
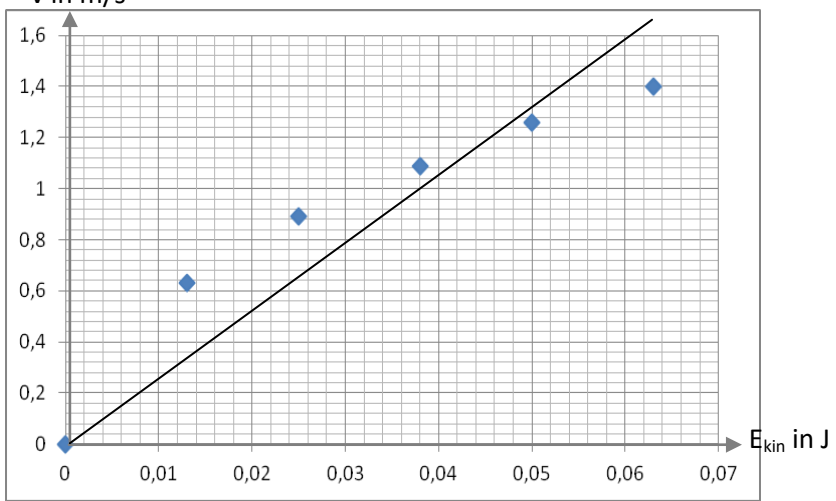


## Muster eines Versuchsprotokolls für Mittel- und Oberstufe

<b>Fragestellung</b>	Beschreibung dessen, was untersucht werden soll.	Wie hängt die kinetische Energie $E_{\text{kin}}$ von der Geschwindigkeit $v$ ab?						
<b>Hypothese</b>	Begründete Vorhersage als Beantwortung der Fragestellung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Je größer die Geschwindigkeit wird, desto größer wird die kinetische Energie.</li> <li>2) Die kinetische Energie <math>E_{\text{kin}}</math> ist proportional zur Geschwindigkeit <math>v</math>.</li> <li>3) Die kinetische Energie <math>E_{\text{kin}}</math> ist proportional zum Geschwindigkeitsquadrat <math>v^2</math>.</li> </ol>						
<b>Geräte / Chemikalien</b>	Auflistung aller für die Versuchsdurchführung notwendigen Materialien (ggf. unter Angabe von Gefahren)	Ein Pendel mit einer Metallkugel, eine Lichtschranke, ein Maßband, ein Kurzzeitmesser						
<b>Versuchsaufbau/-skizze</b>	Skizze des Versuchsaufbaus, in der die wichtigsten Gegenstände dargestellt und beschriftet sind.							
<b>Versuchsdurchführung</b>	Beschreibung, was im Versuch gemacht wird. Dabei muss der Vorgang des Versuchsaufbaus nicht mehr beschrieben werden.	Die Kugel wird in der Höhe $h$ losgelassen und schwingt nach unten. Im untersten Punkt des Pendels ist die Lichtschranke installiert. Der Kurzzeitmesser misst die Verdunkelungszeit der Lichtschranke durch die Kugel. Die Höhe $h$ gibt dabei den Höhenunterschied an, den der Schwerpunkt der Kugel durchläuft.						
<b>Beobachtung</b>	Dokumentation der messbaren bzw. erfahrbaren Veränderungen	<b>Höhendifferenz <math>h</math> in cm</b>	<b>0,00</b>	<b>2,00</b>	<b>4,00</b>	<b>6,00</b>	<b>8,00</b>	<b>10,0</b>
		<b>Zeit <math>\Delta t</math> in ms</b>	<b>0,00</b>	<b>39,9</b>	<b>28,2</b>	<b>23,0</b>	<b>19,9</b>	<b>17,8</b>

