Über den Äther

Autor(en): **Einstein, Albert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **105 (1924)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-90341

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Über den Äther

Von

Prof. Dr. Albert Einstein (Berlin)

Wenn hier vom Äther die Rede ist, so soll es sich natürlich nicht um den körperlichen Äther der mechanischen Undulationstheorie handeln, welcher den Gesetzen der Newtonschen Mechanik unterliegt, und dessen einzelnen Punkten eine Geschwindigkeit zugeteilt wird. Dies theoretische Gebilde hat nach meiner Überzeugung seit der Aufstellung der speziellen Relativitätstheorie seine Rolle endgültig zu Ende gespielt. Es handelt sich vielmehr allgemeiner um diejenigen als physikalisch-real gedachten Dinge, welche neben der aus elektrischen Elementarteilchen bestehenden ponderabeln Materie im Kausal-Nexus der Physik eine Rolle spielen. Man könnte statt von „Äther" also ebensogut von „physikalischen Qualitäten des Raumes" sprechen. Nun könnte allerdings die Meinung vertreten werden, dass unter diesen Begriff alle Gegenstände der Physik fallen, weil nach der konsequenten Feldtheorie auch die ponderable Materie, bzw. die sie konstituierenden Elementarteilchen als „Felder" besonderer Art, bzw. als besondere „Raum-Zustände" aufzufassen seien. Indessen wird man zugeben müssen, dass beim heutigen Stande der Physik eine solche Auffassung verfrüht wäre, denn bisher sind alle auf dies Ziel gerichteten Bemühungen der theoretischen Physiker gescheitert. So sind wir beim heutigen Stand der Dinge faktisch gezwungen, zwischen „Materie" und „Feldern" zu unterscheiden, wenn wir auch hoffen dürfen, dass spätere Generationen diese dualistische Auffassung überwinden und durch eine einheitliche ersetzen werden, wie es die Feldtheorie in unseren Tagen vergeblich versucht hat.

Man glaubt gewöhnlich, dass die Physik Newtons keinen Äther gekannt habe, sondern dass erst die Undulationstheorie des Lichtes

ein allgegenwärtiges, die physikalischen Phänomene mitbedingendes Medium eingeführt habe. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Newtonsche Mechanik hat ihren „Äther“ in dem angedeuteten Sinne, der allerdings als „absoluter Raum“ bezeichnet wird. Um dies klar zu erkennen und gleichzeitig den Äther-Begriff etwas schärfer herauszuarbeiten, müssen wir ein wenig ausholen.

Wir betrachten zuerst einen Zweig der Physik, der ohne Äther auskommt, nämlich die Geometrie Euklids, aufgefasst als die Lehre von den möglichen Arten, praktisch starre Körper miteinander in Berührung zu bringen. (Von den Lichtstrahlen, die ebenfalls bei der Entstehung der Begriffe und Gesetze der Geometrie beteiligt sein mögen, sehen wir hier ab.) Die Lagerungs-Gesetze fester Körper bei Ausschluss von relativen Bewegungen, Temperaturen und Deformationseinflüssen, wie sie idealisiert in der Geometrie Euklids niedergelegt sind, kommen mit dem Begriff des starren Körpers aus; irgend welche Milieu-Einflüsse, die als unabhängig von den Körpern vorhanden und als auf die Körper wirkend und ihre Lagerungs-Gesetze beeinflussend gedacht würden, kennt die euklidische Geometrie nicht. Dasselbe gilt von den nicht-euklidischen Geometrien konstanter Krümmung, wenn diese als (denkbare) Naturgesetze der Körper-Lagerung aufgefasst werden. Anders wäre es, wenn man eine Geometrie variabler Krümmung anzunehmen sich genötigt sähe; dies würde bedeuten, dass die möglichen Berührungslagerungen von praktisch starren Körpern in verschiedenen Fällen verschieden, von Milieu-Einflüssen bedingt wäre. Hier müsste man im Sinne unserer Betrachtung sagen, eine solche Theorie bediene sich einer Äther-Hypothese. Ihr Äther wäre etwas physikalisch Reales, so gut wie die Materie. Wären die Lagerungsgesetze durch physikalische Faktoren, wie Anhäufung und Bewegungszustand von Körpern in der Umgebung usw., nicht beeinflussbar, sondern unverrückbar gegeben, so würde man diesen Äther als „absolut“ (d. h. unabhängig von Einflüssen irgend welcher anderer Gegenstände) bezeichnen.

