

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

**Geistige Bedeutung der Mechanik und Geschichtliche
Skizze der Entdeckung ihrer Principien**

Redtenbacher, Ferdinand

München, 1879

Der Aether

[urn:nbn:de:bsz:31-266466](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266466)

weil die analytische Behandlung derselben zu grosse Schwierigkeiten verursacht. Allein nachdem alle anderen denkbaren Anschauungen, und nachdem hauptsächlich die Theorie eines continuirlichen Mediums durchgearbeitet wurde, erkannte man endlich, dass sich die sogenannten Inponderabilien ohne getrennte Atome und ohne die Annahme des Aethers mathematisch streng nicht erklären lassen, und so ist denn endlich durch *Fresnel*, *Poisson* und *Cauchy* die Annahme der Atomistik und des Aethers eine Nothwendigkeit geworden.

Der Aether.

Zwei Dinge sind es, durch welche wir mit der Aussenwelt in einem geistigen Verkehr stehen, durch welche wir von der Existenz entfernter Gegenstände Kunde erhalten, durch welche eine zweifache Telegraphie zwischen den Menschenseelen besteht. Diese Dinge sind: Der Ton und das Licht. Die Luft wird aus der Brust eines Menschen durch die der Seele gehorchenden Stimmwerkzeuge getrieben; sie verlässt die Lippen, setzt die Luft in schwingende, die Sprache forttragende Bewegungen, diese pflanzen sich fort, gelangen an das künstlich eingerichtete Gehör, und bringen in der Seele des Menschen die Empfindung des Tons und der Sprache hervor; eine wunderbar complicirte Seelencommunication. Obgleich uns bei diesem Vorgang der Anfang und das Ende noch nicht bekannt sind, so kennen wir doch den mittleren Theil desselben, die tonfortpflanzenden Luftschwingungen. Aber wie verhält es sich mit der Lichttelegraphie? Wodurch wird die Verbindung zwischen der Lichtquelle und dem Gesichtssinn eines Menschen hervorgebracht? Wie ist es möglich, dass die entfernte Sonne in unserm Auge die Empfindung von Licht, Helle und Farbe erwecken kann, und wie kommt es, dass diese Einwirkung gerade von der Art ist, wie sie ist? Geschieht diese Einwirkung der Sonne auf das Auge ohne alle materielle Vermittelung auf ähnliche Weise, wie die Einwirkung der Schwere und anderer Kräfte, die ja auch nach den grössten Fernen durch den leeren Raum dringen, oder wird diese Commu-

nication zwischen Sonne und Auge durch etwas Materielles vermittelt?

Der phantastischen Anschauung der Alten liegt unbewusst die erste Ansicht zu Grunde. Der Aether der Inder und Griechen ist nichts reales Materielles, er ist etwas ideales, jenseitiges, transcendentes. Die vom 15. Jahrhundert an auftauchenden Anschauungen beruhen dagegen auf der vermittelnden Wirkung eines materiellen Stoffes. Allein über die Beschaffenheit und Wirkungsweise dieses Stoffes haben sich zwei verschiedene Ansichten oder Hypothesen geltend zu machen gesucht; die Emanationshypothese und die Undulationshypothese. Die erstere dieser Hypothesen scheint für den Anfang die einfachere, naturgemässere zu sein. Sie wurde zuerst von *Descartes* (1596) ausgesprochen; nach derselben ist in der leuchtenden Sonne ein Lichtstoff vorhanden, der aus kleinen, zarten, ungemein feinen Theilchen besteht, die von der Sonne durch eine unbekannte Kraft mit einer ganz ausserordentlich grossen Geschwindigkeit ausgesendet, emanirt werden. Diese Lichttheilchen durchfahren den Raum zwischen Sonne und Auge in wenigen Minuten, gelangen mit enormer Geschwindigkeit an das Auge, dringen in dasselbe ein und erwecken in denselben die Empfindung von Helle, Licht und Farbe. Diese Emanationshypothese wurde lange festgehalten, verfolgt und ausgebildet. Forscher ersten Ranges bekannten sich zu derselben, so *Newton*, aber die Erklärung der Erscheinungen durch diesen emanirenden Aether wurde immer schwieriger und die Einwürfe häuften sich. Man fragte sich, wie es komme, dass die Intensität des Sonnenlichtes nicht abnehme, da sie doch fort und fort Lichtstoff verliere; man suchte diesen Einwurf dadurch zu beseitigen, dass man sagte, dass die Sterne ebenfalls Lichtstoff aussenden, und der Sonne das verlorene Licht ersetzen. Man fragte sich ferner, wie es komme, dass diese Myriaden von Aethertheilchen, die von allen Sonnen und Sternen ausfahren, sich nicht begegnen und nicht stören? Man suchte diesem Einwurf zu begegnen, indem man sagte, dass die in einer Richtung forteilenden Aethertheilchen meilenweit von einander entfernt sind, und dass deshalb die

Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens zweier Theilchen sehr klein sei. Man fragte, was mit all dem Aether geschehe, der mit so rasender Geschwindigkeit in's Auge gelangt und doch nicht durch den Kopf geht. — So ging es fort, die Einwendungen häuften sich, die Widerlegungen wurden immer schwieriger, die Hypothese musste oftmals modificirt, ergänzt und mit äusserst künstlichen Zusätzen versehen werden, und zuletzt musste sie sogar von *Biot*, der ihr die höchste Ausbildung gegeben hatte, verlassen werden.

Die zweite, nämlich die Undulationshypothese, war zuerst von *Hook* (1635) angedeutet worden, dann von dem Holländer *Huyghens* (1629) mit grosser Klarheit ausgesprochen und fortgebildet. Nach derselben ist der Weltraum mit einer ausserordentlich zarten, beinahe massenlosen, aber dennoch sehr elastisch gespannten gasartigen Flüssigkeit, dem Aether, erfüllt, und sind alle im Weltraume befindlichen Körper von demselben durchdrungen. Um die Sonne ist der Aether concentrirt und befindet sich dort in einem heftigen Schwingungszustande. Diese Schwingungen pflanzen sich durch das Aethermedium fort, ähnlich den Schallwellen durch die Luft, und zwar wegen der geringen Masse und grossen Spannkraft mit ausserordentlicher Geschwindigkeit, gelangen durch das Auge, und bringen durch dessen Vermittlung die Empfindung der Helle und Farbe hervor. So waren die ersten Vorstellungen, welche man sich vom Aether bildete. Diese Hypothese schien Anfangs dem unbefangenen Gefühl nicht so natürlich zu sein, als das Ausströmen eines Lichtstoffes; allein bei der Erklärung der Erscheinungen begegnete man nicht den Schwierigkeiten.

Der Schall pflanzt sich doch auch in der Luft mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1200 Fuss in einer Secunde fort. Bei Annahme eines so zarten, aber so hochgespannten Mediums ist es daher sehr wohl denkbar, dass sich die Schwingungen in jeder Secunde um 40000 Meilen fortpflanzen. Solche Wellenbewegungen können ferner, wie man schon aus den Schallschwingungen weiss, zu Milliarden gleichzeitig bestehen, können sich durchkreuzen und

durcheinander laufen, ohne dass eine die andere im Mindesten stört. Jede einzelne von diesen Schwingungen, die von der Sonne und den Gestirnen auslaufen, kann auf diese Weise so correct ihren Weg durchlaufen, und schliesslich ihre Wirkung hervorbringen, wie wenn alle übrigen Wellen gar nicht vorhanden wären, gerade wie bei einem musicalischen Concert jeder einzelne Ton durch alle übrigen nicht gestört wird, sondern im Gegentheil alle zu einem Ganzen zusammen wirken. Auch ist es natürlich oder doch begreiflich, dass die Lichtquelle ungeschwächt fortbestehen kann, indem sie keinen Stoff verliert, sondern nur Bewegungen anzuregen hat. Mit ähnlichen mehr oder weniger vagen Betrachtungen suchte man diese Undulationshypothese wahrscheinlich zu machen. — Nachdem diese beiden Hypothesen ausgesprochen waren, gewann jede derselben ihre Anhänger. Durch die Autorität *Newton's* gewann die Emanationshypothese einen sehr zahlreich gewichtigen Anhang.

