Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

15. Horizontaler und schiefer Wurf

urn:nbn:de:hbz:466:1-83789

15. **Horizontaler und schiefer Wurf.** Wirft man einen Körper in schiefer Richtung (*A G*, Fig. 4) aufwärts, so würde er, wenn die Schwere nicht wirkte, sich vermöge der Trägheit in gerader Linie mit der ihm beim Wurf erteilten Geschwindigkeit fortbewegen, in gleichen Zeiten die gleichen Wegstrecken *A B*, *B C*, *C D* etc. durchmessend. Die Schwere aber zieht ihn unausgesetzt von dieser geradlinigen Bahn nach abwärts und bewirkt, daß er nach den Zeitabschnitten 1, 2, 3, 4 . . . um die Strecken *Bb*, *Cc*, *Dd*, *Ee* . . ., welche sich verhalten wie die Quadrate der Zeiten, also wie 1, 4, 9, 16 . . ., unter jene Linie hinabgesunken ist, so daß die krumme Linie *Abcdefg* die wirkliche Flugbahn des geworfenen Körpers darstellt. Eine solche krumme Linie, deren einzelne Punkte gefunden werden, wenn man von den Punkten einer geraden Linie (*A G*) aus parallele Strecken (*Bb*, *Cc*, *Dd* . . .) aufträgt, welche sich verhalten wie die Quadrate der von dem Anfangspunkt *A* gemessenen zugehörigen Strecken (*AB*, *AC*, *AD* . . .) der geraden Linie, wird Parabel genannt. Bei einem schräg aufwärts geworfenen Körper besteht die Wurflinie aus einem aufsteigenden (*Ad*) und einem absteigenden Parabelast (*dg*), welche einander gleich sind und in gleichen Zeiten durchlaufen werden. Die Wurfweite, d. h. die Entfernung (*Ag*), in welcher der Körper die durch seinen Ausgangspunkt gelegte Horizontalebene wieder trifft, ist für ein und dieselbe Anfangsgeschwindigkeit am größten, wenn der Körper unter einem Winkel von 45° in die Höhe geworfen wird. Wird ein Körper in wagrechter Richtung geworfen, so beschreibt er den absteigenden Ast einer Parabel (*Af'*, Fig. 5); er erreicht den Boden bei *f'* nach derselben Zeit, die er braucht, um von *A* bis *f* frei herabzufallen, wie sich aus der Zeichnung unmittelbar ergibt. Die parabolische Gestalt der Wurflinie können wir an jedem Wasserstrahl gleichsam verkörpert sehen und auch sonst durch Messungen nachweisen. Durch diese Übereinstimmung des tatsächlichen Verhaltens mit den aus den Grundsätzen gezogenen Folgerungen wird die Richtigkeit jener Grundsätze aufs neue bestätigt. Bei dieser Ableitung der Gesetze der Wurfbewegung wurde freilich vorausgesetzt, daß auf den geworfenen Körper kein merkliches Hindernis einwirke. Ein in der Atmosphäre geworfener Körper ist aber stets dem Widerstand der Luft, der bei großer Geschwindigkeit, wie bei Geschossen, sehr beträchtlich werden kann, ausgesetzt, und wird dadurch von der rein parabelförmigen in eine

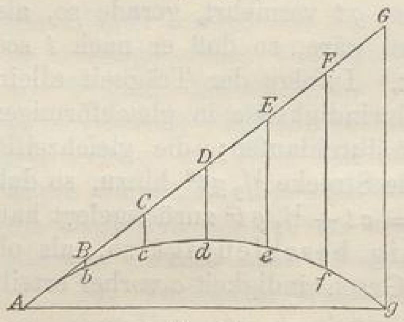

Fig. 4.
Schiefer Wurf.

