

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Gesammelte Werke

Die Prinzipien der Mechanik

Hertz, Heinrich

Leipzig, 1910

Von der Stoßkraft oder dem Stoß

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

nach dem Grundgesetz aussagen lassen unter der Voraussetzung, daß auch zur Zeit der Unstetigkeit der wahre Zusammenhang des Systems ein stetiger und gesetzmäßiger sei.

- 673 6. Indem wir alle Unstetigkeitslagen und -zeiten in der vorerwähnten Weise auffassen, haben wir freilich auf die Behandlung wirklich unstetiger Systeme verzichtet. Auf solche würde auch das Grundgesetz eine Anwendung gar nicht gestatten. Einen Verzicht auf die Behandlung irgendwelcher natürlicher Systeme bedeutet aber diese Einschränkung nicht, da alles uns zu der Annahme berechtigt, daß in der Natur wohl scheinbare, aber keine wirklichen Unstetigkeiten vorkommen. Daß der Durchgang der Systeme durch scheinbare Unstetigkeitslagen nicht vollständig durch das Grundgesetz allein bestimmt ist, entspricht auch vollständig der physikalischen Erfahrung, daß die Kenntnis eines Systems vor und hinter einer Unstetigkeitsstelle nicht hinreicht, um die Änderung der Bewegung beim Durchgang durch die Stelle vollständig zu ermitteln.

Von der Stoßkraft oder dem Stoß.

- 674 **Bemerkung.** Durchläuft ein System eine Unstetigkeitslage, so erleidet seine Geschwindigkeit eine Änderung von endlicher Größe. Die Differentialquotienten seiner Koordinaten nach der Zeit springen plötzlich auf neue Werte über.

Denn unmittelbar vor und hinter der Unstetigkeitsstelle müssen diese Differentialquotienten, und also die Komponenten jener Geschwindigkeit, linearen Gleichungen mit endlich verschiedenen Koeffizienten genügen.

- 675 **Folgerung 1.** Beim Durchgang durch eine Unstetigkeitslage wird die Beschleunigung unendlich groß, jedoch in solcher Weise, daß das Zeitintegral der Beschleunigung, genommen über die Zeit des Durchgangs, im allgemeinen einen endlichen Wert behält.

Denn dieses Zeitintegral ist die im allgemeinen endliche Änderung der Geschwindigkeit.

Folgerung 2. Erleiden die Bedingungsgleichungen des 676
einen von zwei oder mehreren gekoppelten Systemen eine Un-
stetigkeit, so wird beim Durchgang durch diese Unstetigkeit
die zwischen den Systemen auftretende Kraft im allgemeinen
unendlich groß, jedoch in solcher Weise, daß das Zeitintegral
der Kraft, genommen über die Zeit des Durchgangs, end-
lich bleibt.

Denn im allgemeinen werden die Komponenten der Be-
schleunigung des unstetigen Systems auch nach den gemeinsamen
Koordinaten im Sinne der Folgerung 1 unendlich werden.
Da aber die Koeffizienten der Bedingungsgleichungen auch
während der Unstetigkeit endlich bleiben, so ist die Kraft von
der Ordnung der Beschleunigung.

Definition. Stoßkraft oder kurz Stoß heißt das Zeit- 677
integral der während des Durchgangs durch eine Unstetig-
keitsstelle von einem System auf ein anderes ausgeübten Kraft,
genommen über die Dauer des Durchgangs durch die Unstetig-
keitsstelle.

Anmerkung. Bei endlicher Geschwindigkeit aller betrach- 678
teten Systeme können endliche und unendlich kleine, nicht
aber unendlich große Stöße vorkommen. Wir setzen die Stöße
im folgenden als endlich voraus.

Folgerung 1. Zu jedem Stoß gibt es immer einen 679
Gegenstoß. Er ist das Zeitintegral der Kraft, welche das als
zweites bezeichnete System auf das in der Definition zuerst
genannte ausübt.

Folgerung 2. Ein Stoß wird stets ausgeübt von einem 680
System, welches eine Unstetigkeit seiner Bewegung erleidet,
und ausgeübt auf ein System, welches eine Unstetigkeit seiner
Bewegung erleidet; er ist nicht denkbar ohne zwei solcher
einander beeinflussender Systeme.