Aber auch *Huyghens* war mit vollem Recht als eine Autorität geschätzt, und so erhielt auch die Undulationshypothese zahlreiche Anhänger. Es entspann sich ein äusserst lebhafter Meinungskampf, jede von den Parteien suchte die besten wissenschaftlichen Gründe vorzubringen, um ihrer Ansicht den Sieg zu verschaffen. Es dauerte dieser Kampf mehr als 100 Jahre fort, ohne zu einer Entscheidung zu führen, doch mehrte sich die Partei der Undulisten mehr und mehr, insbesondere als sich *Euler* (1707) mit der Kraft seines Geistes für dieselbe aussprach.

Indessen dieser Kampf war nur ein Kampf mit Worten, und diese allein bringen in der Naturwissenschaft eine Entscheidung nicht zu Stande, sondern nur allein genaue Beobachtungsergebnisse und mathematische Deductionen. Diese entscheidende Periode trat ein. Durch viele Beobachter und namentlich durch *Fresnel* und *Young* wurden zahlreiche Lichterscheinungen der subtilsten Art an Spiegelflächen, Crystallen entdeckt, hervorgerufen und mit einem wahrhaft bewunderungswürdigen Scharfsinn theils experimental erforscht, theils durch sublime mathematische Rechnungen untersucht und durch die intensive Thätigkeit dieser

Männer, die sich gleich von vornherein zur Undulationstheorie erklärt hatten, errang diese den vollkommensten Sieg und musste die Emanationstheorie von allen, und selbst von *Biot*, der sie so weit gebildet hatte, verlassen werden. Allein durch diese Leistungen war das Licht- und Aetherproblem doch noch nicht bis zum letzten Abschluss gebracht, es war damit nur entschieden, dass die Lichterscheinungen auf kleinen, mit enormer Raschheit erfolgenden Transversalschwingungen bestehen, allein damit war doch die Natur des schwingenden Mediums, des Aethers noch nicht genau bestimmt, und überhaupt war das Lichtproblem noch nicht zu einem rationell mechanistischen Problem gemacht. Dies haben in neuer Zeit die Mathematiker und namentlich *Cauchy* geleistet, und dadurch sind nun diese Bestrebungen zu einem Abschluss gebracht, welcher wohl zu dem Schönsten gehört, was in der Erkenntniss der Wahrheit geleistet worden ist. Diese Aether- und Lichttheorie steht nun so vollendet da, wie die Astronomie; beide sind ein reines Problem der Mechanik geworden, und die Beantwortung aller Fragen ergibt sich nun aus den Principien der Mechanik. — Obgleich der Aether auch jetzt noch nicht wie ein Gas dargestellt werden kann, so ist seine reale Existenz in der Natur nicht mehr zu bezweifeln; die Uebereinstimmung der Theorie mit der Totalität von tausendfältigen Beobachtungen und Messungen ist nun so vollständig, wie in der Astronomie. Die Lichterscheinungen werden durch diese Theorie nicht nur qualitativ, sondern bis auf das feinste quantitativ bestimmt, und alles erklärt sich in so natürlicher, ungezwungener Weise, dass ein Zweifel an der Richtigkeit dieser Ansicht nicht mehr auftauchen kann.

Aber dieser Aether, so wie wir ihn nun durch diese Theorie kennen gelernt haben, ist von etwas anderer Qualität, als der Phantasieäther der ersten Erfinder. Dieser wirkliche Aether besteht auch aus Atomen, aus eigenen, kleinen Körperchen, vielleicht billionenmal kleiner als die Körperatome. Dieser Aether ist nicht schwer, hat kein Gewicht, ist nicht dem Gravitationsgesetz unterworfen wie die Körperatome; er kann dieser Kraft nicht unter-