Ebensowenig wie die euklidische (physikalisch interpretierte) Geometrie einen Äther braucht, ebensowenig bedarf die Kinematik oder Phoronomie der klassischen Mechanik eines solchen; ihre Sätze haben einen klaren physikalischen Sinn, wenn nur angenommen wird, dass die in der speziellen Relativitätstheorie angenommenen Einflüsse der Bewegung auf Maßstäbe und Uhren nicht existieren.

Anders in der Dynamik Galileis und Newtons. Das Bewegungsgesetz „Masse × Beschleunigung = Kraft“ enthält nicht nur eine Aussage über materielle Systeme, auch dann nicht, wenn, wie bei Newtons astronomischem Fundamentalgesetz die Kraft durch Abstände, also durch Grössen ausgedrückt ist, deren Realdefinition auf Messungen mit starren Messkörpern gegründet werden kann. Denn die Realdefinition der Beschleunigung kann nicht restlos auf Beobachtungen an starren Körpern und Uhren gegründet werden. Sie kann nicht zurückgeführt werden auf die messbaren Abstände zwischen den das mechanische System konstituierenden Punkten. Man bedarf zu ihrer Definition noch eines Koordinationssystems, bzw. Bezugskörpers von geeignetem Bewegungszustand. Wird der Bewegungszustand des Koordinatensystems anders gewählt, so gelten inbezug auf dasselbe die Newtonschen Gleichungen nicht. In jenen Gleichungen tritt gleichsam das Milieu, in welchem die Körper bewegt sind, implicite als realer Faktor im Bewegungsgesetze auf neben den realen Körpern und ihren durch Messkörper definierbaren Abständen. In Newtons Bewegungslehre besitzt der „Raum“ physikalische Realität — im Gegensatz zu Geometrie und Kinematik. Wir wollen dies physikalisch Reale, welches neben den beobachtbaren ponderabeln Körpern in das Newtonsche Bewegungsgesetz eingeht, als „Äther der Mechanik“ bezeichnen. Das Auftreten von Zentrifugalwirkungen bei einem (rotierenden) Körper, dessen materielle Punkte ihre Abstände gegeneinander nicht ändern, zeigt, dass dieser Äther nicht nur als ein Phantasiegebilde der Newtonschen Theorie aufzufassen ist, sondern dass ihm etwas Reales in der Natur entspricht.

Wir sehen, dass für Newton der „Raum“ etwas physikalisch Reales war, trotz der merkwürdig indirekten Art, in welcher dieses Reale zu unserer Kenntnis gelangt. Ernst Mach, der als Erster nach Newton das Fundament der Mechanik einer tiefen Analyse unterzog, hat dies klar erkannt. Er suchte der Hypothese des „Äthers der Mechanik“ dadurch zu entgehen, dass er die Trägheit auf unvermittelte Wechselwirkung zwischen der ins Auge gefassten Masse und allen übrigen Massen der Welt zurückzuführen suchte. Diese Auffassung ist zwar logisch möglich, kommt aber als Fernwirkungstheorie für uns heute nicht mehr ernsthaft in Betracht. Der mechanische Äther, von Newton als „absoluter Raum“ bezeichnet, muss uns also als physikalische Realität gelten. Natürlich darf aber

der Ausdruck „Äther“ nicht dazu verleiten, dass man sich wie die Physik des 19. Jahrhunderts etwas der ponderabeln Materie Analoges darunter denke.

