

## Unterrichtsentwurf für die 1. Revisionsstunde im Fach Physik

Lehrkraft:	Dr. Daniel J. Wieczorek
Datum:	Montag, 14.05.2018
Zeit:	3. Stunde (9:50 – ca. 10:35 Uhr, erste Hälfte einer Doppelstunde)
Lerngruppe:	8b (10 Schülerinnen, 16 Schüler)
Raum:	G102
<b>Thema der Unterrichtsreihe:</b>	Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege
<b>Thema der heutigen Stunde:</b>	Wie schwer ist mein Schlüsselbund? Niveaudifferenzierter Aufbau einer Laufgewichtswaage in Partnerarbeit.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau des Unterrichtsvorhabens</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Didaktisch-methodische Überlegungen</b>	<b>4</b>
3.1	Didaktische Sachanalyse . . . . .	4
3.2	Lernvoraussetzungen . . . . .	5
3.3	Didaktisch-Methodische Überlegungen . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Verlaufsplan</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Erklärung</b>	<b>12</b>

# 1 Aufbau des Unterrichtsvorhabens

Datum	Thema	Lernziel
23.04.2018	Warum bleibt ein Buch auf dem Tisch liegen, obwohl die Gewichtskraft wirkt? Problemorientierte Einführung des Kräftegleichgewichts; Wie funktioniert ein Federkraftmesser? Aufbau und Funktionsweise im Schülerversuch	Kräftegleichgewicht an Beispielen erläutern können; Aufbau eines Federkraftmessers skizzieren und Funktionsweise beschreiben können
30.04.2018	Welcher Zusammenhang besteht zwischen Masse und Gewicht? Bestimmung des Ortsfaktors im Schülerversuch	Versuch zur Bestimmung des Ortsfaktor beschreiben, durchführen und grafisch auswerten können, Beziehung $F = mg$ nennen und anwenden können
07.05.2018	Wo muss sich der Vater hinsetzen, damit das Kind mit ihm wippen kann? Erarbeitung des Hebelgesetzes im Schülerversuch	Versuch zum Hebelgesetz beschreiben, durchführen und rechnerisch auswerten können, Hebelgesetz nennen und anwenden können
14.05.2018	<b>Wie schwer ist mein Schlüsselbund? Niveaudifferenzierter Aufbau einer Laufgewichtswaage in Partnerarbeit.</b>	Laufgewichtswaage aufbauen und die Funktionsweise beschreiben/erklären können
28.05.2018	Wie hebt man große Lasten mit geringem Kraftaufwand an? Von der Rolle zum Flaschenzug in Demonstrationsexperimenten	Funktion einer Rolle beschreiben können, Aufbau eines Flaschenzug skizzieren und erläutern können
04.06.2018	Kleine Kräfte, lange Wege - Aufgabengesteuert zur goldenen Regel der Mechanik	Die goldene Regel der Mechanik anhand von Beispielen erläutern und anwenden können

## 2 Lernziele und Kompetenzen

Durch das gewählte Lernarrangement soll als Ziel der Unterrichtseinheit erreicht werden, dass die Schülerinnen und Schüler<sup>1</sup> eine Laufgewichtswaage aufbauen und die Funktionsweise

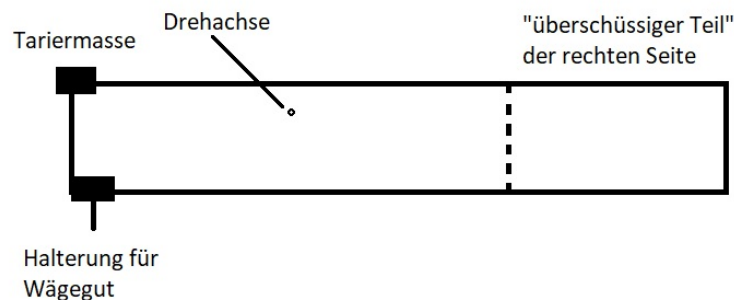
- beschreiben können (leicht),
- erklären können (mittel und schwer).

Die Unterrichtseinheit leistet insbesondere einen Beitrag zur Ausschärfung der prozessbezogenen kommunikativen Kompetenz “Den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise [beschreiben können]”.

