscheinenden Schrift.

ringfügigen Umstände ist es zuzuschreiben, dass die Begriffe Kraft, Beschleunigung, Bewegungsgrösse älter sind, und ursprünglicher scheinen als der Arbeitbegriff. Diesem Umstände verdankt, wie sich nachweisen lässt, der Arbeitbegriff die Mühe, mit welcher er sich emporgearbeitet hat, obgleich er eben so ursprünglich ist als der Kraftbegriff.

Die Leistung der Galilei-Newton'schen Epoche besteht in der Erkenntniss, dass die Körper sich von einander unabhängige Beschleunigungen ertheilen und dass es Massen gibt. Auf diese Einsicht lässt sich die gesammte Mechanik gründen und die Poinsot'sche Schule hat dies neuerdings versucht.

Ganz unabhängig und nebenher hat Huyghens das Arbeitsprincip begründet, welches durch Poncelet und J. R. Mayer weiter geführt worden ist. Durch die Vermengung beider Gedankenkreise, von welchen der erstere immer als der ursprüngliche angesehen worden ist, haben sich mannigfaltige Verwicklungen ergeben. Es ist dadurch z. B. verdeckt worden, dass das Princip der virtuellen Geschwindigkeit und das D'Alemberts'sche Princip nur Formen des Arbeitsprincipes sind.

Man kann nun zwar von keiner Wissenschaft verlangen, dass sie den historischen Boden verlassen soll, man darf aber, wenn sie zu historischem Bewusstsein und zur Einsicht ihres Wesens gelangt ist, erwarten, dass gleichberechtigte Gedankenwege als solche erkannt werden. Die Oekonomie der Wissenschaft besteht hauptsächlich in dem Denken mit blossen Anweisungen auf schon geleistete Gedankenarbeit. Diese Oekonomie kann aber sehr unökonomisch werden, sobald sich neue kürzere und ebenso ursprüngliche Wege wie die alten finden. Deshalb darf die historische Gewohnheit, welche unter Umständen sehr ökonomisch ist, kein Hinderniss einer Neugestaltung werden. In der That lässt sich die Mechanik ganz auf den Arbeitbegriff gründen.

3. Die Maximum-Minimum-Gesetze der Mechanik verdanken ihren Ursprung der anthropomorphischen Mythologie. Es lässt sich dies an der Geschichte der Isoperimeterprobleme nachweisen. Das Heron'sche Reflexionsgesetz hat dem Fermat'schen Brechungsgesetz und dieses dem Problem der Brachystochrone zur Grundlage gedient, aus welchem sich wieder alle Isoperimeterprobleme entwickelt haben. Die anthropomorphische Auffassung der Natur ist selbst bei Maupertuis und Euler noch vollkommen deutlich. Erst Lagrange wird derselben abhold, obgleich er sie immer noch anwendet.

Die Gleichgewichts- und Bewegungsprincipien der Mechanik lassen sich als Isoperimetergesetze ausdrücken. Die anthropomorphische Auffas-

sung ist aber dabei keineswegs wesentlich, so z. B. bei dem Princip der virtuellen Geschwindigkeit. Hat man die Arbeit A . einmal als das Geschwindigkeitbestimmende erkannt, so sieht man leicht, dass wo die Arbeit beim Uebergang eines Systems in alle Nachbarlagen fehlt, auch keine Geschwindigkeit erlangt werden kann, also Gleichgewicht bestehen wird. Die Gleichgewichtsbedingung wird also $\delta A = 0$ sein, wobei A nicht gerade ein Maximum oder Minimum zu sein braucht.

Diese Gesetze sind nicht gerade auf die Mechanik beschränkt. Sie können sehr allgemein sein. Ist die Aenderung einer Erscheinungsform B von einer Erscheinung A abhängig, so wird die Bedingung dafür, dass B in einer gewissen Form eintritt, $\delta A = 0$ sein.

Das Verhältniss der anthropomorphischen Auffassung zur elementar-mechanischen erkennt man am besten, wenn man den Menschen betrachtet, bei dem beide Auffassungen zulässig sind. Die Handlungen des Menschen, sein Verhalten im Ganzen verstehen wir ungleich besser, wenn wir ihm Gedanken ähnlich den unserigen beilegen. Die Details werden viel verständlicher durch die elementar-mechanische Betrachtung. Durch letztere können wir aber bis jezt nicht bis zum Verständniss der Handlungen vordringen. Wie weit beide Betrachtungsweisen auf die Natur ausdehnbar sind, darüber kann bloss der Erfolg entscheiden.

