

15. *Bemerkungen*
zu der Notiz von Hrn. Paul Ehrenfest:
„Die Translation deformierbarer Elektronen
und der Flächensatz“;
von A. Einstein.

In der genannten Abhandlung sind folgende Bemerkungen enthalten:

„Die Lorentzsche Relativitätselektrodynamik wird in der Formulierung, in der sie Hr. Einstein publiziert hat, ziemlich allgemein als abgeschlossenes System angesehen. Dementsprechend muß sich aus ihr rein deduktiv eine Antwort auf die Frage ergeben, die man durch Übertragung des Abraham'schen Problems vom starren auf das deformierbare Elektron erhält: Angenommen, es existiere ein deformierbares Elektron, das in der Ruhe irgend eine nicht-kugelförmige und nicht ellipsoidische Gestalt besitzt. Bei gleichförmiger Translation erfährt dieses Elektron nach Hrn. Einstein die bekannte Lorentz-Kontraktion. Ist nun für dieses Elektron gleichförmige Translation nach jeder Richtung hin kräftefrei möglich oder nicht?“

Hierzu habe ich folgendes zu bemerken:

1. Das Relativitätsprinzip oder — genauer ausgedrückt — das Relativitätsprinzip zusammen mit dem Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit ist nicht als ein „abgeschlossenes System“, ja überhaupt nicht als System aufzufassen, sondern lediglich als ein heuristisches Prinzip, welches für sich allein betrachtet nur Aussagen über starre Körper, Uhren und Lichtsignale enthält. Weiteres liefert die Relativitätstheorie nur dadurch, daß sie Beziehungen zwischen

sonst voneinander unabhängig erscheinenden Gesetzmäßigkeiten fordert.

Die Theorie der Bewegung des Elektrons beispielsweise kommt folgendermaßen zustande. Man setzt die Maxwell'schen Gleichungen für das Vakuum für ein Koordinatenzeit-system voraus. Durch Anwendung der vermittelt des Relativitätssystems hergeleiteten Ort-Zeit-Transformation findet man die Transformationsgleichungen für die elektrischen und magnetischen Kräfte. Unter Benutzung der letzteren findet man durch abermalige Anwendung der Ort-Zeit-Transformation aus dem Gesetz für die Beschleunigung des langsam bewegten Elektrons (welches angenommen bez. der Erfahrung entnommen wurde) das Gesetz für die Beschleunigung des beliebig rasch bewegten Elektrons. Es handelt sich hier also keineswegs um ein „System“, in welchem implizite die einzelnen Gesetze enthalten wären, und nur durch Deduktion daraus gefunden werden könnten, sondern nur um ein Prinzip, das (ähnlich wie der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie) gewisse Gesetze auf andere zurückzuführen gestattet.

2. Als man sich noch nicht auf das Relativitätsprinzip stützte, sondern die Bewegungsgesetze des Elektrons auf elektrodynamischem Wege zu ermitteln strebte, sah man sich genötigt, über die Verteilung der Elektrizität bestimmtere Annahmen zu machen, damit das Problem kein unbestimmtes sei. Man dachte sich dabei die Elektrizität auf einem (starren) Gerüst verteilt. Es ist wohl zu beachten, daß die Gesetze, nach welchen ein solches Gebilde sich bewegt, nicht aus der Elektrodynamik allein hergeleitet werden können. Das Gerüst ist ja nichts anderes als die Einführung von Kräften, welche den elektrodynamischen das Gleichgewicht leisten. Wenn wir das Gerüst als einen starren (d. h. durch äußere Kräfte nicht deformierbaren) Körper ansehen, so kann das Problem der Bewegung des Elektrons dann und nur dann auf deduktivem Wege ohne Willkür gelöst werden, wenn die Dynamik des starren Körpers hinreichend genau bekannt ist.

Falls die Relativitätstheorie zutrifft, sind wir von letzterem Ziele noch weit entfernt. Wir besitzen erst eine Kinetik der Paralleltranslation und einen Ausdruck für die

kinetische Energie eines in Paralleltranslation begriffenen Körpers, falls letzterer mit anderen Körpern nicht in Wechselwirkung steht¹⁾; im übrigen ist sowohl die Dynamik als auch die Kinematik des starren Körpers für den vorliegenden Fall noch als unbekannt zu betrachten.

Bern, den 14. April 1907.

1) Daß letztere Einschränkung wesentlich ist, werde ich demnächst in einer Arbeit zeigen.

(Eingegangen 16. April 1907.)