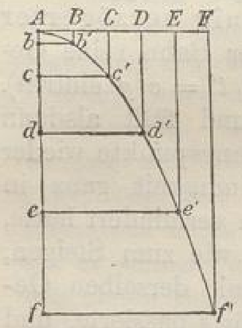

Fig. 5.
Horizontaler Wurf.

etwas andere Bahn, welche steiler abfällt als ansteigt, die **ballistische Kurve**, abgelenkt.

16. **Bewegungsgröße. Stoßkraft.** Da die Beschleunigung b, welche eine beliebige Kraft K einer Masse m erteilt,

$$b = \frac{K}{m}$$

$b = \frac{K}{m}$; $K = m \cdot b$

$b = \frac{v}{t}$

ist, so können wir in die Gleichungen der gleichförmig beschleunigten (und verzögerten) Bewegung (8) die Kraft und die Masse einführen, wenn wir in ihnen K/m statt b setzen. Die Gesetze 1) und 3) der gleichförmig beschleunigten Bewegung, welche eine Masse m unter der Einwirkung einer konstanten Kraft K annimmt, sprechen sich dann in den folgenden Gleichungen aus:

$K = m \cdot \frac{v}{t}$

$$1)\ m v = K t \qquad 3)\ K s = {}^1/_2\, m v^2.$$

$K t = m \cdot v$

Die Gleichung 1) sagt aus: „Das Produkt aus der bewegten Masse und der erreichten Geschwindigkeit ist gleich dem Produkt aus der konstanten Kraft und der Zeit, während welcher sie gewirkt hat." Das Produkt aus der Masse eines Körpers und seiner Geschwindigkeit nennt man seine Bewegungsgröße oder die Quantität der Bewegung, dasjenige aus Kraft und Wirkungszeit den Antrieb (Impuls) der Kraft. Man kann also auch sagen: Der Antrieb der Kraft ist gleich der erzeugten Bewegungsgröße. Wirkt eine Kraft nur während einer unmeßbar kurzen Zeit auf einen Körper, so nennt man sie Stoßkraft oder weniger gut momentane Kraft. Die Größe einer Stoßkraft selbst läßt sich nicht angeben, sondern man beurteilt sie nach der von ihr bewirkten Bewegungsgröße. Eine nach diesem Maße gemessene Stoßkraft ist also keine Kraft, sondern ein Impuls (von der Dimension cm g sec^{-1}); der Körper, den sie in Bewegung setzte, geht mit der erlangten Geschwindigkeit v in gleichförmiger Bewegung geradlinig weiter, solange nicht andere Kräfte auf ihn einwirken.

Eine solche Stoßkraft ist z. B. der Druck der Pulvergase, welcher beim Abfeuern eines Geschützes nach vorwärts auf das Geschoß und ebenso stark und während der nämlichen kleinen Zeit nach rückwärts auf das Geschütz wirkt. Geschoß und Geschütz erhalten also gleiche Impulse, und deshalb sind auch ihre Bewegungsgrößen einander gleich, oder es ist, wenn m und m' ihre resp. Massen, v und v' die zugehörigen Geschwindigkeiten bezeichnen, $m v = m' v'$, d. h. die Geschwindigkeit des Geschosses und diejenige des Geschützes beim Rückstoß verhalten sich umgekehrt wie ihre Massen.

17. **Arbeit.** Wenn eine Kraft den Körper, an dem sie angreift, fortbewegt, so sagt man, die Kraft arbeite, und nennt den Erfolg ihrer Wirkung ihre Arbeit. Wenn wir ein Kilogrammgewicht 1 m hoch in die Höhe heben, so leisten wir damit eine Arbeit von ganz bestimmter Größe; wir leisten offenbar eine doppelt so große Arbeit, wenn wir das Kilogramm 2 m hoch, oder auch, wenn wir 2 kg 1 m hoch heben, und die sechsfache Arbeit, wenn wir 3 kg 2 m hoch empor-

$K = m \cdot b = m \cdot \frac{v}{t}$; $K \cdot t = m \cdot v$; $s = v \cdot t$

$K \cdot \frac{v}{s} = m \cdot v$ $\quad$: $t = \frac{v}{s}$