**C 4 Kraft und Hebellänge**

**Informationen für Lehrkräfte**

Durch erste Begegnung mit Hebeln bei Alltagsgegenständen haben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über verschiedene Werkzeuge mit Hebelwirkung, die jeweiligen Funktion der Werkzeuge bzw. wie man sich damit das Leben erleichtern kann. Gleichzeitig sind damit Grundlagen gelegt, dass sich einseitiger und zweiseitiger Hebel nicht in der inhaltlichen Beschreibung, sondern nur im situativen Aufbau des Werkzeugs unterscheiden.

Zur Vorbereitung der hier durchgeführten quantitativen Untersuchung von Kräften am einseitigen und zweiseitigen Hebel, sollten die Schülerinnen und Schüler selbst Hypothesen aufstellen und eine Versuchsdurchführung formulieren.

In dieser Unterrichtseinheit sollen die Schülerinnen und Schüler durch zielgerichtetes Experimentieren unter Einhaltung der Variablenkontrolle die Wirkung von Kräften bei einseitigen und zweiseitigen Hebeln entdecken und eigenständig eine Gesetzmäßigkeit finden, wie Kräfte an einem zweiseitigen Hebel wirken. Kenntnisse über Kräfte mit ihren Angriffspunkten, Richtungen und Wirkungen werden in dieser Aufgabe aufgegriffen und so in einem neuen Kontext wiederholt, genutzt und gefestigt.

Mit dem Hinweis auf die Variablenkontrolle wird ein Erfolg beim Formulieren der Durchführung als auch bei der gezielten Aufnahme von Versuchsdaten gesichert. Die Schülerinnen und Schüler werden dazu angehalten ihre Ergebnisse zu verschriftlichen und sich zunächst eigene Gedanken zur Auswertung, Interpretation und Übertragung der Ergebnisse machen. Die Überlegungen sollen in einem zweiten Schritt mit denen ihrer Mitschülerinnen und -schüler verglichen und diskutiert werden. Damit ist gewährleistet, dass sie zum einen die typische Arbeitsweise in den Naturwissenschaften weiter üben und zum anderen ihre Ergebnisse mit denen ihren Mitschülerinnen und -schüler gemeinsam auswerten und diskutieren können. Die Bewertung kleiner Unterschiede wird dabei in die Verantwortung der Schülerinnen und Schüler gelegt.

Die Aufgabenstellung, eigenständig eine Gesetzmäßigkeit finden wie Kräfte an einem zweiseitigen Hebel wirken, ermöglicht eine gedankliche Auseinandersetzung mit den Zusammenhängen zwischen Hebeln und Kräften. Gleichzeitig Lehrkräften dadurch möglich, Vorkenntnisse und Fehlvorstellungen der Schülerinnen und Schüler schneller und treffender einzuschätzen. Des Weiteren ist diese Aufgabe nützlicher Ausgangspunkt zur gemeinsamen Konstruktion konsistenter Theorien, was anschließend in der Unterscheidung zwischen einseitigem und zweiseitigem Hebel sowie in der quantitativen Untersuchung von Kräften am einseitigen und zweiseitigen Hebel erfolgt.

Bei der Aufgabenstellung wird vorausgesetzt, dass den Schülerinnen und Schüler das Formelzeichen ($→$) sowie die Maßeinheit (Newton = N) bereits bekannt ist. Falls dies nicht der Fall ist, müsste das Formelzeichen und die Maßeinheit entweder noch eingeführt oder die Arbeitsmaterialien angepasst werden.

Das Arbeitsmaterial liegt in den **Versionen A und B** vor. Die Version B enthält zusätzliche Hinweise zur Lösung der Aufgaben.

Eine vertiefte Weiterarbeit kann jeweils mit den Aufgaben 3 und 4 erfolgen. Diese sind den Feldern D3 / E3 im Lernstrukturgitter zuzuordnen.

**Impulse zur Binnendifferenzierung/zum zieldifferenten Lernen:**

Schülerinnen und Schüler in einem zieldifferenten Bildungsgang werden durch unterstützende Hinweise, wie den Wortspeicher, einer genaueren Erläuterung der einzelnen Variablen sowie mathematischen Tipps gezielt in das Unterrichtsgeschehen eingebunden. Während der Experimentierphase in Kleingruppen bietet sich durch die Handlungsorientierung die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler eine individuell passende Rolle übernehmen und so zum Gesamtergebnis beitragen. Während die einen etwa qualitativ beobachten, können die anderen quantitative Messdaten aufzeichnen, und als Beitrag zur Diskussion graphisch darstellen.