worfen sein, weil er im ganzen unendlichen Raum verbreitet ist, was nicht der Fall sein könnte, wenn er der Schwere unterworfen wäre, denn dann müsste er um die Planeten und Sonnen Atmosphären bilden. Aber dennoch ist der Aether träge, auch ihm kommt das Beharrungsvermögen zu, doch ist seine Masse ausserordentlich klein. Diese Aetheratome sind aber wieder Kraft-Centra. Je zwei Aethertheilchen stossen sich ab, sonst würde eine Verbreitung des Aethers in dem unendlichen Raum nicht möglich sein. Zwischen den Körper- und Aetheratomen findet dagegen Anziehung statt, sonst würde der Aether in den Körpersubstanzen nicht concentrirt sein, was nach allen Thatsachen der Fall ist; durch diese Anziehung der Körperatome und Aetheratome sammeln sich Letztere um Erstere, bilden um dieselben Atmosphären, und man muss sich denken, dass in einem Crystall die regelmässig gestalteten und regelmässig gruppirten Körperatome von Aetherhüllen umgeben sind. Der Aether ist aber nicht blos Lichtstoff, er ist überhaupt ein repulsiv wirkendes Baumaterial, und es ist höchst wahrscheinlich, dass die Totalität der Erscheinungen, welche Wärme, Electricität, Magnetismus genannt werden, theils auf Gleichgewichtszuständen, insbesondere aber auf Bewegungszuständen des Aethers beruhen.

Ich kann mir sehr wohl vorstellen, dass sie an diesem Aether keine besondere Freude haben, dass sie bezweifeln werden, dass durch diesen trägen, nur mit Anziehungs- und Abstossungskräften begabten Aether all diese wunderbaren Erscheinungen, wie sie uns die Kunst und die Natur vor Augen stellt, hervorgebracht werden. Allein die Sache ist hier dieselbe wie beim Schall; die Luft ist auch nur ein Träger, mit Kräften ausgerüsteter Stoff, und dennoch haben wir durch sie die Sprache und die Musik. Das Wunder liegt aber nicht ausser uns, sondern in uns; ausser uns ist kein Ton, ist kein Licht, keine Farbe. Ausser uns giebt es nichts als Bewegung und Ruhe. Das Bewunderungswürdige liegt darin, dass die Natur solche Einrichtungen geschaffen hat, wodurch das geistige Sein und der geistige Seelenverkehr möglich ist. Die Psychologie und die Physiologie werden freilich einstens

Erstaunenswertheres und Interessanteres zu berichten haben, als die Mechanik, aber, bis es so weit kommt, wird manches Menschenleben vergehen und bis dahin ist das Wissen des Mechanikers immer noch interessanter, als das Nicht-Wissen des Physiologen.

Geschichte der Grundbegriffe der Mechanik.

Ich suche nun, eine gedrängte geschichtliche Skizze der Auffindung der Fundamentalbegriffe der Mechanik zu entwerfen. Es ist in der Geschichte des Geistes eine noch nicht erklärte Erscheinung, dass gewisse Fähigkeiten so frühzeitig und in so intensivem Grad auftreten, während andere erst sehr spät zum Vorschein kommen. Zweitausend Jahre waren nöthig, um über die ersten Grundbegriffe der Mechanik zu einiger Klarheit zu kommen. An Bestrebungen zu diesem Zweck hat es noch nie gefehlt. Zwar dem ganzen Orient ist es noch nie in den Sinn gekommen, sich eine klare Frage über den Grund der Erscheinungen der Aussenwelt zu stellen, und auch heute zu Tage findet man dort nicht eine Spur von einer erklärenden Natur-Wissenschaft, was wohl mit anderen Erscheinungen, die dort vorkommen, im Zusammenhang stehen mag, und wohl ein Grund des permanenten Stillstandes sein wird. Aber auch dieses hochbegabte Volk der Hellenen, das in allen Zweigen des Kunstgebiets und der Wissenschaft so Grosses, Unvergängliches geleistet hat, hat in den erklärenden Naturwissenschaften, mit Ausnahme von einigen, ganz speciellen Sätzen, die von *Archimedes* herrühren, so viel wie nichts zu Stande gebracht, obgleich es die Mathematik, diese Basis aller exacten Wissenschaften gegründet, und obgleich die vielen Philosophen alle auf das Angestregteste bemüht waren, den ersten Ausgangspunkt für den Aufbau der erklärenden Naturwissenschaften zu finden. Am meisten muss man sich wundern, auch bei einem *Aristoteles*, der sich doch so vielseitig mit Betrachtungen und Erforschungen von Naturdingen beschäftigt hat, und in der That die erste Grundlage für die beschreibenden und classificatorischen Naturwissenschaften gelegt hat, nicht einen richtigen Satz für die erklärenden Naturwissenschaften zu finden. Eine einlässliche Be-