## 3 Didaktisch-methodische Überlegungen

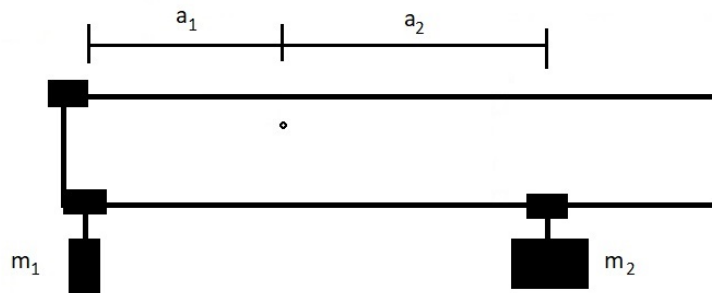
### 3.1 Didaktische Sachanalyse

Ein zweiseitiger Hebel ist ein Kraftwandler, der aus einem drehbar gelagerten starren Körper besteht. Er befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Summe aller wirkenden Drehmomente verschwindet. Da der Begriff Drehmoment im Unterricht nicht mehr behandelt wird, ist den Schülern in diesem Zusammenhang nur das Hebelgesetz als Elementarisierung bekannt: Im Gleichgewicht sind die Produkte aus Kraft  $F_i$  und Hebelarm  $a_i$  gleich groß,  $F_1a_1 = F_2a_2$ . Alltägliche Beispiele sind z.B. eine Wippe, Zangen, Nussknacker oder Laufgewichtswaagen.



Die Abbildung zeigt die wesentlichen Bestandteile einer Laufgewichtswaage. Die beiden am Hebel angreifenden Kräfte müssen zueinander parallel sein. Die Drehachse befindet sich nicht in der Mitte, sondern auf der linken Seite des Hebels. Der markierte, “überschüssige” Teil der rechten Seite erzeugt ein Drehmoment, das nicht durch die linke Seite ausgeglichen werden kann. Der Hebel wird ins Gleichgewicht gebracht, indem man auf der linken Seite Zusatzmassen anbringt. Dabei handelt es sich einerseits um die Klammer für das Wägegut, andererseits um eine Klammer als Tariermasse. Eine schülergerechte Formulierung für die Notwendigkeit der Tarierung ist, dass die aus dem vorhergehenden Unterricht bekannte Situation gleich langer (und damit gleich schwerer) Hebelarme auf beiden Seiten künstlich hergestellt wird.

<sup>1</sup>Im folgenden Text wird zur besseren Lesbarkeit nur die Formulierung “Schüler” verwendet; es sind jedoch stets sämtliche Geschlechter gemeint.



Wenn man Wägegut mit der Masse  $m_1$  anhängt, so greift im Abstand  $a_1$  die Gewichtskraft  $m_1g$  an. Um den Hebel wieder ins Gleichgewicht zu bringen, hängt man an der rechten Seite die Masse  $m_2$  im Abstand  $a_2$  an. Nach dem Hebelgesetz muss  $m_1ga_1 = m_2ga_2$  gelten. Der Ortsfaktor  $g$  kann gekürzt werden:  $m_1a_1 = m_2a_2$ .

Bei der Laufgewichtswaage sind  $a_1$  und  $m_2$  konstant. Wenn man die Gleichung durch  $a_1$  teilt,  $m_1 = \frac{m_2}{a_1}a_2$ , so erkennt man folgendes: Der Abstand  $a_2$  des Laufgewichts von der Drehachse ist proportional zur Masse  $m_1$  des Wägeguts. Wenn die Masse des Wägeguts genauso groß ist wie die Masse des Laufkörpers, dann muss der Laufkörper auch so weit von der Drehachse angebracht werden wie das Wägegut. Bei halber/doppelter/dreifacher... Masse des Wägeguts muss der Laufkörper halb/zweimal/dreimal so weit von der Achse entfernt angebracht werden wie das Wägegut. Wenn sich gar kein Wägegut im Beutel befindet, muss der Laufkörper genau auf Höhe der Drehachse angebracht werden. Die Skala hat nun die Markierungen 0 und  $m_2$  und kann gleichmäßig eingeteilt werden.

### 3.2 Lernvoraussetzungen

Zum Erreichen der Lernziele müssen die Schüler in fachlicher Hinsicht

- das Hebelgesetz nennen und anwenden können.

Dieses entscheidende Vorwissen wurde in der vorherigen Stunde im Rahmen eines Schülerexperiments erarbeitet sowie mit Anwendungsaufgaben gesichert und wird durch eine Einstiegsaufgabe in der Stunde reaktiviert, sodass davon ausgegangen werden kann, dass alle Schüler darauf zurückgreifen können.

Der Autor unterrichtet die Klasse im Epochalunterricht in Physik und bereits seit Schuljahresbeginn in Mathematik.

Auffällig in dieser Klasse ist, mutmaßlich mitbedingt durch das unausgewogene Geschlechterverhältnis, laddish behaviour: Dies äußert sich etwa in Zwischenrufen oder absichtlichem Erzeugen von Geräuschen (ausschließlich durch die Jungen in der Klasse). Speziell im Fach Physik tritt auch das von Kessels beschriebene Phänomen der Fehleinschätzung der eigenen Fachkompetenz im naturwissenschaftlichen Bereich auf: Die Beteiligung der Jungen am Unterrichtsgespräch ist auch unter Einbezug des Geschlechterverhältnisses 8:5 höher als die der Mädchen, in Bezug auf die Beitragsqualität sind die Verhältnisse jedoch eher umgekehrt [1].