4. Der Bildungsprocess der Wissenschaft besteht immer darin, dass durch den genialen Blick der Zusammenhang gewisser Erscheinungsmerkmale A , B bemerkt wird. Die Form dieses Zusammenhanges zu ermitteln $A = f(B)$ ist die Aufgabe der bedächtigen Arbeit. Kann man nachweisen, dass die gefundene Form die einzig mögliche Regel ist, dass jede andere Abhängigkeit zwischen A und B der Regellosigkeit gleichkäme, so hat die Regel die beste Begründung erfahren. Man muss aber keineswegs nothwendig gerade die Merkmale A und B zusammenfassen.

Alle Regeln, deren Gegentheil sich als Regellosigkeit zeigt, haben einen gleichen Grad von Evidenz. Es wird also nicht nöthig sein, eine solche Regel zu begründen, indem man sie auf eine andere gleich evidente zurückzuführen sucht. Die gewaltsame Zurückführung aller Erscheinungen auf Mechanisches scheint unnöthig, indem in Nichtmechanischem ganz gleiche Grade der Evidenz erreichbar sind. Dass es Massen gibt, dass es eine Spannungsreihe gibt, dass es chemische Aequivalente gibt, sind Einsichten von ganz gleichem Grade der Evidenz. — Dass Lagenunterschiede, Temperaturunterschiede, elektrische Unterschiede sich ausgleichen, sind gleich einfache Regeln.

(Fortsetzung folgt.)

Das Ozon und seine hygienische Bedeutung.

Es ist nicht leicht ein Stoff Gegenstand so vielfachen Strittes gewesen als jener, den wir Ozon nennen. Als im Jahre 1840 der geniale Chemiker Schönbein, veranlasst durch den eigenthümlichen Geruch, den er an dem bei der Elektrolyse des Wassers freigewordenen Sauerstoff wahrnahm, den Gegenstand einer eingehenderen Untersuchung würdigte, war man ziemlich allgemein darüber einig, dass es eine besondere Oxydationsstufe des Wasserstoffes sei, welche bei der Elektrolyse entstehend, die Quelle des auftretenden Geruches bilde. Da traten Andere mit den Ergebnissen von Versuchen hervor, denen zu Folge es ausser allem Zweifel schien, dass das Ozon keine Wasserstoffverbindung, sondern ein Umwandlungsproduct des Sauerstoffes sei, und nun brach der erste Streit los — der Streit über die Natur des Ozons. Während eine erkleckliche Zahl von Chemikern sich von der Ansicht nicht freizumachen vermochte, dass das Ozon doch nur eine besondere Oxydationsstufe des Wasserstoffes sei und keinem der vielfachen Experimente, die zur Erhärtung der gegentheiligen Ansicht angestellt wurden, eine genügende Beweiskraft beimass, hatte sich Schönbein selbst rasch bekehrt und trat den Anschauungen jener bei, die in dem Ozon nichts weiter als eine Modification, eine Allotropie des Sauerstoffes sahen. Unausgesetzt mit dem Studium dieses zweifellos interessanten Körpers beschäftigt, förderte er eine Reihe von Belegen für die Richtigkeit der Lehre vom modificirten Sauerstoff und lieferte endlich eine Hypothese über die Bildung dieser eigenthümlichen Modification des Sauerstoffes, die zu den geistvollsten gezählt werden muss. Seine Theorie dachte sich, fussend auf der Anschauung, die Berzelius durch seine elektrochemische Lehre zur Geltung gebracht hatte, das Sauerstoffatom aus einem positivpolaren und einem negativpolaren Antheile bestehend, durch deren Aneinanderlagerung ein Gleichgewicht der Polaritäten hergestellt wäre. Wurde nun das so constituirte Sauerstoffatom durch irgend einen Einfluss in seine beiden Antheile gespalten, wie das namentlich von der Wirkung elektrischer Entladungen gesagt werden konnte, dann trat jeder der Antheile des Sauerstoffatoms mit seiner eigenthümlichen Polarität auf, es resultirte also polarisirter Sauerstoff oder Ozon, der, wiewohl seinem Wesen nach vom Sauerstoff nicht verschieden, doch voraussichtlich andere Eigenschaften zeigen musste, als das nicht gespaltene, gewöhnliche Sauerstoffatom. Diese Theorie musste in natürlicher Consequenz zu der Annahme zweier Arten solchen polarisirten oder Ozonsauerstoffes führen, denn es wurde ja bei

