

Werk

Titel: Materie, Energie und Äther

Untertitel: [erster Teil]

Autor: Zenghelis, Konstantin D.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022 | LOG_0058

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

7. Februar 1907.

Nr. 6.

Materie, Energie und Äther.

Von Professor Dr. Konstantin D. Zenghelis (Athen).
(Antrittsvorlesung bei Übernahme der Professur für allgemeine und physikalische Chemie an der Universität zu Athen¹⁾.)

(Originalmitteilung.)

In dem unendlichen Kampfe des Fortschrittes, den die Wissenschaften mutig und opferwillig kämpfen, stehen die Naturwissenschaften stets in erster Linie. Mit der Erfahrung als Führer bestimmen sie ihre Richtung erst dann, wenn sie den nächsten hervorragenden Punkt erobert haben, und erforschen von ihm aus den weit sich ihnen öffnenden Horizont.

Die Eroberung eines solchen Punktes erstrebt die Naturwissenschaft seit langer Zeit.

Sie beschäftigt sich damit, den Zusammenhang zu finden, der nach unverletzlichen Gesetzen die Phänomene der Natur unter einander zusammenhält, um zur Ergründung des Mechanismus des Weltalls zu gelangen. Und die Gelehrten fanden ihn in der großen Wahrheit, welche alle Gesetze enthält, welche die Schicksale der Welt lenken: in dem Gesetz der Erhaltung der Materie und der Energie.

Diese beiden Faktoren, die Materie und die Energie, befinden sich in steter Bewegung, in jedem Augenblick ändern sie ihre Gestalt in der Natur, welche sich als ein Bild dieser ununterbrochenen Metamorphosen darstellt. Auf dem Schlachtfelde, auf dem diese Bewegungen ausgeführt, übertragen und verwandelt werden, erscheint noch ein anderer dritter Faktor; es ist der hypothetische Äther.

Solche Metamorphosen geschehen nicht ohne Grund und zufällig. Sie folgen derselben Regel, welche die Bewegung der Kapitalien in den Büchern des Kaufmanns ordnet. Für jede Ausgabe erscheint darin ein gleichwertiger Ersatz. Jede Quantität Materie und Energie, die in den Aktiva der Wissenschaft angeschrieben wird, müssen wir unter anderer Gestalt in den Passiva in absolut gleicher Gestalt wieder auffinden. Dieses vollständige Rechensystem gewährt uns den physischen und chemischen Faden der tieferen Erforschung und des tieferen Verständnisses einer jeden Erscheinung.

Aber damit begnügt sich die heutige Wissenschaft nicht mehr, welche, soviel Probleme sie auch gelöst haben mag, immer andere derartige, die Erzeugnisse dieser Lösungen, zu lösen haben wird.

Die Kenntnis des Mechanismus der Erscheinungen

¹⁾ Aus dem Griechischen übersetzt vom Verfasser.

allein genügt ihren weiten Zielen nicht, sie will die Natur derselben selbst kennen lernen und den tiefinnersten Inhalt der Wesen.

Leider hängt sie nicht von der Wahrnehmung unserer Sinne ab. Das könnte jeden anderen abschrecken, aber nicht den Gelehrten. Dieser begnügt sich nicht mit den Wahrnehmungsorganen, mit denen die Natur ihn ausgestattet hat, sondern er erwirbt auf dem Wege der Erfindung neue. Er bewaffnet sich mit künstlichen Nerven und erreicht es so, Eindrücke wahrzunehmen, welche unserem Nervensystem entgehen und ohne jene unserem Bewußtsein unbekannt sein würden.

Mit Hilfe des Elektroskops nimmt die Wissenschaft die Elektrizität wahr, und den großen magnetischen Strom der Erde zeigt ihr der Kompaß, nach dem man sich auf dem Meere geschickt orientiert. Mit dem Kryptoskop durchleuchtet sie auch die dunkeln Körper, spürt sie eine neue, unvermutete Welt von Materien, unbekante Kräfte auf; sie verfolgt durch das Spektroskop den Verlauf des Sterbens und selbst des Geborenwerdens der Elemente.

