

Dieses Dokument wurde von **Christian Buth** erstellt.

Es ist auf meinen Internetseiten unter

<http://www.Christian.Buth.mysite.de>

frei erhältlich.

Sollten Sie Probleme mit der Anzeige haben oder einen

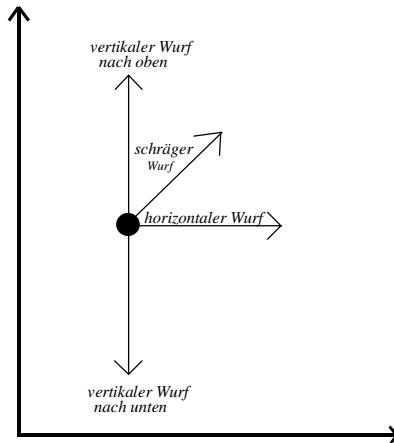
Fehler entdecken, wenden Sie sich bitte an

cbuth@ix.urz.uni-heidelberg.de .

© 2000 Christian Buth. Dieser Text ist nach allen nationalen und internationalen Gesetzen urheberrechtlich geschützt. Das Verändern und anschließende Veröffentlichen unter meinem Namen ist verboten - auch auszugsweise. Das Veröffentlichen und Verbreiten unter einem anderen als meinem Namen ist nicht erlaubt. Das Dokument darf jedoch zu nichtkommerziellen Zwecken verbreitet und kopiert werden, sofern es unverändert bleibt. Kommerzielle Nutzung jeglicher Art - auch auszugsweise - ist nur mit einer schriftlichen Erlaubnis des Autors gestattet.

§2 Wurf

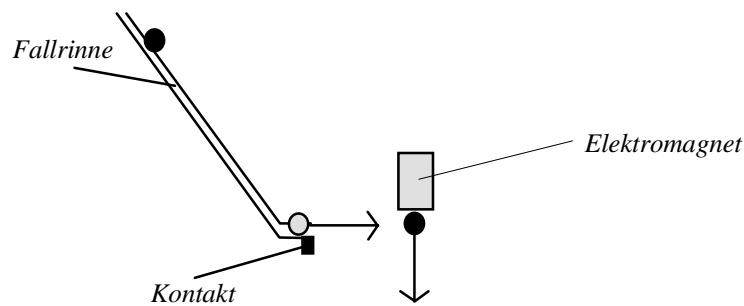
Unter Wurf versteht man in diesem Zusammenhang die Überlagerung von Fallbewegung und geradliniger gleichförmiger Bewegung. Es gibt fünf verschiedene Arten von Würfen. Dies zeigt die folgende Grafik:



Als ersten möchte ich nun den horizontalen Wurf betrachten:

a.) Der horizontale Wurf

Ein Experiment soll diese Thematik einleiten. Eine Kugel rollt eine geneigte Rinne hinab, die zum Ende hin in eine Horizontale übergeht. Sobald sie die Bahn verlässt und frei zu fallen beginnt, löst sie einen Kontakt aus. Dieser schaltet einen Elektromagneten aus, an dem, in gleicher Höhe, aber seitlich versetzt zu der ersten, eine weitere Kugel befestigt ist. Diese fällt nun senkrecht nach unten. Nach kurzer Zeit prallen beide Körper in der Luft aufeinander, oder schlagen gleichzeitig auf den Boden auf.