Wenn Newton den Raum der Physik als „absolut“ bezeichnet, so denkt er noch an eine andere Eigenschaft dessen, was wir hier „Äther“ nennen. Jedes physikalische Ding beeinflusst andere und wird umgekehrt im allgemeinen von anderen beeinflusst. Letzteres trifft aber für den Äther der Newtonschen Mechanik nicht zu. Die trägheitspendende Eigenschaft des letztern ist nämlich gemäss der klassischen Mechanik durch nichts beeinflussbar, weder durch die Konfiguration der Materie, noch durch sonst etwas; insofern kann man ihn als „absolut“ bezeichnen.

Dass für die Bevorzugung der Inertialsysteme gegenüber den Nicht-Inertialsystemen ein reales Ding als Ursache vorausgesetzt werden müsse, wurde den Physikern erst in den letzten Jahren deutlich. Historisch ist die Äther-Hypothese in ihrer heutigen Gestalt aus der mechanischen Äther-Hypothese der Optik durch Sublimierung hervorgegangen. Nach langen, unfruchtbaren Bemühungen kam man zu der Überzeugung, dass das Licht nicht als Bewegung eines trägen, elastischen Mediums aufzufassen sei, dass die elektromagnetischen Felder der Maxwellschen Theorie überhaupt nicht mechanisch gedeutet werden könnten. Die elektromagnetischen Felder wurden so unter dem Druck dieser Misserfolge allmählich als letzte, irreduzible, physikalische Realitäten, als nicht mehr weiter erklärbare Zustände des Äthers betrachtet. Was dem Äther von der mechanischen Theorie zunächst noch blieb, das war sein bestimmter Bewegungszustand; er verkörperte gewissermassen eine „absolute Ruhe“. Waren in der Newtonschen Mechanik wenigstens alle Inertialsysteme gleichberechtigt, so schien der Maxwell-Lorentzschen Theorie der Bewegungszustand des berechtigten Koordinatensystems (Ruhe gegen den Äther) völlig determiniert zu sein. Man nahm stillschweigend an, dass dies bevorzugte System gleichzeitig ein Inertialsystem sei, d. h. dass relativ zum elektromagnetischen Äther das Trägheitsprinzip gelte.

Noch in einer zweiten Weise verschob sich unter dem Einfluss der Maxwell-Lorentzschen Theorie die grundsätzliche Auffassung der Physiker. Nachdem die elektromagnetischen Felder als fundamentale, irreduzible Wesenheiten aufgefasst worden waren,

schienen sie berufen zu sein, der ponderabeln trägen Masse auch in der Mechanik ihre grundlegende Bedeutung zu rauben. Es wurde aus den MAXWELLschen Gleichungen geschlossen, dass ein bewegter elektrisch geladener Körper von einem Magnetfelde umgeben sei, dessen Energie in erster Näherung quadratisch von der Geschwindigkeit abhängig ist. Was lag näher, als alle kinetische Energie als elektromagnetische Energie aufzufassen? Man konnte so hoffen, die Mechanik auf die Elektromagnetik zurückzuführen, nachdem zuvor die Zurückführung der elektromagnetischen Vorgänge auf die mechanischen misslungen war. Dies schien umso hoffnungsvoller, als es immer wahrscheinlicher wurde, dass alle ponderable Materie aus elektrischen Elementarteilchen aufgebaut sei. Indessen konnte man zweier Schwierigkeiten nicht Herr werden. Erstens nämlich konnten die MAXWELL-LORENTZschen Gleichungen nicht verständlich machen, wieso die ein elektrisches Elementarteilchen konstituierende elektrische Ladung trotz der elektrostatischen Abstossungskräfte im Gleichgewicht existieren kann. Zweitens vermochte die elektromagnetische Theorie die Gravitation nicht einigermassen natürlich und befriedigend zu erklären. Trotzdem waren die Erfolge, welche die elektromagnetische Theorie der Physik brachte, so bedeutende, dass sie als vollkommen gesicherter Besitz der Physik, ja als deren am besten fundierte Errungenschaft betrachtet wurde.