Aus denselben Gründen wie bei der Kraft können wir
uns aber erlauben, von Stößen schlechthin zu reden, ohne
ausdrücklich der Systeme zu gedenken, von welchen oder auf
welche sie ausgeübt werden.

Folgerung 3. Ein Stoß kann stets betrachtet werden 681
als Vektorgröße, sowohl in bezug auf das System, welches

ihn ausübt, als auch in bezug auf das System, auf welches er ausgeübt wird. Seine Komponenten nach den gemeinsamen Koordinaten sind im allgemeinen von Null verschieden; seine Komponenten nach den nicht gemeinsamen Koordinaten sind Null; seine Komponenten in Richtungen, welche sich nicht durch Änderungen der benutzten Koordinaten ausdrücken lassen, bleiben unbestimmt.

Denn die gleiche Behauptung gilt von der Kraft, von welcher der Stoß das Zeitintegral ist.

- 682 **Bezeichnung.** Erleidet ein System mit den Koordinaten p_e eine Unstetigkeit seiner Bewegung, so wollen wir die Komponenten des Stoßes, welcher auf das System wirkt, nach den p_e mit J_e bezeichnen. Die Komponenten des Stoßes aber, welchen das System ausübt, nach den p_e , sollen mit J'_e bezeichnet werden. Für das zweite System, dessen Koordinaten wir mit p_e bezeichnen, mögen die entsprechenden Größen mit \mathfrak{J}_e und \mathfrak{J}'_e bezeichnet werden (vergl. 467). Identisch ist dann:

$$\begin{aligned} J_e &= \mathfrak{J}'_e \quad , \\ \mathfrak{J}_e &= J'_e \quad . \end{aligned}$$

- 683 **Lehrsatz.** Stoß und Gegenstoß sind einander stets entgegengesetzt gleich, d. h. es sind die Komponenten beider nach jeder Koordinate entgegengesetzt gleich, und zwar sowohl wenn wir beide Größen betrachten als Vektorgrößen in bezug auf das eine, als auch in bezug auf das andere System.

Denn Stoß und Gegenstoß können auch betrachtet werden als die Zeitintegrale von Kraft und Gegenkraft (vergl. 468).

In der eingeführten Bezeichnung wird der Lehrsatz wiedergegeben durch die Gleichungen:

$$\begin{aligned} J_e &= -J'_e \quad , \\ \mathfrak{J}_e &= -\mathfrak{J}'_e \quad . \end{aligned}$$

Zusammensetzung der Stöße.

Lehrsatz. Ist ein System gleichzeitig mit mehreren Systemen gekoppelt, so ist ein Stoß, welchen die Gesamtheit jener Systeme ausübt, gleich der Summe der Stöße, welche die einzelnen Systeme ausüben. 684

Denn die Behauptung gilt für jeden Augenblick der Stoßzeit für die wirkenden Kräfte (471), also auch für die Integrale derselben, die Stöße.

Folgerung. Gleichzeitig auf dasselbe System ausgeübte, oder von demselben System ausgeübte Stöße können wie Kräfte zusammengesetzt und zerlegt werden nach den Regeln der Zusammensetzung und Zerlegung von Vektorgrößen überhaupt. Wir reden von den Komponenten eines Stoßes und von resultierenden Stößen in demselben Sinne, in welchem wir von Komponenten der Kraft und von resultierenden Kräften reden. (Vergl. 472 bis 474.) 685

Definition. Ein Stoß, welcher von einem einzelnen materiellen Punkt oder auf einen einzelnen materiellen Punkt ausgeübt wird, heißt ein Elementarstoß. 686

Folgerung 1. Jeder Stoß, welcher von einem materiellen System oder auf ein materielles System ausgeübt wird, kann zerlegt werden in eine Anzahl von Elementarstößen. (Vergl. 479.) 687

Folgerung 2. Die Zusammensetzung und Zerlegung der Elementarstöße erfolgt nach den Regeln der Zusammensetzung und Zerlegung geometrischer Strecken. (Parallelogramm der Stöße.) (Vergl. 478.) 688

Bewegung unter dem Einfluß von Stößen.

Aufgabe 1. Die Bewegung eines materiellen Systems unter dem Einfluß eines gegebenen Stoßes zu bestimmen. 689

Die Lösung der Aufgabe besteht nur in der Angabe der Änderung, welche die Geschwindigkeit des Systems durch den