



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

13. Allgemeine Gesetze der Bewegung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

13. Allgemeine Gesetze der Bewegung. Die Verallgemeinerung der an der Fallmaschine gemachten Wahrnehmungen führt zu einigen Sätzen von umfassender Bedeutung, aus welchen die Gesetze aller Bewegungserscheinungen abgeleitet werden können, und die man daher Prinzipien oder Grundsätze der Mechanik nennt.

Um einen Körper schneller oder langsamer gehen zu machen, und ebenso um ihn von der eingeschlagenen geradlinigen Bahn abzulenken, bedarf es, wie wir gesehen haben, einer äußeren Kraft; von sich selbst aus kann ein Körper seinen Bewegungszustand nicht ändern, ebensowenig, als er von selbst (ohne die Einwirkung einer Kraft) aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung übergehen kann. Darin besteht der erste Grundsatz der Bewegungslehre, das Gesetz der Trägheit (inertia) oder des Beharrungsvermögens, welches von Galilei zuerst erkannt und von Newton in folgenden Worten ausgesprochen wurde: „Jeder Körper verharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in geradliniger Bahn, solange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.“

Die Versuche an der Fallmaschine haben ferner gelehrt, daß die treibende Kraft in gleichen Zeitabschnitten immer die gleiche, der Kraft proportionale Geschwindigkeitszunahme hervorbrachte, gleichviel, ob der fallende Körper vom Zustande der Ruhe ausging oder sich bereits in irgend einem Stadium seiner Bewegung befand. Diese Beobachtungen führen zu dem zweiten, ebenfalls von Galilei aufgestellten Grundgesetz, welches mit Newtons Worten lautet: „Die Änderung der Bewegung ist der einwirkenden Kraft proportional und findet in der Richtung der Geraden statt, in welcher die Kraft einwirkt.“ Eben weil in diesem Satze nicht gesagt ist, ob der Körper, auf welchen die Kraft einwirkt, im Zustand der Ruhe oder irgendeiner Bewegung sich befindet, drückt dieselbe aus, daß die Wirkung der Kraft unabhängig ist von der Größe und Richtung einer etwa vorhandenen Bewegung oder von dem Vorhandensein anderer an dem Körper angreifender Kräfte, oder daß jede Kraft in der ihr eigenen Stärke und Richtung wirkt, unbekümmert um das Dasein anderer Kräfte. Man nennt daher diesen Satz auch das Unabhängigkeitsprinzip. An der Fallmaschine allerdings hatte die einwirkende Kraft die nämliche Richtung wie die bereits vorhandene Bewegung. Daß der Satz aber ganz allgemein gilt, welche Richtung die Kräfte auch haben mögen, lehrt die gewöhnliche Erfahrung. Beim Billardspiel an Bord eines Dampfers werden die Kugeln durch die auf sie wirkenden Kräfte ganz ebenso bewegt, wenn das Schiff und mit ihm die Kugeln in Bewegung sind, als wenn das Schiff in Ruhe ist, und ein Körper, den wir vertikal herabfallen lassen, trifft dieselbe Stelle des Bodens der Kajüte, ob nun das Schiff und mit ihm der Körper sich fortbewegt oder stillsteht.

Das dritte Newtonsche Grundgesetz lautet:

„Bei jeder Wirkung ist immer eine gleiche und entgegengesetzte

Gegenwirkung vorhanden, oder die Wirkungen, welche irgend zwei Körper aufeinander ausüben, sind immer gleich und entgegengesetzt gerichtet“, oder kurz: „Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich.“ Ein Stein z. B., der auf einem Tisch liegt und auf denselben einen Druck nach abwärts ausübt, erleidet von seiten des Tisches einen ebenso großen Gegendruck nach aufwärts. Ein Pferd wird durch die angespannten Stränge mit ebenso großer Kraft gegen den Wagen zurückgezogen, mit welcher es den Wagen vorwärts zieht; der Wagen hemmt das Fortschreiten des Pferdes in demselben Grad, in welchem seine Vorwärtsbewegung durch dieses gefördert wird. Ein Magnet, der ein Stück Eisen anzieht, wird von dem Eisen in entgegengesetzter Richtung ebenso stark angezogen. Mit derselben Kraft, mit welcher die Erde den Mond anzieht, wird sie wieder von dem Mond angezogen. Beim Abfeuern eines Gewehrs erhält die Kugel durch die Explosion des Pulvers einen ebenso großen Antrieb nach vorwärts wie das Gewehr nach rückwärts gegen die Schulter des Schützen.

14. Vertikaler Wurf. Gestützt auf diese Grundsätze kann man nun ohne Versuche, durch bloße Überlegung (Rechnung), die Bewegungsgesetze eines Körpers oder eines Massenpunktes finden und gleichsam voraussagen, wenn die auf ihm wirkenden Kräfte gegeben sind. So wie die Schwerkraft, muß jede nach Größe und Richtung unveränderliche oder konstante Kraft auch eine konstante Beschleunigung, also eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, hervorbringen, deren Geschwindigkeit mit der Zeit gleichmäßig wächst.

Da die Geschwindigkeit des fallenden Körpers gleichmäßig, d. h. in gleichen Zeiten um gleich viel, wächst, so muß er in einem gegebenen Zeitraum denselben Weg durchlaufen, den er in derselben Zeit mit einer unverändert gleichbleibenden Geschwindigkeit zurücklegen würde, welche zwischen den Geschwindigkeiten, die er am Anfang und am Ende jenes Zeitraums hatte, gerade in der Mitte liegt, oder mit der Geschwindigkeit, welche er in der Mitte dieses Zeitraums einen Augenblick besaß. Am Anfang der ersten Sekunde, als er seinen Fall begann, war seine Geschwindigkeit Null, am Ende der ersten Sekunde betrug sie g , die mittlere Geschwindigkeit der ersten Fallsekunde ist demnach $\frac{1}{2}g$; mit dieser Geschwindigkeit eine Sekunde lang sich gleichmäßig fortbewegend, würde er einen Weg $= \frac{1}{2}g$ zurücklegen; demnach ist der Weg, den er in der ersten Sekunde mit seiner von Null bis g wachsenden Geschwindigkeit tatsächlich zurücklegt, gleich der halben Beschleunigung ($\frac{1}{2}g$). Betrachten wir die ersten zwei Fallsekunden, so ist die Anfangsgeschwindigkeit wieder Null, die Endgeschwindigkeit $2g$, die mittlere Geschwindigkeit also g ; mit dieser zwei Sekunden lang dahineilend, würde er einen Weg von $2g = \frac{1}{2}g \cdot 4$ durchlaufen, welcher viermal so groß ist als der in der ersten Sekunde zurückgelegte, usf. Ist der Körper allgemein t sec lang gefallen, so hat er denselben Weg s durchlaufen, als wenn er mit der Geschwindigkeit $\frac{1}{2}gt$, der mittleren zwischen seiner Anfangsgeschwindigkeit 0 und seiner Endgeschwindigkeit gt ,