Mit solchen Hilfsmitteln erforscht nun die Wissenschaft die letzte Gestalt der Wesen, ob es nur eine einzige gibt, und die Art und Weise, nach welcher sie sich umformt und die unendliche Reihe der materiellen Körper und der Naturkräfte darbietet, welche sie animieren. Es ist dies das höchste Problem, mit dem mittelbar alle anderen in Verbindung stehen, mit deren Lösung sich heute in brüderlichem Zusammenarbeiten die Chemie und die Physik beschäftigen.

Des methodischen Studiums dieser Frage wegen beginnen wir mit demjenigen Punkt, auf dem sich gestern noch die Wissenschaft befand; bevor sie nämlich in die neue Phase trat, welche das Studium dieser außerhalb des unbewaffneten menschlichen Bewußtseins liegenden Welt hervorrief: der Welt der neuen Strahlungen der Materie.

Wir erwähnten schon, daß die physischen Phänomene hauptsächlich auf zwei Faktoren zurückgeführt werden können, die Materie und die Energie. Beide sind unzerstörbar und befinden sich in fortwährender Umgestaltung. Ein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen ist folgender:

Die Energie wandelt sich gewöhnlich leicht und von Grund aus um, und diese Umwandlung kann sehr häufig schnell und mühelos einzig und allein durch die uns zu Gebote stehenden Maschinen erzielt werden.

Die Wärme verwandelt sich, sobald sie die thermoelektrische Säule durchläuft, in Elektrizität, damit diese jenseits derselben in Bewegung oder durch kupferne Drähte oder geeignete Apparate geleitet in Bewegung oder Licht umgewandelt werde.

Verschiedenartig ist aber die Weise der Umwandlung der Materie, und es ist unmöglich, sie einfach durch unsere Maschinen allein zu erzielen.

Die Materie verwandelt sich hauptsächlich nur durch Verbindung mit einer anderen, aber in den vielartigen Kombinationen derselben findet die Chemie immer die ursprünglichen Körper wieder, die sie durch kein Mittel mehr vereinfachen oder in einander verwandeln konnte.

Alle Naturerscheinungen erklären sich so qualitativ als Veränderungen, welche zwischen diesen beiden Faktoren, der Materie und der Energie, vorgehen. Aber auch quantitativ konnten sie dank des Gesetzes der Erhaltung studiert werden.

Nur eine schwer zu überwindende Schwierigkeit blieb uns, nämlich auf welche Weise die Umwandlung der Energie eines materiellen Systems in ein anderes aus der Entfernung zu erklären ist.

Es mußte ein elastisches Mittel geben, welches das Weltall erfülle und imstande sei, die Energie von einem Punkte zum anderen zu übertragen. Man hat also das Vorhandensein eines solchen Mittels angenommen und es Äther genannt. So waren die Faktoren des Weltalls vollständig bestimmt. Es sind dies drei, Materie, Äther und Energie.

Bezüglich ihrer vollständigen Bestimmung erwächst uns keine Schwierigkeit. Schwer zu überwindende Schwierigkeiten bieten sich uns aber dar, sobald wir ihr Wesen tiefer erforschen wollen. Diese zeigen sich sofort, sobald wir ihre genaue wissenschaftliche Definition suchen.

Was ist Energie? Die Ursache, welche die verschiedenen Veränderungen hervorbringt, die auch, insofern sie von einem System zum anderen überführt, den besonderen Namen Arbeit trägt.

Was ist nun Materie? Man sollte kaum glauben, daß man bei der Definition dieses wesentlichsten und greifbarsten Faktors Schwierigkeiten begegnen könnte. Materie ist das, was die Umwandlungen durchmacht; sie ist das Mittel, auf welches die Energie ausgeübt wird, und offenbart sich in ihren verschiedenen Gestaltungen als Farbe, Wärme, Gewicht oder Bewegung.

Damit aber eine Bewegung geschieht, muß etwas vorhanden sein, das sich bewegt, und für die Erwärmung etwas, das diese enthält oder aufnimmt. Dieses „Etwas“ ist die Materie, sie ist mit anderen Worten der Träger der Energie.