Die MAXWELL-LORENTZsche Theorie beeinflusste endlich dadurch unsere Einstellung zu den Fragen des theoretischen Fundamentes, dass sie zu der Aufstellung der speziellen Relativitätstheorie führte. Man erkannte, dass die elektromagnetischen Gleichungen in Wahrheit gar keinen bestimmten Bewegungszustand auszeichnen, sondern dass nach diesen Gleichungen ebenso wie nach der klassischen Mechanik eine unendliche Mannigfaltigkeit von gegeneinander gleichförmig bewegten Koordinatensystemen gleich berechtigt seien, wenn man nur passende Transformationsformeln für die räumlichen Koordinaten und die Zeit anwendet. Es ist wohlbekannt, dass diese Erkenntnis eine tiefe Modifikation der Kinematik und Dynamik im Gefolge hatte. Dem Äther der Elektrodynamik war nun kein bestimmter Bewegungszustand mehr zuzuschreiben. Er bewirkte nun — wie der Äther der klassischen Mechanik — nicht die Bevorzugung eines bestimmten Bewegungs-Zustandes, sondern nur die Bevorzugung eines bestimmten Beschleunigungs-Zustandes. Dadurch,

dass in einem absoluten Sinne nicht mehr von gleichzeitigen Zuständen an verschiedenen Stellen des Äthers gesprochen werden konnte, wurde der Äther gewissermassen vierdimensional, denn es gab keine objektive Ordnung seiner Zustände nach der Zeit allein. Auch nach der speziellen Relativitätstheorie war der Äther absolut, denn sein Einfluss auf Trägheit und Lichtausbreitung war als unabhängig gedacht von physikalischen Einflüssen jeder Art. Während in der klassischen Physik die Körper-Geometrie als unabhängig vom Bewegungszustande vorausgesetzt wird, sind gemäss der speziellen Relativitätstheorie die Gesetze der euklidischen Geometrie für die Lagerung von relativ zu einander ruhenden Körpern nur dann massgebend, wenn diese Körper relativ zu einem Inertialsystem in Ruhe sind;[1] dies kann leicht aus der sogenannten Lorentz-Kontraktion geschlossen werden. Also wird die Körpergeometrie wie die Dynamik vom Äther mitbedingt.

Die allgemeine Relativitätstheorie beseitigt einen Übelstand der klassischen Dynamik: nach letzterer erscheinen Trägheit und Schwere als ganz verschiedene, voneinander unabhängige Erscheinungen, trotzdem sie beide durch dieselbe Körperkonstante, die Masse, bedingt werden. Die Relativitätstheorie überwindet diesen Mangel, indem sie das dynamische Verhalten des elektrisch neutralen Massenpunktes durch das Gesetz der geodätischen Linie festlegt, in welchem die Trägheits- und Schwerewirkungen nicht mehr auseinandergehalten sind. Dabei legt sie dem Äther von Punkt zu Punkt variable, die Metrik und das dynamische Verhalten materieller Punkte bestimmende Eigenschaften bei, welche ihrerseits durch physikalische Faktoren, nämlich durch die Verteilung von Masse bezw. Energie bestimmt sind. Der Äther der allgemeinen Relativitätstheorie unterscheidet sich also von demjenigen der klassischen Mechanik bezw. der speziellen Relativitätstheorie dadurch, dass er nicht „absolut“, sondern in seinen örtlich variablen Eigenschaften durch die ponderable Materie bestimmt ist. Diese Bestimmung ist dann eine vollständige, wenn die Welt räumlich endlich und in sich geschlossen ist. Dass es in der allgemeinen Relativitätstheorie keine bevorzugten, mit der Metrik eindeutig verknüpften raumzeitlichen Koordinaten gibt, ist mehr für die

[1] Für Körper, welche zwar relativ zu einander in Ruhe sind, aber in ihrer Gesamtheit gegen ein Inertialsystem rotieren, gilt beispielsweise (gemäss der speziellen Relativitätstheorie) die euklidische Geometrie nicht.

mathematische Form dieser Theorie als für ihren physikalischen Gehalt charakteristisch.

