

Michael Faraday

*Die verschiedenen  
Kräfte der Materie  
und ihre Beziehung  
zueinander*

*Sechs Vorlesungen für die Jugend*



gerik CHIRLEK

# Die verschiedenen Kräfte der Materie und ihre Beziehungen zueinander.

[Die verschiedenen Kräfte der Materie und ihre Beziehungen zueinander.](#)

[Einleitung: Vorlesungen über die Naturkräfte.](#)

[Erste Vorlesung: Über die Schwerkraft.](#)

[Zweite Vorlesung: Schwerkraft – Kohäsion.](#)

[Dritte Vorlesung: Kohäsion – Chemische Verwandtschaft.](#)

[Vierte Vorlesung: Chemische Verwandtschaft – Wärme.](#)

[Fünfte Vorlesung: Magnetismus und Elektrizität.](#)

[Sechste Vorlesung: Übereinstimmung der physikalischen Kräfte.](#)

[Impressum](#)

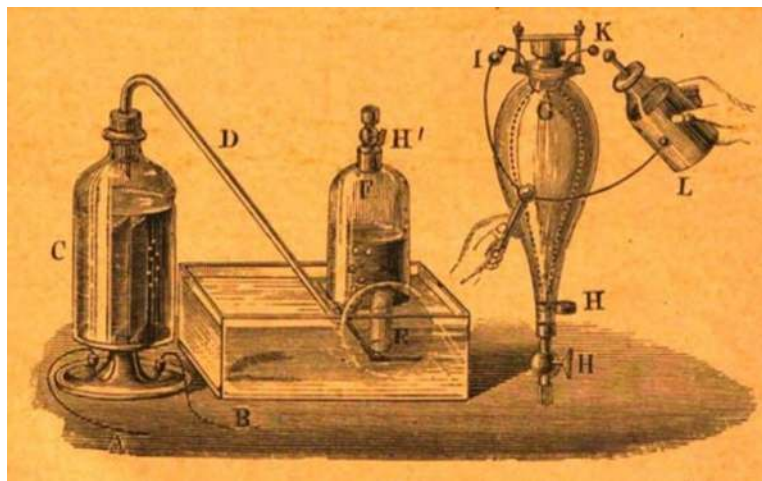
# Die verschiedenen Kräfte der Materie und ihre Beziehungen zueinander.

---

Sechs Vorlesungen für die Jugend

von

Michael Faraday.



Übersetzt von Dr. H. Schröder.

Mit 54 Holzschnitten

Berlin, 1873.

Verlag von Robert Oppenheim.



# Einleitung: Vorlesungen über die Naturkräfte.

---

**Michael Faraday (1781--1867) gehört zweifelsohne zu den bedeutendsten Naturforschern des 19. Jahrhunderts; aus bescheiden Verhältnissen stammend, machte er zunächst eine Buchbinderlehre. Sein Interesse galt aber bereits in jungen Jahren der Wissenschaft, so dass Faraday versuchte, die in Schriften und Büchern, die er binden sollte, beschriebenen Experimente selbst nachzuvollziehen, und besuchte öffentliche wissenschaftliche Vorträge. Humphry Davy stellte ihn schließlich als Laborgehilfe der Royal Institution ein.**

Mit dem Zugang zu einem professionellen Labor entwickelte sich Faraday schnell zu einem gewandten und exzellenten Experimentator, bald wurde er einer der besten chemischen Analytiker. Allein seine akribisch geführten Labor-Tagebücher füllen sieben Bände seiner gesammelten Abhandlungen. Faraday untersuchte u. a. im Detail die Phänomene der Elektrolyse, hier verband er in geschickter Weise Untersuchungsmethoden aus der Elektrizitätslehre und der Chemie. Zu seinen herausragendsten Leistungen gehören seine Untersuchungen der Beziehung zwischen Elektrizität und Magnetismus, er entdeckte nicht nur die elektromagnetische Induktion, sondern führte auch den Feldbegriff zur Beschreibung von elektromagnetischen Phänomenen ein, er zeigte, dass diese Felder auch Licht beeinflussen können, und vermutete einen tieferen Zusammenhang; diesen konnte aber erst J. C. Maxwell 1865 herstellen, als er aus Faradays experimentellen Resultaten eine einheitliche mathematische Theorie des Elektromagnetismus entwickelte.