Durch Junge-Mädchen-Meldekette können die qualitativ hochwertigen Beiträge der Mädchen stärker in den Unterricht eingebunden werden. Zu Beginn des Schuljahres fiel in der Klasse ein erheblicher Anteil der Unterrichtszeit aufgrund verfestigten Störverhaltens aus, das nur langsam durchbrochen werden konnte. Die Bereitschaft der Mädchen, sich in Unterrichtsgesprächen einzubringen, ist im Laufe der Zeit allerdings ebenso gestiegen wie die Leistungen der Klasse insgesamt. Wenngleich die Notwendigkeit der Erwähnung derartiger Erfolge nach siebenjähriger schulischer Sozialisation aus systemischer Sicht als äußerst problematisch zu beurteilen ist, so ist in dieser Klasse mittlerweile der Einsatz kooperativer Lernformen in Ansätzen möglich. Dabei muss die Lehrkraft jedoch immer noch zu häufig die Regeleinhaltung (“Think” gänzlich ohne Kommunikation aber mit Anfertigen von Notizen, “Pair” mit 30cm-Stimme) überwachen und einfordern bzw. erwünschtes Sozialverhalten im Sinne des Lernens am Modell demonstrieren.

Die Beziehung der Lerngruppe zur Lehrkraft ist dennoch positiv; dies äußert sich u.a. außerhalb des Unterrichts durch die häufige, vonseiten der Schülerinnen und Schüler initiierte Gespräche und deckt sich mit der Rückmeldung von Kolleginnen und Kollegen sowie Eltern, denen die Klasse ebenfalls vom guten persönlichen Verhältnis berichtet hat. Im Sinne einer Trennung von Verhalten und Person bei der Beurteilung von Unterrichtsstörungen ist dies eine äußerst wertvolle Ressource.

Die Mehrheit der Klasse ist dem Fach Physik gegenüber positiv eingestellt und bringt grundlegende Motivation für das Verständnis physikalischer Zusammenhänge mit. Wann immer es gelingt, diese affektiven Grundvoraussetzungen zur intensiven kognitiven Auseinandersetzung mit Lerngegenständen nutzbar zu machen, entwickeln sich im Anschluss an Arbeitsphasen tiefgreifende Unterrichtsgespräche mit so hoher und qualitativ ansprechender Schülerbeteiligung, dass die Lehrkraft sich auf die Rolle des Moderators beschränken kann und lediglich zum Schluss die wesentlichen Aspekte akzentuieren muss. Die Anfertigung hilfreicher Dokumentationen eigener Arbeitsergebnisse muss allerdings noch verbessert werden, weshalb die Lerngruppe hierzu auch im Sinne eines sprachförderlichen Fachunterrichts häufig aufgefordert und unterstützt wird.

**Aus Datenschutzgründen fehlt hier ein Absatz der internen Version des Dokuments.**

### 3.3 Didaktisch-Methodische Überlegungen

Der Hebel ist ein besonders gutes Beispiel für Exemplarizität, denn diese Art von Kraftwandlern durchsetzt unseren Alltag bewusst wie unbewusst: Neben offensichtlichen Beispielen wie Wippen, Nussknackern und Zangen kann auch jedes Gelenk im menschlichen Körper als Drehpunkt eines Hebels aufgefasst werden. Zusätzlich ist seine Behandlung in Klasse 8 optimal platziert, da Querbezüge zum Thema “Gleichungen mit Parametern” aus dem Mathematikunterricht hergestellt und für eine angemessene Mathematisierung des Hebelgesetzes genutzt werden können.

Die Behandlung des Stundenthemas ist unmittelbar durch die Kompetenzerwartungen

- Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraft-

wandlern an Beispielen beschreiben [können],

- Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.

des Kernlehrplans legitimiert [3]. Insofern lässt sich richtlinienkonformer Unterricht auf unterschiedlichen Anspruchsniveaus im Sinne einer zielbezogenen Differenzierung realisieren, was die konkreten Lernziele der Stunde legitimiert.

Die Idee, eine Laufgewichtswaage im Physikunterricht bauen zu lassen, geht dem Kenntnisstand des Autors nach auf Volkmer zurück [4] und wurde von Neunzig als niveaudifferenziertes Implementierungsbeispiel des ersten Kernlehrplans für das Fach Physik in Nordrhein-Westfalen wieder aufgegriffen [5]. Letzteres Material wird hier aufgegriffen und weiterentwickelt.