OO

Die Tatsache, dass beide Kugel in der Luft zusammenstoßen, oder gleichzeitig den Boden berühren, zeigt, dass beide Objekte die gleiche Strecke zur gleichen Zeit zurückgelegt haben. Beider Objekte Fall beginnt nämlich zur gleichen Zeit, sobald die erste Kugel den Kontakt auslöst, welcher den Elektromagneten ausschaltet, und auf gleicher Höhe. Da sie gleichzeitig den Boden berühren, beziehungsweise zusammenstoßen, muss die y-Komponente des Geschwindigkeitsvektors der ersten Kugel während des gesamten Bewegungsverlaufes gleich

dem der zweiten gewesen sein. Die Fallbewegung und die horizontale Bewegung der ersten Kugel haben sich störungsfrei überlagert. Der Zusammenstoß wird durch die horizontale Bewegung der ersten Kugel bewirkt, welche gleichförmig gradlinig in x-Richtung auf die zweite zufliegt. Da sich die Bewegung in x und y Richtung des ersten Körpers ungestört überlagern, ist es möglich beide unabhängig voneinander zu betrachten:

- Geradlinige gleichförmige Bewegung in horizontaler Richtung: $\vec{s}_x = \vec{v}_0 \cdot t \wedge \vec{v}_x = \vec{v}_0$.
- Geradlinige gleichmäßig beschleunigte Bewegung in vertikaler Richtung; $\vec{s}_y = \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot t^2$ mit $\vec{v}_{y,0} = 0$.

Eine Vektoraddition beider Komponenten, in x und y Richtung, ergibt den resultierenden Weg:

$\vec{s} = \vec{s}_x + \vec{s}_y = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot t^2$. Unter \vec{v}_0 versteht man hier die Zusammensetzung aus $\vec{v}_0 = \vec{v}_{x,0} + \vec{v}_{y,0}$, den beiden Geschwindigkeiten in x und y Richtung. Eine Elimination der Fallzeit aus der unter dem zweiten Punkt der Tabelle stehenden Gleichung $s_y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, mit $v_0 = \frac{s_x}{t} \Leftrightarrow t = \frac{s_x}{v_0}$, führt zu:

$$s_y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{s_x}{v_0} \right)^2 \Leftrightarrow s_y = \frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot s_x^2. \text{ Diese Betragsgleichung kann als Funktion von } x \text{ betrachtet werden.}$$

Es ist dann eine auf den vierten Quadranten beschränkte Parabel zweiten Grades, da $s_y = k \cdot s_x^2 \wedge k = \frac{g}{2 \cdot v_0^2}$ gilt.

Die Geschwindigkeit ergibt sich auch durch eine vektorielle Addition der horizontalen und der vertikalen Komponenten: $\vec{v}_x = \text{const.}$ und $\vec{v}_y = \vec{g} \cdot t + \vec{v}_{y,0}$ zu $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y + \vec{g} \cdot t$.

Eine weitere einfache Wurf Art ist

b.) Der vertikale Wurf

Der vertikale Wurf nach oben entspricht einer geradlinigen konstant verzögerten Bewegung. Dies ist leicht ersichtlich, wenn man das Unabhängigkeitsprinzip zugrunde legt. Hierbei überlagern sich die Fallbewegung und die geradlinige gleichförmige Bewegung nach oben, der Körper fällt, während er sich nach oben bewegt. Deshalb wird er langsamer, bis die Fallgeschwindigkeit genauso groß ist, wie die Anfangsgeschwindigkeit. Der Körper erreicht dann den Kulminations- oder Umkehrpunkt und befindet sich für eine unendlich kurze Zeit im Zustand der Ruhe, bis er zu fallen beginnt.

Ich möchte nun zuerst die Gesetzmäßigkeiten für die Geschwindigkeit herleiten: es handelt sich hierbei wieder um eine vektorielle Addition von \vec{v}_0 und $\vec{v}_y = \vec{g} \cdot t$ zu $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} \cdot t$. Da der Vektor der Anfangsgeschwindigkeit und der der Fallbewegung antiparallel¹ zueinander sind, entspricht dies einer arithmetischen Subtraktion der Beträge selber: $v = v_0 - g \cdot t$.

Gleichermaßen verfare ich mit den Wegvektoren. Es verhält sich bei ihnen genauso, wie bei den korrespondierenden Geschwindigkeitsvektoren: $\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot t^2$, oder in Beträgen: $s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$.

¹↑↓