

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Gesammelte Werke

Die Prinzipien der Mechanik

Hertz, Heinrich

Leipzig, 1910

Nicht-konservative Systeme

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

Sinn besteht in der Tatsache, daß die natürlichen Bahnen stets geradeste Bahnen sind, und in dem rein geometrischen Zusammenhange dieser Bahnen mit der geradesten Entfernung in holonomen Systemen. Der Grund der mathematischen Verwickelung aber besteht darin, daß wir nicht stets alle wesentlichen Bestimmungsstücke der Bewegung gleichmäßig behandelten, sondern einige derselben als verborgene eliminierten. Wir können auch sagen, die Ungleichmäßigkeit bestehe darin, daß wir für einige Koordinaten die Anfangs- und Endwerte, für andere Koordinaten die Anfangsgeschwindigkeiten als Bestimmungsstücke einfuhrten. Unsere Ableitungsweise war nicht darauf berechnet, möglichst einfach zu sein, sondern darauf, dies Verhältnis möglichst deutlich hervortreten zu lassen.

3. Man kann weitere Darstellungen der Bewegung eines holonomen Systems geben, indem man weitere Koordinaten eliminiert, oder indem man auch für die sichtbaren Koordinaten nicht die Anfangs- und Endwerte, sondern andere Größen als Bestimmungsstücke einführt, oder indem man von den partiellen Differentialgleichungen 650 oder 658 ausgeht, in ähnlicher Weise, wie dies für die geradeste Entfernung in 232 u. ff. geschehen ist. Solche Darstellungen können in besonderen Fällen mathematische Vorteile bieten, wie JACOBI in umfassender Weise gezeigt hat. Je mehr man aber in dieser Richtung fortschreitet, desto mehr verbirgt sich der physikalische Sinn der Operationen hinter deren mathematischer Form, desto mehr nehmen die benutzten Funktionen den Charakter von Hilfskonstruktionen an, welchen es nicht mehr möglich ist, eine physikalische Bedeutung beizulegen. 661

Nicht-konservative Systeme.

Erläuterungen und Bemerkungen.

1. Enthält ein materielles System keine anderen verborgenen Massen, als solche, welche in adiabatischer cyklischer Bewegung begriffen sind, so ist es bei freier Verfügung über die sichtbaren Koordinaten jederzeit möglich, Energie, welche in die Energie der verborgenen Massen übergegangen ist, in 662

die Energie der sichtbaren Massen zurückzuverwandeln. Die einmal im System vorhandene sichtbare Energie kann also dauernd als sichtbare Energie erhalten bleiben.

Dies ist die Eigenschaft, auf Grund deren wir solche Systeme als konservative bezeichneten. Aus dem gleichen Grunde bezeichnen wir die von den verborgenen Massen solcher Systeme ausgeübten Kräfte als konservative Kräfte.

- 663 2. Im Gegensatz dazu werden solche Systeme, bei welchen die freie Verfügung über die sichtbaren Koordinaten nicht ausreicht, verborgene Energie jederzeit in sichtbare zurückzuverwandeln, als nicht-konservative Systeme, und die Kräfte der verborgenen Massen solcher Systeme als nicht-konservative Kräfte bezeichnet. Nicht-konservative Systeme, in welchen die Energie sich vorzugsweise aus der Energie sichtbarer Massen in die Energie der verborgenen Massen verwandelt, nicht aber umgekehrt, heißen dissipative Systeme, und die Kräfte der verborgenen Massen solcher Systeme dissipative Kräfte.
- 664 3. Im allgemeinen sind die Systeme und Kräfte der Natur nicht-konservativ, sobald überhaupt verborgene Massen in Betracht kommen. Dieser Umstand ist eine notwendige Folge davon, daß die konservativen Systeme nur Ausnahmefälle, sogar nur mit mehr oder weniger Annäherung erreichte (550) Ausnahmefälle bilden, daß also für ein beliebig herausgegriffenes natürliches System eine unendliche Wahrscheinlichkeit dagegen spricht, daß es ein konservatives sei. Erfahrungsmäßig aber sind weiter die Systeme und Kräfte der Natur dissipativ, sobald überhaupt verborgene Massen in Betracht kommen. Dieser Umstand findet eine hinreichende Erklärung in der Hypothese, daß in der Natur die Zahl der verborgenen Massen und ihrer Bewegungsfreiheiten unendlich groß sei gegen die Zahl der sichtbaren Massen und deren sichtbarer Koordinaten, so daß für eine beliebig herausgegriffene Bewegung eine unendliche Wahrscheinlichkeit dagegen spricht, daß sich die Energie gerade in der besonderen und ausgezeichneten Richtung von jener großen Zahl von Massen auf diese ganz bestimmte kleine Zahl hin konzentrierte.
- 665 4. Übrigens steht der Unterschied zwischen konservativen

und dissipativen Systemen und Kräften nicht in der Natur, sondern beruht lediglich auf der freiwilligen Beschränkung unserer Auffassung oder der unfreiwilligen Beschränktheit unserer Kenntnis der natürlichen Systeme. Werden alle Massen der Natur als sichtbare Massen betrachtet, so fällt jener Unterschied fort, und alle Kräfte der Natur können alsdann als konservative Kräfte bezeichnet werden.

5. Die konservativen Kräfte erscheinen im allgemeinen 666 als Differentialquotienten von Kräftefunktionen, also als solche Funktionen der sichtbaren Koordinaten der Systeme, welche unabhängig von der Zeit sind. Die nicht-konservativen Kräfte hängen außerdem im allgemeinen von den ersten und von höheren Differentialquotienten der sichtbaren Koordinaten nach der Zeit ab. Bei jeder analytisch gegebenen Form einer Kraft beider Arten kann die Frage aufgeworfen werden, ob diese Form mit den Voraussetzungen unserer Mechanik verträglich sei, oder ihr widerspreche.

6. Auf diese letztere Frage kann im allgemeinen Ant- 667 wort nicht erteilt werden; im einzelnen ist sie nach folgenden Gesichtspunkten zu beurteilen:

1. Wenn irgend ein gesetzmäßiges stetiges System aufgewiesen werden kann, welches Kräfte der gegebenen Form ausübt, so ist bewiesen, daß die gegebene Form den Ansprüchen unserer Mechanik genügt.

2. Wenn die Unmöglichkeit nachgewiesen werden kann, ein solches System aufzufinden, so ist gezeigt, daß die gegebene Form unserer Mechanik widerspricht.

3. Wenn in der Natur irgend ein System aufgewiesen werden kann, welches erfahrungsmäßig Kräfte der gegebenen Form ausübt, so betrachten wir dadurch zunächst als bewiesen, daß die gegebene Form mit unserer Mechanik verträglich ist.

Trifft keiner der Fälle 1. 2. 3. zu, so muß die gestellte Frage eine offene bleiben. Sollte sich eine Form der Kraft finden, welche nach 2. zurückzuweisen wäre, nach 3. aber zugelassen werden müßte, so wäre damit die Unzulänglichkeit der Hypothese, welche unserer Mechanik zugrunde liegt, und damit die Unzulänglichkeit dieser Mechanik selbst erwiesen.