Aber das sich Bewegende existiert auch noch, nachdem die Bewegung aufgehört hat. Der farbige Körper existiert weiter, auch wenn er seine Farbe verliert und schwarz wird.

Wir wollen jetzt sehen, was noch von der Materie übrig bleibt, wenn wir auch sie von jeder Äußerung der Energie entblößen, wenn wir sie mit anderen

Worten ihrer Eigenschaften berauben. Wenn wir einem Körper den Glanz, die Farbe, das Gewicht, überhaupt alle seine Eigenschaften nehmen, so bleibt das, was wir erhalten, wenn wir einem Dreieck oder Vieleck seine Seiten nehmen. Es bleibt nichts übrig. Was wir von der Materie wissen, bezieht sich auf eine Reihe von Erscheinungen, bei denen die Energie einfach ihren Platz wechselt. Sie nimmt eine neue Gestalt an, welche auf unsere Wahrnehmungsorgane wirken kann und bis zu unserem Bewußtsein gelangt. Materie und Energie zusammen sind der Kentaur der Mythologie, bei dem wir das Pferd und den Bogenschützen erkennen, ohne den einen von dem anderen getrennt nehmen zu können.

Eine charakteristische Eigenschaft der Materie allein könnte uns, wenn nicht das Verständnis der Natur, so doch wenigstens das notwendige Vorhandensein derselben unabhängig von der Energie beweisen. Es ist die Masse.

Denn sie gilt als die untrennbare, die ewige und unveränderliche Gefährtin der Materie, die weder vermehrt, noch verringert wird, welche Kraft auch auf sie einwirken möge.

Nichtsdestoweniger nehmen wir auch diese wunderbare Eigenschaft nur durch Einwirkung der Energie auf dieselbe wahr, so daß die Masse, obwohl sie als charakteristisches Zeichen der Materie dienen kann, uns doch nichts zur Unterscheidung derselben von der Energie helfen kann.

Die völlige Lösung dieses unseres Problems könnten wir durch die vollständige Trennung der Materie und Energie und durch ein getrenntes Studium dieser zwei Faktoren erreichen.

Ein solcher Versuch erscheint auf den ersten Blick eine einfache Chimäre zu sein. Trotzdem glauben wir, einen solchen Fall in den neuen Strahlungen der Materie auffinden zu können, welche in unserer Zeit die Frage, in welchem Verhältnis die Materie zur Energie steht, wieder angeregt haben.

Sei es, daß wir die Kathodenstrahlen mit dem Licht oder der Elektrizität vergleichen, denn sie elektrisieren die Luft, durch welche sie gehen, eins ist unzweifelhaft, daß sie einer Art von Energie zu vergleichen sind. Etwas Materielles scheinen sie wenigstens nicht an sich zu haben. Sie können übrigens auch zum sehr geringen Teil durch das Glas der Röhre dringen und aus derselben heraustreten.

Diese Strahlen nun wollen wir zu studieren versuchen, bevor sie auf ein materielles System stoßen.

Sicherlich können wir dieselben nicht fassen und isolieren, wir können aber durch einen sehr starken Magneten auf sie einwirken. Die Strahlen lenken dann ab. Diese Eigenschaft zeigt nur das, was eine Masse enthält, nämlich materielle Körper. Die materielle Natur dieser Strahlen wird übrigens auch anderweitig bewiesen. Wenn wir in der Crookesröhre ein leichtbewegliches Rädchen anbringen, so setzen die Strahlen dasselbe in Bewegung, wenn sie auf dessen Flügel fallen. Eine andere Erscheinung der materiellen Natur der Strahlen haben wir in der Diffusion.

Es besitzen also auch diese immateriellen Strahlen eine Masse. Man konnte dieselbe sogar definieren, sowie auch die Schnelligkeit, mit welcher sie ausstrahlen. Die Berechnungen geschahen auf Grund der elektrischen Ladungen, welche sie tragen, und der Ablenkung derselben durch den Magneten.