Die Aufgabenstellung eignet sich sowohl auf der quantitativen als auch auf der qualitativen Ebene Hypothesen aufzustellen und zu überprüfen. Während die einen etwa qualitativ beobachten, können die anderen quantitative Messdaten aufzeichnen, und als Beitrag zur Diskussion graphisch darstellen. Das Ergebnis, dessen Auswertung und die daraus abgeleitete Erkenntnis soll mit der Durchführung einer vorformulierten Versuchsanleitung bestätigt werden. Falls Schülerinnen und Schüler hier Schwierigkeiten haben, ist als Unterstützung ein Wortspeicher vorgesehen, den die Schülerinnen und Schüler als Orientierung nutzen können, um ihre Ergebnisse zu formulieren.

Der Unterstützungsgrad zur Erledigung der einzelnen Aufgaben auf dem Arbeitsblatt ist eher gering. Je nach individuellen Lernvoraussetzungen müsste das Arbeitsblatt noch durch weitere Aspekte der Unterstützung, insbesondere, wenn Schülerinnen und Schüler auf der qualitativen Ebene die Aufgabe bearbeiten, ergänzt werden, wie z.B. „Wenn-dann-Satzbausteine“ bei der Auswertung der Versuche.

Die Ergebnisse ihrer Arbeit sind ein Teil des Gesamtergebnisses aus der Erkundungsphase. Alle Ergebnisse werden gemeinsam in die Auswertung einbezogen. Das eigenständige Entdecken einer Gesetzmäßigkeit bzw. eines mathematischen Zusammenhangs zwischen Kraft und Hebellänge beim einseitigen und zweiseitigen Hebel ist für die Schülerinnen und Schüler in den zieldifferenten Bildungsgängen optional. Die Erkenntnisse zu der Wirkung von Hebeln bei Kräften kann anschließend im Alltag wieder genutzt werden.

**Entwicklungschancen:**Im zieldifferenten Lernen kann sowohl ein Zugang über das fachliche Lernen als auch über die Entwicklungschancen gelegt werden.[[1]](#footnote-1)

In diesem Unterrichtssetting können auf der Grundlage der individuellen Lern- und Entwicklungsplanung[[2]](#footnote-2) schwerpunktmäßig folgende Entwicklungschancen zum Tragen kommen:

* **Lernentwicklung/Kognition**
	+ erfassendes, begriffliches, symbolisches, problemlösendes, vorstellendes Denken (angebunden an die Felder des Lernstrukturgitters: A2, A3, A5, B1, B4, **C4**, D3, D4, E4)
* **emotionale und soziale Entwicklung**
* **körperliche und motorische Entwicklung**
* **Lern- und Arbeitsverhalten**
* **Entwicklung des sprachlichen und kommunikativen Handelns**
	+ beim Beschreiben der Beobachtungen Begriffe kennen lernen bzw. diese angemessen verwenden (situationsangemessene Sprachfähigkeit // Ausdrucksfähigkeit) (angebunden an die Felder des Lernstrukturgitters: A2, A4, C1, C2, **C4**, D2, D3, E1, E3, E4, E5)

**A) Zusammenhänge beim Hebel**

**Hebelgesetz ermitteln Name:**

**Auswertung zweiseitiger Hebel**:

1. Notiere die Messwerte aus den drei Versuchsteilen in die Tabellen.

Kraft 1 ist die Gewichtskraft der Wägestücke. Ein 50 g-Stück hat die Gewichtskraft *F*G = 0,5 N.

Kraft 2 ist die an der Federwaage abgelesene Kraft in Newton.

Hebellänge 1 ist der Abstand des Wägestücks vom Drehpunkt in Zentimeter.

Hebellänge 2 ist der Abstand der Federwaage vom Drehpunkt in Zentimeter.

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Kraft 1*****F*1 in N** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Hebellänge 1*****s*1 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Hebellänge 2*****s*2 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. Werte die Daten zu jeder Tabelle aus. Bestimme dazu den Zusammenhang zwischen den Wertepaaren.

**Hebelgesetz ermitteln Name:**

**Auswertung einseitiger Hebel**:

1. Notiere die Messwerte aus den drei Versuchsteilen in die Tabellen.

Kraft 1 ist die Gewichtskraft der Wägestücke. Ein 50 g-Stück hat die Gewichtskraft *F*G = 0,5 N.