## Muster eines Versuchsprotokolls für Mittel- und Oberstufe

<b>Auswertung / Interpretation</b>	Erklärung der Beobachtungen auf Teilchen- bzw. Modellebene unter Zuhilfenahme von mathematischen Formeln bzw. Reaktionsgleichungen (ggf. graphische Darstellung)	<p>Aus der Höhendifferenz wird zunächst die maximale potentielle Energie der Kugel <math>E_{\text{pot}}</math> berechnet, die sich im untersten Punkt der Schwingung vollständig in kinetische Energie <math>E_{\text{kin}}</math> umgewandelt hat.</p> <p>Anschließend wird aus der „Verdunkelungszeit“ und dem Durchmesser der Kugel zunächst die maximale Geschwindigkeit <math>v</math> der Kugel berechnet.</p> <p>Masse der Kugel: <math>m = 0,064 \text{ kg}</math>                  Durchmesser der Kugel: <math>\Delta s = 0,025 \text{ m}</math>                  Erdbeschleunigung: <math>g = 9,81 \text{ m/s}^2</math></p> <table border="1" data-bbox="651 629 1490 972"> <thead> <tr> <th>Höhendifferenz <math>h</math> in cm</th> <th>0,0</th> <th>2,0</th> <th>4,0</th> <th>6,0</th> <th>8,0</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}</math> in J</td> <td>0,0</td> <td>0,013</td> <td>0,025</td> <td>0,038</td> <td>0,050</td> <td>0,063</td> </tr> <tr> <td><math>v = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math> in <math>\frac{\text{m}}{\text{s}}</math></td> <td>-</td> <td>0,63</td> <td>0,89</td> <td>1,1</td> <td>1,3</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td><math>v^2</math> in <math>\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}</math></td> <td>-</td> <td>0,40</td> <td>0,79</td> <td>1,2</td> <td>1,6</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table>	Höhendifferenz $h$ in cm	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$ in J	0,0	0,013	0,025	0,038	0,050	0,063	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	-	0,63	0,89	1,1	1,3	1,4	$v^2$ in $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$	-	0,40	0,79	1,2	1,6	2,0
Höhendifferenz $h$ in cm	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10																								
$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$ in J	0,0	0,013	0,025	0,038	0,050	0,063																								
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	-	0,63	0,89	1,1	1,3	1,4																								
$v^2$ in $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$	-	0,40	0,79	1,2	1,6	2,0																								
<b>Überprüfung der 1. Hypothese</b>	Vergleich der aufgestellten Hypothese mit der Auswertung (Verifizierung / Falsifizierung)	Anhand der Messwerte und der dadurch berechneten Werte für $E_{\text{kin}}$ zeigt sich, dass die oben aufgestellte 1. Hypothese richtig ist.																												
<b>Auswertung / Interpretation</b>		<p>Dazu wird ein <math>E_{\text{kin}}</math>-<math>v</math>-Diagramm erstellt:</p>  <p>Da die Punkte nicht auf einer Ausgleichsgeraden durch den Koordinatenursprung liegen, folgt daraus, dass <math>E_{\text{kin}}</math> und <math>v</math> nicht proportional zueinander sind.</p>																												
<b>Überprüfung der 2. Hypothese</b>		D.h. die zweite Hypothese trifft nicht zu. Es liegt nicht ein proportionaler Zusammenhang zwischen $E_{\text{kin}}$ und $v$ vor.																												

## Muster eines Versuchsprotokolls für Mittel- und Oberstufe

<b>Auswertung / Interpretation</b>		<p>Vergleicht man <math>E_{\text{kin}}</math> mit <math>v^2</math>, so stellt man fest: verdoppelt (verdreifacht, vervierfacht,...) sich die eine Größe, so verdoppelt (verdreifacht, vervierfacht,...) sich die andere Größe. Darauf folgt: <math>E_{\text{kin}} \sim v^2</math>.</p> <p>Der Proportionalitätsfaktor ergibt sich dann durch: <math>\frac{E_{\text{kin}}}{v^2}</math>.</p> <p>Die Einheit des Proportionalitätsfaktors: <math>\left[ \frac{E_{\text{kin}}}{v^2} \right] = 1 \frac{\text{J}}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 1 \text{kg}</math></p> <p>D.h. der Proportionalitätsfaktor hat die Einheit einer Masse und es gilt: <math>E_{\text{kin}} \sim mv^2</math>.</p> <p>Genauere Untersuchungen führen dann zu: <math>E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2</math></p>
<b>Überprüfung der 3. Hypothese</b>		<p>D.h. die dritte Hypothese trifft zu.</p>
<b>Fehlerdiskussion</b>	<p>Ggf. Ermittlung von Einflussfaktoren, die zu einem Ergebnis / zu Messwerten führten, das / die nicht mit der Hypothese übereinstimmt/en</p>	<p>Mögliche Fehler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtschranke liegt nicht auf der Höhe des Kugeldurchmessers</li> <li>• Messfehler bei der Bestimmung der Höhe <math>h</math></li> <li>• Messfehler bei der Bestimmung des Kugeldurchmessers <math>\Delta s</math></li> </ul>
<b>Entsorgung</b>	<p>Maßnahmen zur Entsorgung der eingesetzten Chemikalien</p>	<p>Entfällt hier</p>