Auch Faradays akademische Karriere kam nun rasch voran: 1824 wurde Faraday in die Royal Society aufgenommen und 1827 zum Professor für Chemie der Royal Institution berufen. Die Royal Institution richteten seit 1825 Weihnachtsvorlesungen (Christmas Lectures) aus, die sich speziell an ein junges Publikum wenden. Diese Tradition setzt sich bis heute fort und wurde

nur in den Kriegsjahren unterbrochen. Bis in die 1860er Jahre wurde die Ausgestaltung dieser Vorlesungsreihen maßgeblich durch Faraday geprägt, der insgesamt 19 Folgen selbst hielt, seine berühmteste Reihe war sicher die Naturgeschichte einer Kerze (The Chemical History of a Candle) von 1848 und 1860.

Die Weihnachtsvorlesungen des Jahres 1859 widmete Faraday den verschiedenen Kräften der Materie und ihren Beziehungen zueinander (The Various Forces of Matter and their Relations to Each Other); in diesen versucht er seinem jungen Publikum einen Eindruck über das Zusammenspiel der Naturkräfte zu vermitteln, das, wie er eingangs betont, dem flüchtigen alltäglichen Blick oft verborgen bleibt, das aber der geduldige Forscher Stück um Stück zu enthüllen vermag – und es ist überaus erstaunlich, wie diese überaus große Zahl von Naturphänomenen von einer recht kleinen Anzahl von Kräften hervorgebracht werden können.

In den sechs Vorlesungen führt Faraday seinen Hörern die Kräfte der Materie, so wie sie Mitte des 19. Jahrhunderts bekannt waren, vor Augen: Schwerkraft, Kohäsion, chemische Affinität, Wärme, Elektrizität und Magnetismus. Alle seine Ausführungen begleitet Faraday dabei mit wundervoll illustrativen und zum Teil effektvollen Experimenten, die das Gesagte belegen und bekräftigen; und wiewohl Faraday bei seinen gelungenen 'Tricks' offensichtlich selbst Spaß hat, folgen die Demonstrationen stets dem Ziel, die Details des gerade Gezeigten noch genauer zu analysieren oder einen weiteren Aspekt des Geschehens zu extrahieren. Faraday legt dabei sein Hauptaugenmerk darauf zu zeigen, wie diese Naturkräfte zusammenspielen: dass etwa Wärme notwendig ist, um chemische Affinitäten freizusetzen, die Kraft der Elektrizität in der Lage ist, chemische Affinitäten zu lösen, oder dass ein Strom von Elektrizität magnetische Wirkungen zeigt.

Der bleibende Wert dieser furiosen Vorlesungen besteht sicher zum einen darin, dass hier ein begnadeter Experimentator seine Kunst zeigt, zum anderen aber, demonstriert Faraday seinen Hörern Wissenschaft auf der Höhe der damaligen Zeit – wiewohl gerade die Weihnachtsvorlesungen einen allgemein verständlichen Charakter haben, verkürzt er seine Erläuterungen nie über

Gebühr, sondern versucht seine Hörer zum Mitdenken und Nachvollziehen anzuregen – etwas, dessen Magie offenbar auch heute noch wirkt.

Die vielen Experimente, die im Laufe der Vorlesungen vorgeführt wurden, sind zum Teil in Fußnoten noch detaillierter beschrieben, so dass sie mit Mitteln eines gut ausgestatteten Schullabors durchaus nachvollziehbar sein sollten.