Auch mit der Anwendung des formalen Apparates der allgemeinen Relativitätstheorie gelang es nicht, alle Massenträgheit auf elektromagnetische Felder, überhaupt auf Felder, zurückzuführen. Auch sind wir bis jetzt nach meiner Ansicht über eine äusserliche Einordnung der elektromagnetischen Kräfte in das Schema der allgemeinen Relativitätstheorie nicht hinausgekommen. Der die Gravitations- und Trägheitserscheinungen mitbestimmende metrische Tensor einerseits und der Tensor des elektromagnetischen Feldes anderseits, erscheinen nach wie vor als wesensverschiedene Ausdrücke des Ätherzustandes, deren logische Unabhängigkeit man wohl weit eher auf das Konto der Unvollkommenheit unseres theoretischen Gebäudes als auf dasjenige einer komplexen Struktur der Wirklichkeit zu setzen geneigt sein wird.

Zwar haben Weyl und Eddington durch Verallgemeinerung der Riemannschen Geometrie ein mathematisches System gefunden, welches beide Feldarten als unter einem einheitlichen Gesichtspunkte vereinigt erscheinen lässt. Aber die einfachsten Feldgesetze, welche jene Theorie liefert, scheinen mir nicht zu Forschritten der physikalischen Erkenntnis zu führen. Überhaupt scheint es heute, dass wir von einer Kenntnis der elektromagnetischen Elementargesetze viel weiter entfernt sind, als es am Anfange dieses Jahrhunderts der Fall zu sein schien. Zur Begründung dieser Meinung möchte ich hier noch kurz auf das *Problem des magnetischen Erd- und Sonnenfeldes* sowie auf das *Problem der Lichtquanten* hinweisen, welche Probleme gewissermassen die Grobstruktur und die Feinstruktur des elektromagnetischen Feldes betreffen.

Erde und Sonne besitzen Magnetfelder, deren Orientierung und Sinn mit der Drehaxe dieser Himmelskörper in annäherndem Zusammenhang stehen. Nach der Maxwellschen Theorie könnten jene Felder von elektrischen Strömen herrühren, welche entgegengesetzt der Drehbewegung um die Drehachse der Himmelskörper herum fliessen. Auch die Sonnenflecken, welche mit guten Gründen als Wirbel aufgefasst werden, besitzen analoge, sehr kräftige Magnetfelder. Es ist aber kaum denkbar, dass in allen diesen Fällen elektrische Leitungs-, bzw. Konvektionsströme von hinreichender Stärke wirklich vorhanden seien. Es sieht vielmehr so aus, wie wenn zyklische Bewegungen neutraler Massen Magnetfelder erzeugten. Weder die

MAXWELLsche Theorie in ihrer ursprünglichen Fassung noch die im Sinne der allgemeinen Relativitätstheorie erweiterte MAXWELLsche Theorie lassen eine derartige Feldererzeugung voraus sehen. Hier scheint uns die Natur auf einen fundamentalen, bis jetzt theoretisch noch nicht erfassten Zusammenhang hinzuweisen. [1]

Handelte es sich soeben um einen Fall, welchem die Feldtheorie in ihrer gegenwärtigen Gestalt nicht gewachsen zu sein scheint, so drohen die in der *Quantentheorie* zusammengefassten Tatsachen und Gedanken das Gebäude der Feldtheorie überhaupt zu sprengen. Es mehren sich nämlich die Argumente dafür, dass die Lichtquanten als physikalische Realitäten aufzufassen seien, dass das elektromagnetische Feld nicht als letzte Realität angesehen werden könne, auf welche die anderen physikalischen Dinge zurückgeführt werden könnten. Nachdem die Theorie der PLANCKschen Formel schon gezeigt hatte, dass die Übertragung von Energie und Impuls durch die Strahlung so erfolgt, wie wenn letztere aus mit der Lichtgeschwindigkeit c bewegten Atomen von der Energie $h\nu$ und von dem Impuls $\frac{h\nu}{c}$ bestünde, hat COMPTON durch Versuche über die Zerstreuung von Röntgenstrahlen an Materie nachgewiesen, dass Zerstreuungs-Akte auftreten, bei welchen Lichtquanten auf Elektronen stossen und diesen einen Teil ihrer Energie übertragen, wobei die Lichtquanten ihre Energie und Richtung ändern. Tatsache ist wenigstens, dass die Röntgenstrahlen solche (von DEBYE und COMPTON vorhergesehene) Frequenzänderungen bei ihrer Zerstreuung erfahren, wie es die Quantenhypothese erfordert.