der Spaltung jedes Sauerstoffatoms ein positiver und ein negativer Antheil des ursprünglichen Atoms frei, und es schien mindestens nicht wahrscheinlich, dass diese verschieden polaren Antheile übereinstimmende Eigenschaften haben könnten. Die Entdeckung, dass sich bei der Elektrolyse des Wassers neben Sauerstoff und Wasserstoff und neben Ozon auch noch eine höhere Oxydationsstufe des Wasserstoffes, das Wasserstoffsuperoxyd bilde, kam der Ausführung dieser Theorie wesentlich zu Hilfe, denn es schien klar, dass während der eine Theil des gespaltenen Sauerstoffes als Ozon auftrat und sich in Gasform dem freigewordenen Sauerstoff beigemengte, der andere Antheil einfach zur weiteren Oxydation des Wassers, zur Bildung von Wasserstoffsuperoxyd verwendet worden sei. So entstand die Lehre vom Ozon und Antozon. Das erstere als das negativ polare Spaltungsproduct des Sauerstoffes hatte das letztere, das positiv polare Spaltungsproduct zum Gegensatze, beide aber waren polarisirter, mithin in einem gewissen Sinne erregter, activer Sauerstoff, der offenbar energischer zu wirken vermochte, als das Sauerstoffatom, in welchem durch die gegenseitige Aufhebung der Polaritäten die chemische Energie, die ja nach damaliger Anschauung auf eine Elektrizitätswirkung zurückgeführt werden wollte, eine zweifellos geringere sein musste. Nun schien alles klar, und als es Schönbein und Meissner vollends gelang, das vermeintliche Antozon zu isoliren, und sie die Ueberzeugung gewonnen zu haben glaubten, dass dieses Antozon in der That beim Zusammentreffen mit Ozon wieder gewöhnlichen Sauerstoff liefere, da gab es nur wenige, welche an der vollen Wahrheit dieser, freilich aller Analogie baaren, Theorie zweifeln mochten. Jetzt erklärte man auch die Bildung von Ozon bei langsamen Oxydationsprocessen, indem man annahm, dass allenthalben bei Oxydationsvorgängen das Sauerstoffatom gespalten und nur ein Theil desselben (bei der Ozonbildung das Antozon) mit dem oxydirbaren Stoffe in Verbindung trete, während der andere Antheil frei werden und als activer Sauerstoff auftreten musste und begann endlich die Oxyde selbst, je nachdem sie Ozon oder Antozon enthielten, in Ozonide und Antozonide zu scheiden. Doch nicht lange sollte der Sieg dieser Theorie währen. Als im Jahre 1860 Andrews und Trait die Resultate ihrer classischen Untersuchungen veröffentlichten, die da lehrten, dass bei der Bildung von Ozon aus gewöhnlichem Sauerstoff eine Volumsverminderung, also eine Verdichtung eintrete, und als sie bei weiteren Versuchen die überraschende Wahrnehmung machten, dass bei der Entfernung des Ozongehaltes aus einem Gemisch von Sauerstoff und Ozon, etwa durch Contact mit Quecksilber, sich keine Verminderung des Volumens dieses Gemenges ergebe, da