# Erste Vorlesung: Über die Schwerkraft.

---

Wie wunderbar ist doch die Welt und alles, was auf derselben ist, wie wundervoll die Gesetze, denen alle Vorgänge in der Natur unterworfen sind. Die Erde ist unsere Heimat, auf ihr sind wir geboren, erzogen und haben unser Dasein und doch fassen die Menschen alles dieses, weil es alltäglich ist, als nichts Wunderbares auf. Wer wundert sich über die Entstehung und die Bildung der Mineralien, wer über das Wachstum der Pflanzen? Einem jungen unbefangenen Gemüt von zehn, fünfzehn oder zwanzig Jahren erregt vielleicht der erste Anblick eines Wasserfalls oder eines Berges mehr Verwunderung, als das Nachdenken über die Kräfte, welche bei dem Leben ins Spiel treten: wie gelangt der Mensch auf diese Welt? Durch welche Kräfte lebt er? Welche Macht vermag ihn aufrecht zu erhalten und ihn in den Stand zu setzen, sich von einem Ort zu dem anderen zu bewegen? Wir treten also in diese Welt ein, wir leben darin und verlassen dieselbe, ohne dass unsere Gedanken sich darauf hinwenden, zu überlegen, wie dieses vor sich geht. Würden nicht einige wenige Menschen genauer ihr Augenmerk auf diese Dinge gerichtet und die wahrhaft wundervollen Gesetze und Bedingungen entschleiern haben, nach welchen wir leben und auf dieser Welt existieren, so würden wir schwerlich es für etwas Wunderbares halten.

Diese Untersuchungen, welche die Philosophen schon von den frühesten Zeiten beschäftigt haben, wo sie zuerst anfangen, die Gesetze, nach denen wir entstehen, leben und unser Dasein genießen, ausfindig zu machen, haben gezeigt, dass alles die natürliche und notwendige Folge von gewissen Kräften ist. Diese sind aber so natürlich und gewöhnlich, dass es dem Menschen erscheint, als ob nichts anderes sein könnte: nichts ist gewöhnlicher als die wunderbaren Kräfte, durch welche wir in den Stand gesetzt sind, eine aufrechte Haltung zu bewahren – sie sind alle wesentlich zu unserem Dasein und werden darin in jedem Augenblick in Anspruch genommen.



Wir wollen uns jetzt mit einigen von diesen Kräften beschäftigen und nicht allein die Lebenskräfte, sondern auch die elementaren oder wie sie gewöhnlich genannt werden, physikalischen Kräfte in den Kreis unserer Betrachtung ziehen; zuerst müssen wir uns jedoch klarmachen, was man unter dem Begriff Kraft versteht. Angenommen ich nehme einen Bogen Papier und stelle ihn auf einer Kante aufrecht hin, indem ich ihn gegen irgendetwas anlehne – es ist dies zwar ein sehr rohes aber anschauliches Beispiel – und ich ziehe an diesem Papier mittels eines Fädchens, welcher daran befestigt ist, so würde ich dasselbe umwerfen. Ich habe dann, um dies ausführen zu können, eine Kraft in Anwendung gebracht. Die Kraft meiner Hand gab dem Fädchen eine Richtung, welche ziemlich eigentümliche Resultate gibt, wenn wir dieselbe untersuchen: mit Hilfe dieser Kräfte insgesamt – denn es sind mehrere zur Verwendung gelangt – habe ich dies Papier umgerissen. Wenn ich ferner dem Bogen einen Stoß auf die andere Seite gebe, so bringe ich abermals eine Kraft ins Spiel, aber eine ganz andere Kraftäußerung als die vorige. Nehme ich jetzt ein Stück Schellack von ungefähr 12 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser, reibe dasselbe mit einem wollenen Lappen und halte es in der Nähe eines Stückchen Papiers oder gegen die vordere Seite des aufrecht stehenden Bogens, so wird derselbe sofort sich gegen den Schellack bewegen; entfernen wir jetzt den letzteren etwas, so wird das Papier umfallen, ohne dass es durch etwas berührt worden wäre. Bei dem ersten Versuch war die Wirkung eine allgemein bekannte; jetzt aber werfe ich es um, nicht durch Hilfe des Fädchens oder durch Berührung meiner Hand, sondern einzig und allein mittels des Schellacks; derselbe besitzt also eine Macht, vermöge deren er auf diesen Papierbogen einwirkt. Als Beispiel einer anderen Kraft könnte ich noch Schießpulver anführen, durch welches sich der Papierbogen ebenfalls umwerfen lässt.

