

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Gesammelte Werke**

Die Prinzipien der Mechanik

**Hertz, Heinrich**

**Leipzig, 1910**

1. Bestimmtheit der Bewegung

[urn:nbn:de:bsz:31-288857](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-288857)

reichend genaue Untersuchung, daß sie nur angenäherte Gültigkeit haben und daher nur abgeleitete Zusammenhänge sein können. Die letzten, ursprünglichen Zusammenhänge sind wir gezwungen in der Welt der Atome zu suchen, und sie sind uns unbekannt. Aber auch wenn sie uns bekannt wären, müßten wir auf ihre Benutzung zu praktischen Zwecken verzichten und verfahren, wie wir verfahren. Denn die wirkliche Beherrschung jedes Problems erfordert stets die Beschränkung der Betrachtung auf eine äußerst kleine Zahl von Variablen, während das Zurückgehen auf die Zusammenhänge der Atome die Einführung einer unermesslichen Zahl von Veränderlichen nötig machen würde.

Daß wir aber das Grundgesetz so anwenden dürfen, wie wir es anwenden, ist nicht als eine neue Erfahrung neben dem Grundgesetz anzusehen, sondern ist, wie wir sahen, eine notwendige Folge eben dieses Gesetzes selbst.

### Abschnitt 3. Bewegung der freien Systeme.

#### Allgemeine Eigenschaften der Bewegung.

##### I. Bestimmtheit der Bewegung.

331 **Lehrsatz.** Eine natürliche Bewegung eines freien Systems ist eindeutig bestimmt durch die Angabe der Lage und der Geschwindigkeit des Systems zu einer bestimmten Zeit.

Denn durch die Lage und die Richtung der Geschwindigkeit ist die Bahn des Systems eindeutig bestimmt (161); die konstante Geschwindigkeit des Systems in seiner Bahn ist durch die Größe der Geschwindigkeit zur Anfangszeit gegeben.

332 **Folgerung 1.** Durch den gegenwärtigen Zustand (261) eines freien Systems sind seine zukünftigen Zustände und seine vergangenen Zustände zu allen Zeiten eindeutig bestimmt.

333 **Folgerung 2.** Könnte man in irgend einer Lage die Geschwindigkeit eines Systems umkehren (was niemals gegen die

Bedingungsgleichungen des Systems verstoßen würde), so würde das System die Lagen seiner vorherigen Bewegung in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen.

**Bemerkung 1.** In einem freien holonomen System (123) gibt es stets eine natürliche Bewegung, welche das System in gegebener Zeit aus einer willkürlich gegebenen Anfangs- in eine willkürlich gegebene Endlage überführt. 334

Denn es ist stets eine natürliche Bahn zwischen beiden Lagen möglich (192); in dieser Bahn ist jede Geschwindigkeit zulässig, also auch eine solche, welche das System in der gegebenen Zeit die gegebene Strecke durchlaufen läßt.

**Anmerkung.** Die vorige Bemerkung bleibt richtig, wenn an Stelle der Zeit des Überganges die Geschwindigkeit des Systems in seiner Bahn oder auch die Energie des Systems gesetzt wird. 335

**Bemerkung 2.** Ein freies System, welches kein holonomes ist, kann nicht aus jeder möglichen Anfangslage in jede mögliche Endlage durch eine natürliche Bewegung übergeführt werden (162). 336

**Lehrsatz.** Eine natürliche Bewegung eines freien holonomen Systems ist bestimmt durch die Angabe zweier Lagen, in welchen sich das System zu zwei bestimmten Zeiten finden soll. 337

Denn durch diese Angabe ist die Bahn des Systems bestimmt und die Geschwindigkeit in dieser Bahn.

**Anmerkung 1.** Die Bestimmung einer natürlichen Bewegung durch zwei Lagen, zwischen welchen sie stattfindet, ist im allgemeinen eine mehrdeutige; sie ist eine eindeutige, sobald die Entfernung der beiden Lagen ein gewisses endliches Maß nicht überschreitet und die Länge der beschriebenen Bahn von der Ordnung dieser Entfernung sein soll (vgl. 167, 172, 190 u. 176). 338

**Anmerkung 2.** Eine natürliche Bewegung eines freien holonomen Systems ist, abgesehen von dem absoluten Wert 339

der Zeit, auch bestimmt durch zwei Lagen des Systems und entweder die Zeitdauer des Überganges oder die Geschwindigkeit des Systems in seiner Bahn oder die Energie des Systems.

## 2. Erhaltung der Energie.

340 **Lehrsatz.** Die Energie eines in beliebiger Bewegung begriffenen freien Systems ändert sich nicht mit der Zeit.

Denn die Energie setzt sich zusammen (282) aus der Masse des Systems, welche unveränderlich ist, und der Geschwindigkeit längs der Bahn, welche ebenfalls unveränderlich ist.

341 **Anmerkung 1.** Von den drei Teilaussagen, in welche wir das Grundgesetz zerlegten (323), bedurften wir zum Beweise des Satzes nur die zweite und dritte. Wir können auch die dritte entbehrlich machen, und den Satz von einer bestimmten Art der Zeitmessung unabhängig aussagen, wenn wir ihm die Form geben:

Das Verhältnis der Energieen irgend zweier in beliebiger Bewegung begriffener freier Systeme ändert sich nicht mit der Zeit.

342 **Anmerkung 2.** Der Satz von der Erhaltung der Energie ist eine notwendige Folge des Grundgesetzes. Umgekehrt folgt aus dem Satz von der Erhaltung der Energie die zweite Teilaussage (323) jenes Gesetzes, aber nicht die erste, also nicht das ganze Gesetz. Es wären natürliche Systeme denkbar, für welche der Satz von der Erhaltung der Energie gälte, und welche sich dennoch nicht in geradesten Bahnen bewegten. Es wäre zum Beispiel denkbar, daß der Satz von der Erhaltung der Energie Gültigkeit hätte auch für belebte Systeme, und daß dieselben dennoch sich unserer Mechanik entzögen. Umgekehrt ließen sich auch natürliche Systeme denken, welche sich nur in geradesten Bahnen bewegten, und für welche dennoch der Satz von der Erhaltung der Energie keine Gültigkeit hätte.

343 **Anmerkung 3.** Es ist in neuerer Zeit mehrfach die Ansicht vorgetragen worden, daß die Energie bewegter Systeme an einen bestimmten Ort gebunden sei und sich von Ort zu