

Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern.*)

Von

HERMANN MINKOWSKI.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung: Theorie von Lorentz; Theorem, Postulat, Prinzip der Relativität .	473
§ 1. Bezeichnungen.	475

Erster Teil.

Betrachtung des Grenzfalles Äther.

§ 2. Die Grundgleichungen für den Äther	476
§ 3. Das Theorem der Relativität von Lorentz	477
§ 4. Spezielle Lorentz-Transformationen	480
§ 5. Raum-Zeit-Vektoren I. und II. Art	483
§ 6. Begriff der Zeit	486

Zweiter Teil.

Die elektromagnetischen Vorgänge.

§ 7. Die Grundgleichungen für ruhende Körper	487
§ 8. Die Grundgleichungen für bewegte Körper	489
§ 9. Die Grundgleichungen in der Theorie von Lorentz	493
§ 10. Die Grundgleichungen nach E. Cohn.	494
§ 11. Typische Darstellung der Grundgleichungen	495
§ 12. Der Differentialoperator lor	508
§ 13. Das Produkt der Feldvektoren $f F$	507
§ 14. Die ponderomotorischen Kräfte	512

Anhang.

Mechanik und Relativitätspostulat.

Raum-Zeit-Linien, Eigenzeit, Anpassung des Hamiltonschen Prinzipes, Energiesatz und Bewegungsgleichungen, Gravitation	513
--	-----

*) Abgedruckt aus den Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., Sitzung vom 21. Dezember 1907.

Einleitung.

Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper herrschen zur Zeit noch Meinungsverschiedenheiten. Die Ansätze von Hertz*) (1890) mußten verlassen werden, weil sich herausgestellt hat, daß sie mit verschiedenen experimentellen Ergebnissen in Widerspruch geraten.

1895 publizierte H. A. Lorentz**) seine Theorie der optischen und elektrischen Erscheinungen in bewegten Körpern, die, auf atomistischer Vorstellung von der Elektrizität fußend, durch ihre großen Erfolge die kühnen Hypothesen, von denen sie getragen und durchsetzt wird, zu rechtfertigen scheint. Die Lorentzsche Theorie***) geht aus von gewissen ursprünglichen Gleichungen, die an jedem Punkte des „Äthers“ gelten sollen, und gelangt daraus durch Mittelwertbildungen über „physikalisch unendlich kleine“ Bereiche, die schon zahlreiche „Elektronen“ enthalten, zu den Gleichungen für die Vorgänge in ponderablen Körpern.

Insbesondere gibt sich die Lorentzsche Theorie Rechenschaft von der Nichtexistenz einer Relativbewegung der Erde gegen den Lichtäther; sie bringt diese Tatsache in Zusammenhang mit einer Kovarianz jener ursprünglichen Gleichungen bei gewissen gleichzeitigen Transformationen der Raum- und Zeitparameter, die von H. Poincaré†) den Namen *Lorentz-Transformationen* erhalten haben. Für jene ursprünglichen Gleichungen ist die Kovarianz bei den Lorentz-Transformationen eine rein mathematische Tatsache, die ich das *Theorem der Relativität* nennen will; dieses Theorem beruht wesentlich auf der Gestalt der Differentialgleichung für die Fortpflanzung von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit.

Nun kann man, ohne noch zu bestimmten Hypothesen über den Zusammenhang von Elektrizität und Materie sich zu bekennen, erwarten, jenes mathematisch evidente Theorem werde seine Konsequenzen so weit erstrecken, daß dadurch auch die noch nicht erkannten Gesetze in bezug auf ponderable Körper irgendwie eine Kovarianz bei den Lorentz-Transformationen übernehmen werden. Man äußert damit mehr eine Zuversicht, als bereits eine fertige Einsicht, und diese Zuversicht will ich das *Postulat der Relativität* nennen. Die Sachlage ist erst ungefähr eine solche, als wenn man die Erhaltung der Energie postuliert in Fällen, wo die auftretenden Formen der Energie noch nicht erkannt sind.

*) Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper. Wiedemanns Ann. 41, p. 369. 1890 (auch in: Ges. Werke Bd. I, p. 256. Leipzig 1892).

**) Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern, Leiden 1895.

***) Vgl. Enzyklopädie der math. Wissenschaften, Bd. V 2, Art. 14. Weiterbildung der Maxwellschen Theorie. Elektronentheorie.

†) Rend. Circ. Matem. Palermo, t. XXI (1906), p. 129.