Man fand sogar, daß ihre Masse bei außerordentlich großer Geschwindigkeit sich verändert. Es wird also bewiesen, daß die ewige, unveränderliche Masse nicht eine solche ist. Sie verändert sich auch. Sie ist auch nicht einmal ausschließliche Eigenschaft der Materie, da eine solche auch die Kathodenstrahlen haben. Nach der heute geltenden Ansicht sind letztere die Einheiten der Elektrizität und heißen Elektronen, die Masse aber ist das Resultat ihrer Gegenwirkung gegen das sie umpulende starre Mittel, den Äther. So zerstörte die Erforschung der Kathodenstrahlen auch das Idol derjenigen, die an ein selbständiges Wesen der Materie glaubten.

Die Masse kann uns also nicht als Grundlage dienen, um die Materie von der Fessel der Energie zu befreien.

Aber auch dem entgegengesetzten Beispiel begegnen wir bei den aktiven Körpern, nämlich einer Energie, welche die Materie dauernd verläßt, indem sie im Raum verstreut wird. Wenn wir zu finden suchen, was schließlich von der dauernd in solche Strahlen umgewandelten Materie bleibt, so werden wir in den meisten Fällen sehen, daß es „Nichts“ ist; die gesamte Materie wurde zu Energie. Auf einen ähnlichen Fall treffen die verschiedenen Stadien der auf einander folgenden Umwandlungen des Radiums, welche besonders fleißig Rutherford untersucht hat. Jedoch begegnen wir überall ähnlichen Erscheinungen, wo Strahlungen und Kathodenstrahlen erzeugt werden und wo Gustav le Bon nicht ganz unrichtig Zersetzung der Materie annimmt.

In eine viel schlimmere Sackgasse geraten wir, wenn wir das Wesen des Äthers eingehender erforschen wollen.

Bedeutende Analogien zur Fortpflanzung des Lichtes durch die Luft, Fresnels geführter experimenteller Beweis, daß auch das Licht auf ähnliche Weise fortgepflanzt wird, und viele andere Erscheinungen zwangen die Gelehrten, das Vorhandensein eines Mittels anzunehmen, welches das Weltall erfüllt und keinen leeren Raum in demselben läßt.

Die Materie nimmt, wie angenommen wird, nur einige Teile des Unendlichen ein, und die Energie haust in denselben Teilen; den dazwischen befindlichen unendlichen Raum nimmt der Äther ein.

Jedenfalls scheint die so nur passive Tätigkeit des Äthers nicht genügend, um die Annahme desselben als dritten kosmischen Faktors anzunehmen, der viel mehr im Raum vertreten ist als die vorhandenen. Man erforschte daher und erforscht noch viele andere Fragen, welche in Beziehung zu der Existenz und der Tätigkeit desselben stehen, und besonders, welcher Art die Natur des Äthers ist, welche Eigenschaften er besitzt und mit welchem schon in der Natur Bekannten er verglichen werden kann.

Die Antwort auf Fragen solcher Art gehen über die heutige Macht der Wissenschaft.

Es gibt gewiß unsichtbare Fäden, durch welche Energie, Bewegung und Leben in dem unendlichen Welttheater fortgepflanzt werden. Der unerfahrene Beschauer bewundert das Schauspiel, ohne das Vorhandensein jener zu ahnen, der Gelehrte kennt ihre Existenz, kann sie aber nicht mit bloßen Augen unterscheiden, und er unterscheidet sie einfach durch den Namen Äther. Mehr als das ist er nicht imstande zu bestimmen, und er nimmt seine Zuflucht zu Hypothesen und Theorien.

Viele derartige und unter einander verschiedene wurden zuzeiten von den Koryphäen der Wissenschaft aufgestellt.

Fresnel betrachtet ihn als ein sehr elastisches Mittel von unkonstanter Dichte, Andere geben ihm ganz im Gegenteil eine konstante Dichte und eine veränderliche Elastizität.

Andere nehmen an, daß er von der Bewegung der Materie in ihm nicht mitgerissen wird, Andere wieder das Gegenteil.

