

2. *Bemerkung zu der Franz Seletyschen Arbeit  
„Beiträge zum kosmologischen System“;*

(Ann. d. Phys. 68. S. 281. 1922)

von *A. Einstein.*

Es ist zuzugeben, daß die Hypothese vom „molekularhierarchischen“ Charakter des Aufbaues der Sternenwelt vom Standpunkt der Newtonschen Theorie manches für sich hat, wenn auch die Hypothese von der Gleichwertigkeit der Spiralnebel mit der Milchstraße durch die letzten Beobachtungen als widerlegt zu betrachten sein dürfte. Diese Hypothese erklärt ungezwungen das Nichtbuchten des Himmelsgrundes und vermeidet den Seeligerschen Konflikt mit dem Newtonschen Gesetz, ohne die Materie als Insel im leeren Raum aufzufassen.

Auch vom Standpunkte der allgemeinen Relativitätstheorie ist die Hypothese vom molekularhierarchischen Bau des Weltalls *möglich*. Aber vom Standpunkt dieser Theorie ist die Hypothese dennoch als unbefriedigend anzusehen. Dies sei im folgenden noch einmal kurz begründet. Wenn die geometrischen und die Inertialeigenschaften des Raumes durch die Materie beeinflußt, bzw. zum Teil bedingt sind, so drängt sich die Ansicht auf, daß diese Bedingtheit eine vollständige sei, wie dies nach der allgemeinen Relativitätstheorie der Fall ist, wenn die mittlere Dichte der Materie endlich und die Welt räumlich geschlossen ist. Ich will dies durch einen einfacheren fingierten Fall — wenn auch unvollkommen — zu illustrieren suchen.

Es sei angenommen, man würde die Gravitation nur durch das genaue Studium der Mechanik solcher Massen kennen, welche uns bei Laboratoriumsversuchen zur Verfügung stehen. Die Kugelgestalt der Erde sei uns unbekannt. Dann könnte man folgende Theorie aufstellen. Es existiert primär ein vertikales „kosmisches“ Schwerfeld, welches sich überall ins Unendliche erstreckt. Die Erde erstreckt sich unten ins Unendliche. Ihre Gravitationswirkung sei gegen das kosmische

Schwerefeld zu vernachlässigen.<sup>1)</sup> Das kosmische Schwerefeld wird modifiziert durch Gravitationswirkungen von der Erfahrung zugänglichen Massen an der Erdoberfläche.

Obwohl das angenommene kosmische Schwerefeld der Poissonschen Gleichung entspricht ebenso wie die Schwerefelder der dem Experiment zugänglichen Massen an der Erdoberfläche, wäre diese Auffassung deshalb unbefriedigend, weil man das kosmische Feld selbst ohne materielle Ursache angenommen hat. Die Idee, daß das Schwerefeld, welches in der Hauptsache den Fall der Körper an der Erdoberfläche bedingt, nicht selbständig existierend, sondern durch den Erdkörper verursacht sei, würde gewiß als großer Fortschritt empfunden werden.

Daß heute das Bedürfnis einer Zurückführung des metrischen und Inertialfeldes der Welt auf physikalische Ursachen nicht ähnlich intensiv gefordert wird, liegt nur daran, daß dieses letztere Feld als physikalische Realität nicht so deutlich gefühlt wird, wie im obigen Beispiel die physikalische Realität des „kosmischen Schwerefeldes“. Einer späteren Generation wird aber diese Genügsamkeit unbegreiflich erscheinen.

Die „molekular-hierarchische Welt“ erfüllt ebensowenig wie die „Inselwelt“ das Machsche Postulat, nach welchem die Trägheitswirkung des einzelnen Körpers durch die Gesamtheit aller übrigen im gleichen Sinne bedingt sein soll, wie seine Gravitationskraft. Es ist mir schwer verständlich, wieso Hrn. Selety dieser Mangel seines Systems hat entgehen können. Dieser Mangel ist um so schwerwiegender, als man in der allgemeinen Relativitätstheorie auch ohne Betrachtungen kosmologischen Charakters zeigen kann, daß sich die Körper der ersten Näherung so verhalten, wie es nach dem Machschen Gedanken erwartet werden muß. Ich verweise hierüber auf die vierte meiner bei Vieweg erschienenen „Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie“ (gehalten im Mai 1921 an der Universität Princeton).

Es sei endlich noch ein Punkt erwähnt, der nicht nur in der Seletyschen Abhandlung, sondern vielfach in der ein-

---

1) Daß diese Hypothese zum Newtonschen Gesetz nicht paßt, bitte ich zu entschuldigen.

schlägigen Literatur Verwirrung stiftet. Die Relativitätstheorie sagt: Die Naturgesetze sind unabhängig von jeder besonderen Koordinatenwahl zu formulieren, da dem Koordinatensystem nichts Reales entspricht; die Einfachheit eines hypothetischen Gesetzes ist nur nach seiner allgemein kovarianten Formulierung zu beurteilen. Daraus folgt aber nicht, daß man sich die Beschreibung durch passende Wahl des Bezugssystems nicht erleichtern dürfe, ohne gegen das Relativitätspostulat zu verstoßen. Wenn ich z. B. die wirkliche Welt durch die „Zylinderwelt“ mit gleichmäßig verteilter Materie approximiere und dabei die Zeitachse parallel den Erzeugenden des „Zylinders“ wähle, so bedeutet dies nicht die Einführung einer „absoluten Zeit“. In der Welt gibt es nach wie vor kein Koordinatensystem, welches für die Formulierung der Naturgesetze bevorzugt wäre. Bezüglich der wirklichen Welt ist eine exakte Definition eines derartigen Koordinatensystems übrigens unmöglich, auch dann, wenn sich die wirkliche Welt *durch* jene Zylinderwelt roh approximieren läßt. Das Relativitätsprinzip behauptet nicht, daß die Welt gegenüber allen Koordinatensystemen in gleich einfacher oder gar in gleicher Weise zu beschreiben sei, sondern nur, daß die *allgemeinen Gesetze* der Natur bezüglich aller Systeme die gleichen seien (genauer: daß die hypothetisch möglichen Naturgesetze bezüglich ihrer Einfachheit nur in ihrer allgemein kovarianten Formulierung gegeneinander abzuwägen sind.

September 1922.

(Eingegangen 25. September 1922.)

---