Vor kurzem ist ferner eine Arbeit des Inders BOSE über die Ableitung der PLANCKschen Formel erschienen, die aus fol-

---

[1] Es liegt nach elektrodynamischer Analogie nahe, eine Beziehung von der Form $d\mathfrak{h} = -C\,dm\,\frac{[\mathfrak{v}, \mathfrak{r}]}{r^3}$ anzusetzen, wobei dm eine mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{v}$ bewegte Masse $\mathfrak{r}$, bzw. $r = |\mathfrak{r}|$ die Entfernung des Aufpunktes von dieser Masse bedeutet. (Die Formel kann allerdings höchstens für zyklische Bewegungen und als erste Näherung in Betracht kommen.) Das Verhältnis zwischen Sonnenfeld und Erdfeld kommt so der Grössenordnung nach richtig heraus. Die Konstante C ist von der Dimension $\frac{\sqrt{\text{Gravitations-Konstante}}}{\text{Lichtgeschwindigkeit}}$. Hieraus kann man vermutungsweise die Grössenordnung der Konstante C ermitteln. Setzt man diesen Zahlenwert in obige Formel ein, so liefert sie — auf die rotierende Erde angewendet — die richtige Grössenordnung für das magnetische Feld der Erde. Diese Zusammenhänge verdienen Beachtung, könnten aber auf Zufall beruhen.

gendem Grunde für unsere theoretische Auffassung von besonderer Bedeutung ist: Bisher wurde bei allen vollständigen Ableitungen der PLANCKschen Formel irgendwie von der Hypothese der Undulations-Struktur der Strahlung Gebrauch gemacht. So wurde z. B. der Faktor $\frac{8\pi h \nu^3}{c^3}$ dieser Formel bei der bekannten EHRENFEST-DEBYEschen Ableitung dadurch gewonnen, dass die Zahl der Eigenschwingungen des Hohlraumes gezählt wurden, welche zum Frequenzbereiche $d\nu$ gehören. BOSE ersetzt diese auf die Vorstellungen der Undulationstheorie gegründete Abzählung durch eine gastheoretische Rechnung, die er auf ein in dem Hohlraum befindliches, nach Art eines Moleküls gedachtes Lichtquant bezieht. Da drängt sich die Frage auf, ob nicht doch einmal die Beugungs- und Interferenz-Erscheinungen derart an die Quantentheorie angeschlossen werden könnten, dass die feldartigen Begriffe der Theorie nur Ausdrücke der Wechselwirkungen zwischen Quanten darstellen, wobei dem Felde keine selbständige physikalische Realität mehr zugeschrieben würde.

Die wichtige Tatsache, dass nach der BOHRschen Theorie die Frequenz der emittierten Strahlung nicht bestimmt wird durch elektrische Massen, die periodische Vorgänge von derselben Frequenz durchlaufen, kann uns nur bestärken in diesem Zweifel an der selbständigen Realität des Undulationsfeldes.

Aber selbst wenn diese Möglichkeiten zu wirklichen Theorien heranreifen, werden wir des Äthers, d. h. des mit physikalischen Eigenschaften ausgestatteten Kontinuums, in der theoretischen Physik nicht entbehren können; denn die allgemeine Relativitätstheorie, an deren grundsätzlichen Gesichtspunkten die Physiker wohl stets festhalten werden, schliesst eine unvermittelte Fernwirkung aus; jede Nahewirkungs-Theorie aber setzt kontinuierliche Felder voraus, also auch die Existenz eines „Äthers“.