wurde die Schönbein'sche Theorie in's Wanken gebracht. Odling und Andere setzten ihr eine neue entgegen, der zufolge die Ozonbildung lediglich darauf zurückgeführt werden sollte, dass das, aus zwei Sauerstoffatomen bestehend gedachte Sauerstoffmolecul allerdings zunächst gespalten, aber die Atome nicht in Freiheit gesetzt werden, sondern dass sich je ein freigeswordenes Sauerstoffatom an ein unverändertes Sauerstoffmolecul anlagere und so Molecul eines Stoffes gebildet werden, die aus je drei Sauerstoffatomen bestehend, offenbar etwas vom gewöhnlichen Sauerstoff verschiedenes, das Ozon-Molecul bilden konnten. So war zunächst die beobachtete Verdichtung bei der Ozonbildung erklärt, wenn man voraussetzte, dass das Ozonmolecul die gleiche Function übernehme, wie jenes des gewöhnlichen Sauerstoffes und die Erklärung der grösseren chemischen Energie konnte nicht schwer fallen, wenn man sich dachte, dass ein solches durch Anlagerung eines dritten Atoms gebildete Ozonmolecul eine gewisse Neigung haben könnte, sich wieder in ein gewöhnliches Sauerstoffmolecul zu verwandeln, also Sauerstoff in der Form freier Atome abzugeben, denen man im allgemeinen eine grössere chemische Energie beimisst als den Moleculen, in welchen ja schon ein gewisses Maass von Arbeit aufgewendet erscheint, den Zusammenhang der Atome im Molecul zu besorgen, Arbeit, die dort als chemische Energie sich geltend machen kann. So treffend diese Theorie auf den ersten Blick scheinen möchte, so wenig ist sie zureichend, alle Erscheinungen zu erklären, die das Verhalten des Ozons charakterisiren und der Streit über die Natur des Ozons ist auch durch diese Erklärungsweise nicht beigelegt. Warum findet die Bildung von Ozon auch bei langsamen Oxydationsvorgängen statt, wo doch eine Materie vorhanden ist, deren Neigung, das Sauerstoffatom zu binden, gewiss eine grössere ist als die des Sauerstoffmoleculs? Warum ist die Umwandlung des Sauerstoffes in Ozon nur eine theilweise, und warum gelingt es nicht, reines Ozon zu gewinnen? Warum liefern einzelne Sauerstoffverbindungen bei geeigneter Zersetzung einen Theil ihres Sauerstoffgehaltes in Gestalt von Ozon, während ein anderer Theil nur als gewöhnlicher Sauerstoff auftritt oder andere Verbindungen ihren Sauerstoff nicht in Gestalt von Ozon freiwerden lassen? Solche und ähnliche Fragen, die in der Schönbein'schen Theorie eine Beantwortung fanden, bleiben hier unerledigt, und so lange eine die Thatsachen erklärende Theorie nicht ungekünstelt über alle Punkte Aufklärung bringt, wird die Natur des Ozons eine Streitfrage bilden. Aber wenn der Streit über das Wesen dieses interessanten Körpers, der so viele Fragen berührt, die an das Mysterium, vom Wesen der Materie überhaupt, gränzen, uns minder auf-

fallen könnte, so steht es anders um Fragen, die, wie man meinen möchte, leichter beantwortet werden könnten. Es ist kaum glaublich, wenn man hört, dass heute noch ein nicht geringer Streit darüber besteht, ob das Ozon im Haushalte der Natur eine hervorragende Rolle spielt oder nicht, ja noch mehr — ob beispielsweise das Ozon im Wasser löslich sei oder nicht.

In Hinsicht auf die erstere Frage ist wohl die Ansicht vorherrschend, dass dem Ozon eine hervorragende Bedeutung für den Kreislauf des Stoffes, für Vegetations- und Lebensprocesse einzuräumen sei, aber diese Ansicht ist keineswegs zum Dogma geworden.