Lord Kelvin betrachtet ihn als ein festes, elastisches Mittel, dessen Starrheit ein Zehnmillionstel von der des Stahles beträgt, welches das Weltall erfüllt; andere halten es für fest, aber ohne Gewicht und Dichte, was unbegreiflich ist. Thomson nimmt den Äther, indem er ihm die Trägheit der Materie zuschreibt, von einer Dichte an, welche unvergleichlich höher ist als die jedes anderen bekannten Körpers. Stokes wieder, von dem Umstand ausgehend, daß transversale Wellen nur bei festen Körpern vorkommen, gibt ihm die Konsistenz einer dünnen Gallerte, da er sich für die Lichtschwingungen als fester Körper, im übrigen aber als vollkommene Flüssigkeit zeigt.

Andere sprechen ihm die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, zu, wieder Andere sehen ihn als ruhend an, und beide Theorien haben viele Argumente für und wider.

Lord Kelvin nimmt ferner an, daß er die Dichte von 10^{-17} des Wassers besitzt und sich bei hohem Druck zusammenzieht und verdichtet. Aus einer solchen Verdichtung sei möglicherweise — so sagen Manche — die Materie, das Atom, entstanden. Larmor und Andere betrachten selbst das Atom als den Kern der Verdichtung des Äthers, der sich in einer Art von Wirbel mit staunenswerter Rotationsgeschwindigkeit bewege.

Daß aus den verschiedenen Basen, auf welche gestützt, ein jeder Forscher zu seiner Ansicht über den Äther gelangte, sich Widersprüche ergeben, darf uns nicht übermäßig in Erstaunen setzen, noch auch unser Vertrauen zur Wissenschaft vermindern.

Die Ausstattung des Äthers mit ungewöhnlichen und bei keinem bekannten Körper vorkommenden Eigenschaften scheint uns wenigstens sehr natürlich.

Wir nehmen den Äther als etwas von der Materie und Energie ganz Verschiedenes an. Aber wir kennen nur Materie und Energie. Das ist das ausschließ-

liche Material, mit dem nicht nur die Wissenschaft, sondern auch unsere Phantasie baut.

Es darf uns also keinen Eindruck machen, daß der Äther Bewegungen fortpflanzt, welche die Empfindung des Lichtes hervorrufen, wozu es erforderlich ist, daß er äußerst elastisch ist, dazu starrer als der Stahl, während wir gleichzeitig auch annehmen müssen, daß er fast völlig des Gewichts und der Masse entbehrt. Hirn rechnet aus, daß der Äther, wenn er auch eine Masse besäße, die gleich dem $\frac{1}{2}$ Millionstel der in der Crookeschen Röhre befindlichen Luft ist, auf den Lauf der Gestirne einwirken, den Lauf des Mondes wesentlich verzögern und damit enden würde, die Atmosphäre vollständig von der Erde zu verjagen.

Und doch leben wir in diesem geheimnisvollen Mittel, wir zählen seine Wellen und lenken ihre Richtung ab. Seine Bewegungen bringen die Wärme, das Licht und die Elektrizität hervor. Ihm ist vielleicht auch die Attraktion zuzuschreiben, welche den harmonischen Lauf des Weltalls in seiner Bahn zusammenhält.

Trotzdem aber sind wir in Unkenntnis über die Hauptsache. Gibt es wirklich einen Äther? Auch das können wir nicht einmal bestimmen. Der Äther ist das „All“, wenn er nicht ein „Nichts“ ist.

Was, es irrt sich also die Wissenschaft oder sie spielt, indem sie auf Sand baut? Sie irrt sich weder, noch sucht sie jemand irrezuführen; denn es sind nicht das Wesen und die Eigenschaften des Äthers, worauf sie baut. Es ist das Faktum, daß unzerreißbare Bande die Wärme-, Elektrizitäts- und Lichterscheinungen verbinden. Daß ferner diese Bande symmetrisch in einem starren Netz angeordnet sind, auf dem unsere Beobachtungen über dieselben und unsere Kenntnisse wurzeln, welche die Physik, die Chemie und vielleicht auch die Mechanik des Weltalls ausmachen.

Wenn heute die Wissenschaft kurz das Wort Äther gebraucht, so versteht sie darunter die Existenz eines solchen Verbandes und nichts mehr.

Mitten in diesem Chaos von Hypothesen und Theorien über Materie, Äther und Energie kann uns vor allem das tiefere Studium der Elektrizität die leitende Hand reichen. Sie ist diejenige Art der Energie, welche in engster Berührung mit den Beziehungen dieser drei Faktoren unter einander steht.