Kraft 2 ist die an der Federwaage abgelesene Kraft in Newton.

Hebellänge 1 ist der Abstand des Wägestücks vom Drehpunkt in Zentimeter.

Hebellänge 2 ist der Abstand der Federwaage vom Drehpunkt in Zentimeter.

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 1*****F*1 in N** | **Kraft 2*****F*2 in N** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse 2: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 1*****F*1 in N** | **Hebellänge 1*****s*1 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse 2: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 1*****F*1 in N** | **Hebellänge 2*****s*2 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. Werte die Daten zu jeder Tabelle aus. Bestimme dazu den Zusammenhang zwischen den Wertepaaren.

**B) Zusammenhänge beim Hebel Name:**

**Auswertung zweiseitiger Hebel**:

1. Notiere die Messwerte aus den drei Versuchsteilen in den Tabellen.

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 1** ist die Gewichtskraft der Wägestücke. 50 g-Stück: Gewichtskraft *F*G = 0,5 N. 2 ∙ 50 g-Stück: Gewichtskraft *F*G = 1,0 N.3 ∙ 50 g-Stück: Gewichtskraft *F*G = 1,5 N.4 ∙ 50 g-Stück: Gewichtskraft *F*G = 2,0 N. | **Kraft 2** ist die an der Federwaage abgelesene Kraft in Newton. |
| **Hebellänge 1** ist der Abstand des Wägestücks vom Drehpunkt in Zentimeter. | **Hebellänge 2** ist der Abstand der Federwaage vom Drehpunkt in Zentimeter. |

**Versuch 1:**

Konstante Größen

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Kraft 1*****F*1 in N** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Versuch 2:**

Konstante Größen

Hebellänge 2: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Hebellänge 1*****s*1 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Versuch 3:**

Konstante Größen

Hebellänge 1: \_\_\_\_\_\_\_ cm

Masse: \_\_\_\_\_\_\_ g

|  |  |
| --- | --- |
| **Kraft 2*****F*2 in N** | **Hebellänge 2*****s*2 in cm** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

2. Ermittle das Ergebnis von Versuch 1. Beschreibe dazu die Veränderung von Kraft 2 wenn Kraft 1 verdoppelt oder halbiert wird. *Hinweis*: Die beiden Hebellängen wurden nicht verändert.

**Die folgenden Aufgaben stellen eine Weiterführung dar und sind in den Feldern D3 / E 3 zu verorten.**

**A)**

1. Formuliere die Auswertung für jede Tabelle auch mathematisch.

 | |

1. Beweise den Zusammenhang zwischen den untersuchten Größen $F\_{1}$, $F\_{2}$, $s\_{1}$ und $s\_{2}$:

$$F\_{1}∙s\_{1}=F\_{2}∙s\_{2}$$

B)

3. Ermittle das Ergebnis von Versuch 2. Beschreibe dazu die Veränderung von Kraft 2 wenn Hebellänge 1 verdoppelt oder halbiert wird. *Hinweis*: Die Hebellänge 2 von der Federwaage und die Kraft 1 wurden nicht verändert.

4. Ermittle das Ergebnis von Versuch 3. Beschreibe dazu die Veränderung von Kraft 2 wenn Hebellänge 2 verdoppelt oder halbiert wird. *Hinweis*: Die Hebellänge 2 von der Masse und die Kraft 1 wurden nicht verändert.

**Wortspeicher**

Abstand zum Drehpunkt Wirkung der Kraft Länge des Hebels Richtung der Kraft

Verdopplung der Hebellänge halbe Hebellänge Verdopplung der Kraft halbe Kraft

doppelte vierfache halbe viertel proportional antiproportional

**mathematische Tipps**

Ist die Größe *a* proportional zur Größe *c* und die Größe *b* proportional zur Größe *c*, dann ist auch das Produkt *a* ∙ *b* proportional zu *c*. $a \~ c∧b∼c⇒a∙b \~ c$

Die Größe *a* ist antiproportional zur Größe *b* bedeutet, dass der Kehrwert von *b* proportional zu *a* ist. $a≁b⇒a∼\frac{1}{b}$

1. vgl. : <https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inklusiver-fachunterricht/entwicklungsbereiche/index.html> [↑](#footnote-ref-1)
2. vgl.: <https://www.schulentwicklung.nrw.de/q/inklusive-schulische-bildung/lern-und-entwicklungsplanung/grundverstaendnis/kriterien-zur-lern-und-entwicklungsplanung/index.html> [↑](#footnote-ref-2)