Wie bekannt, hat das Vorhandensein des Ozons als Bestandtheil der atmosphärischen Luft, und die Erfahrungen, welche man über die Einflüsse einer ozonarmen oder einer ozonreichen Luft zu sammeln vermochte, die Meinung wachgerufen, dass demselben eine besondere Rolle im Lebensprocesse der Pflanzen und Thiere zukomme. Mindestens für den Lebensprocess der Thiere liegt eine solche Annahme nahe, denn wenn man die Existenz einer besonderen vitalen Kraft läugnet, und die Annahme einer solchen scheint gegenüber der Thatsache, dass Producte des Vitalitätsprocesses auch auf dem Wege der chemischen Synthese darstellbar sind, kaum mehr berechtigt, dann scheint uns unerklärt, wie so energische Oxydationserscheinungen, wie sie im Thierkörper sich unausgesetzt vollziehen, durch die Action des gewöhnlichen Sauerstoffes allein veranlasst sein könnten, und die Anschauung, dass es nicht der gewöhnliche, sondern ein in Ozon umgesetzter Sauerstoff ist, mit dem wir hier zu rechnen haben, gewinnt an Boden. Die Thatsache, dass Ozon im Blute nachweisbar ist, dass ferner die Blutkörperchen selbst den Charakter von Ozonerregern haben, kann eine solche Theorie nur unterstützen. Ist eine solche Theorie aber gerechtfertigt, und die Gründe, die gegen sie vorgebracht wurden, sind nicht schwerwiegend genug, sie zu stürzen, dann steht die besondere Bedeutung des Ozons für den Lebensprocess der Thiere und also auch des Menschen ausser Zweifel, und es liegt der Gedanke nicht allzuferne, mit dem nachweislichen Schwanken des Ozongehaltes der Luft Erscheinungen in Zusammenhang zu bringen, die anders nur schwer eine Erklärung finden können. Wir wollen hier nicht untersuchen, in wie weit die Annahme zulässig erscheint, dass gewisse, zu Zeiten massenhafter auftretende Krankheitserscheinungen, wie Entzündungskrankheiten, im Gefolge eines erheblichen Ozonreichthums, miasmatische Krankheiten dagegen im Gefolge einer Ozonarmuth der Luft stehen, aber es liegt mindestens der Schluss nahe, dass ein Mehr oder Minder von Ozon in der Luft einen Einfluss auf den Organismus üben muss, der in der Atmosphäre solcher

Luft sein Dasein fristet, und es ist weiters gewiss nicht ferner liegend, dass der Mangel jener Factoren, welche die Beschaffung des erforderlichen Ozonquantums aus dem zugeführten Sauerstoff zu besorgen haben oder die Verminderung der Fähigkeit die Umwandlung des Sauerstoffes in Ozon zu besorgen, Störungen im regelmässigen Verlaufe der Oxydationsprocesse im Körper und durch sie Störungen jenes normalen Zustandes des Individuums herbeizuführen vermöchten, den wir Gesundheit nennen.

(Fortsetzung folgt.)

Literatur - Berichte.

Physik. J. Zöllner: Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus und die magnetischen Beziehungen der Weltkörper. Seit der Entdeckung des Zusammenhanges der elektrischen und magnetischen Erscheinungen war man stets bemüht, den Erdmagnetismus durch elektrische, um die Erde kreisende Ströme zu erklären; die Ursache dieser Ströme suchte man zumeist in der Sonne, welcher man bald eine directe, inducirende, bald wieder eine mehr indirecte, thermische Ströme erzeugende Wirkung zuschrieb (Lamont, De la Rive). Nach Zöllner wäre jedoch die Hauptursache der den Erdmagnetismus bedingenden Ströme nicht kosmischen, sondern terrestrischen Ursprungs. In einer frühern Abhandlung hatte Zöllner nachgewiesen, dass in der Sonnenatmosphäre obere Aequatorial- und untere Polarströme entstehen, deren Bewegung sich mit der Rotation zusammensetzt und so einen continuirlichen Reibungsprocess verschieden erwärmter und wahrscheinlich auch chemisch differenter Flüssigkeitsschichten unterhält.

Aehnliche Bedingungen sind auch in dem flüssigen Erdinnern gegeben. An den Polen sich abkühlend sinken die schweren Flüssigkeitstheilchen herab, während die wärmeren vom Aequator kommend ihre Stelle einnehmen. Da diese Theilchen den Aequator mit der ihm zugehörigen Rotationsgeschwindigkeit verlassen, so eilen sie, in höhere Breiten kommend, den Theilen der festen Erdrinde zuvor, und ihre Bewegung wird in der nördlichen Halbkugel nordwestlich, in der südlichen südwestlich. Nun hat aber Quincke im Jahre 1859 und andere durch spätere Versuche nachgewiesen, dass alle strömenden Bewegungen in Flüssigkeiten, besonders wenn dieselben theilweise mit starren Körpern in Berührung stehen, von elektrischen Strömen begleitet sind, die sich nach den bisher vorliegenden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Mach E.

Artikel/Article: [Resultate einer Untersuchung zur Geschichte der Physik 189-196](#)