Die Elektrizität betrachtete die Welt vor einem Jahrhundert noch als ein Spielzeug, heute kann die Welt als ein Spielzeug der Elektrizität angesehen werden.

Sie ist nicht nur die Quelle der größten Kräfte in dem Großgewerbe und den erstaunlichsten Erscheinungen in der Wissenschaft, sondern sie strebt darauf hin, als Anfang und Ende des Alls angesehen zu werden.

Das Licht selbst entsteht nach der elektromagnetischen Theorie, die heute allgemein acceptiert wird, durch die Vibration nicht der Moleküle des ausstrahlenden Körpers, sondern der Elektrizität, der Elektronen. Aus Elektronen, nehmen Thomson und die

Anderen an, entstehe das Atom der Materie. Das Erscheinen derselben bei der Hervorbringung von Kathoden- und anderen Strahlen bei den verschiedenen Strahlungen offenbart nach der Ansicht vieler Gelehrten nichts anderes, als daß die Materie von neuem wieder in Elektrizität umgewandelt werde.

Andere gehen sogar so weit, daß sie annehmen, die Erregung der Elektrizität, auf welche Art sie auch hervorgerufen sein möge, sei eine Folge der gewaltsamen Dissoziation der Materie.

Demnach besteht die Materie aus Einheiten der Elektrizität, und in solche geht sie wieder aus, wenn sie gewaltsam geteilt wird. Es könnte also heute der Schöpfer dem Weltall zurufen: „Von Elektrizität bist du genommen, und zu Elektrizität sollst du wieder werden.“

Die neuesten Erforschungen auf dem Gebiete der aktiven Körper haben das Tätigkeitsfeld der Elektrizität bis ins Unendliche erweitert. Die Kathodenstrahlen und die aus diesen hervorgehenden Röntgenstrahlen machen die Luft um sie her zum Leiter. Solche Luft bleibt lange Zeit nachher Elektrizitätsleiter, verliert aber diese ihre Eigenschaft, wenn sie durch Baumwolle filtriert wird, welche die Elektrizität zusammenhält, wie wenn dieselbe ein materieller Körper von mikroskopischen Dimensionen wäre. Dasselbe geschieht, wenn Luft durch Wasser oder durch ein stark elektrisches Feld geleitet wird.

Diese Erscheinungen und die gänzlich neue Erscheinung der Luft als Elektrizitätsleiter erklären sich nur mit Hilfe der Elektronen.

Elektrizitätsteilchen werden bei den verschiedenen Strahlungen fortgeschleudert, und zwar bei der Kathode negative Elektronen, bei der Anode positive.

Die Idee der atomistischen Struktur der Elektrizität, daß nämlich dieselbe etwas Zusammenhängendes ist, aber wie die Materie aus unteilbaren Teilchen besteht, ist nicht neu. Faraday und Helmholtz haben sie vor langer Zeit ausgesprochen, als sie die Gesetze der Elektrolyse erklären wollten.

Auch Nernst hat schon vor einigen Jahren die Meinung ausgesprochen, daß diese elektrischen Ladungen sich in chemischer Verbindung mit ihren Trägern befinden, nämlich den Atomen, und demnach die Ionen in einer chemischen Verbindung der Atome mit ihren Elektronen, daß ferner diese chemischen Verbindungen den bekannten chemischen Gesetzen unterstehen. So mußten zu den chemischen Elementen noch zwei neue einatomige hinzugefügt werden, das positive und das negative Elektron.

Diese Tatsachen gaben der atomistischen und materiellen Theorie der Elektrizität neues Leben.

Bei sehr vielen Gelehrten herrscht schon die Ansicht, daß die Atome der Materie selbst Ansammlungen positiver und negativer elektrischer Monaden sind. Diese Atome werden sozusagen kraft ihrer elektrischen Attraktion zusammengehalten. Sie berühren sich nicht, denn infolge ihrer Wirbelbewegung entwickelt sich eine zentrifugale Kraft, welche ein Zusammenstoßen dieser elektrischen Monaden verhindert. Es