Wenn ich also fernerhin von einer Macht oder Kraft spreche, so verstehe ich darunter etwas Ähnliches, als das ist, womit ich soeben das Stück Papier umgeworfen habe. Ich will das Gedächtnis vorläufig nicht mit dem Namen dieser Kraft belästigen, allein es ist klar, dass in dem Schellack irgendetwas enthalten war, was durch Anziehung auf das Papier in der Weise einwirkte, dass letzteres umfiel; dieses ist also ein Beispiel einer Kraft oder Macht und wir werden jetzt im Stande sein, dieselbe zu erkennen, in welcher Form sie auch auftreten möge. Es gibt übrigens nicht sehr viele verschiedene Kräfte, sondern im Gegenteil ist es wunderbar, wenn wir bedenken, wie wenig Kräfte existieren,

durch welche alle Erscheinungen in der Natur bedingt werden. Ein Beispiel einer anderen Art von Kraftäußerung haben wir in der Lampe: Hierbei ist es die Kraft der Wärme – eine Kraft, welche ihre Wirkung in anderer Weise äußert, als die, welche das Papier umwarf, und so finden wir, wenn wir uns umblicken, noch andere (aber nicht viele) Kräfte und so wollen wir denn, von den einfachsten Experimenten dem Stoßen und Ziehen ausgehend, uns damit beschäftigen, dieselben der Reihe nach zu unterscheiden und zu vergleichen, wie dieselben mit einander im Einklange stehen. Die Welt, auf der wir uns befinden (und wir haben nicht Veranlassung, außerhalb derselben nach Beispielen für unseren Gegenstand zu suchen; aber das Gemüt des Menschen ist nicht begrenzt, wie die Materie seines Körpers und deshalb kann und muss er weiter dringen, soweit sein Gesicht reichen und seine Forschungen sich erheben können) ist eine fast vollkommen runde Kugel, welche aus Land und Wasser gebildet wird, wie man dies auf jedem Globus allerdings in ziemlich roher Manier sehen kann. Im Inneren der Erde wiederum befinden sich Schichten von Felsen, sie aus verschiedenen Arten von Substanzen oder Materie aufgebaut und nur wenigen Kräften unterworfen sind. Und wie wunderbar und seltsam sind diese Schichten geordnet! Was ist alles in diesen Gesteinen und ihren Adern enthalten! Die Gebirge, Gewässer, die Luft und alle die verschiedenartigen Substanzen werden durch gewisse Kräfte zu einer einzigen kugelförmigen Masse von 1719 Meilen [sic: 1 Deutsche Landmeile = 7532,5 Meter] im Durchmesser zusammengehalten; bei der Betrachtung dieser wundervollen Schichten, von denen einige fast nur eine ganz geringe Dicke haben, wird das Gemüt von dem gewaltigen Wirken der Natur fast niedergedrückt. Diese ganzen Ablagerungen haben sich in Folge der Kräfte, von denen ich gesprochen habe, gebildet.

Versuchen wir es jetzt, unsere Gedanken auf eine von diesen Kräften insbesondere zu richten. Unter dem Ausdruck Materie versteht man alles, was man mit der Hand ergreifen oder in ein Gefäß einschließen kann – so z. B. ist Luft eine Materie oder ein Stoff, da man sie in einem Gefäß zusammenhalten kann. – Eine andere Art von Materie ist das Wasser. Hier ist Eis (auf ein Eisstück zeigend, welches auf dem Tische lag), das ist Wasser (auf Wasser zeigend, welches in einer Flasche kochte), dieses ist Dampf – man sieht ihn aus dem Halse der Flasche aufsteigen. Man darf aber nicht voraussetzen, dass das Wasser und das Eis zwei ganz verschiedene Dinge sind und dass der Dampf,