Die Stunde beginnt ritualisiert mit einer Einstiegsaufgabe, wie von Hauser [6] oder Felten [7] vorgeschlagen: Zur Reaktivierung des für diese Stunde notwendigen Vorwissens wird eine einfache Aufgabe zur Anwendung des Hebelgesetzes mit der kooperativen Grundform Think-Pair-Share bearbeitet [8]. Für die Verankerung von Wissen im Langzeitgedächtnis ist dabei das freie Memorieren in der Think-Phase wesentlich effektiver als der Rückgriff auf Mitschriften [9]. Die Schüler wissen, dass nach der Pair-Phase jeder zur Präsentation ausgelost werden kann, wodurch die Verbindlichkeit der Aufgabe erheblich gesteigert wird; gleichzeitig wird durch die Pair-Phase sichergestellt, dass jeder hier einen sinnvollen Beitrag liefern kann.

Der Einstieg in das eigentliche Stundenthema wird kurzgehalten, da empirisch hinreichend erwiesen ist, dass komplexe Einstiege mit Show-Effekten keine nennenswerten Auswirkungen auf Motivation oder Lernwirksamkeit haben [10]. Als Impuls dient das Foto einer antiken römischen Schnellwaage, das i.d.R. von einigen Schülern identifiziert und treffend beschrieben werden kann. Diese Phase dient daher einerseits dazu, ein minimales Verständnis über den Unterrichtsgegenstand und seinen Bezug zum Thema der vorherigen Stunde sicherzustellen und andererseits auch, um im Sinne einer transparenten Unterrichtsgestaltung über Ziele und Ablauf der Stunde zu informieren. Eine geeignete Schülerformulierung der Funktionsweise wäre in dieser Phase: “Wenn man eine Masse an den Haken hängt, dann muss der Laufkörper auf der anderen Seite verschoben werden, bis die Waage im Gleichgewicht ist.”

Die Erarbeitung findet materialgesteuert in Partnerarbeit statt. Wenngleich eine definitionsgetreue kooperative Lernform im Sinne des Dreischritts Think-Pair-Share grundsätzliche Vorteile aufweist [8], muss ein Kompromiss zwischen Lernwirksamkeit, Classroom Management und Materialaufwand gefunden werden. Die Möglichkeit der Arbeit in Tischgruppen wird zugunsten einer intensiveren sachbezogenen Schüleraktivität in Partnerarbeit und aufgrund der zuvor geschilderten, weiterhin nur langsam zu behebenden Schwierigkeiten im Bereich des sozialen Lernens verworfen. Reine Einzelarbeit würde die Bereitstellung von 25 Materialsätzen und damit auch die Anschaffung neuer Gewichtssätze für die experimentelle Kalibrierung der Skala erfordern. Auch eine kurze Einzelarbeit zu Beginn der Erarbeitung kann nicht durchgeführt werden, da die meisten Schüler sich über einen enaktiven Zugang mit dem Material vertraut machen wollen und hierfür ebenfalls ein Klassensatz notwendig wäre. Die Arbeitsaufträge sind

jedoch so gestaltet, dass sie verbindlich zu einer für erfolgreiches Lernen notwendigen kognitiven Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand anregen [11].

Die Aufgaben sind, wie oben erläutert und durch den Kernlehrplan legitimiert, zieldifferent in drei Niveaus angelegt, sodass im Idealfall jeder Schüler in der Zone seiner proximalen Entwicklung kognitiv aktiviert werden kann [11]. Die Zuweisung erfolgt durch Selbsteinschätzung und anschließende Bildung von Paaren. Die Sitzordnung muss dann entsprechend geändert werden, um zu verhindern, dass die Strukturierungsmaßnahmen auf den Arbeitsblättern niedrigerer Niveaus einfach von Paaren auf höheren Niveaus verwendet werden.

Das höchste Niveau besteht darin, nur mit Hilfe des Fotos der antiken Waage aus dem bereitgestellten Material mit wenig Lenkung eine funktionsfähige Waage herzustellen. Auf dem mittleren und unteren Niveau wird der Aufbau der Waage durch ein Foto vorgegeben, allerdings jeweils ohne Kalibrierung der Skala, die mit Hilfe bereitgestellter Gewichtsstücke selbstständig erstellt werden soll. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Niveaus liegt im Umgang mit der Tarierung: Wird diese vorgegeben, so ist, entsprechend der Ausführungen in der didaktischen Sachanalyse, die Situation weitgehend strukturgleich mit dem Hebel der vorherigen Stunde. Auf dem unteren Niveau wird die Tarierung daher vorgegeben, während sie auf dem mittleren möglichst selbstständig gefunden werden soll. Auf Niveau 2 und 3 soll, entsprechend der Lernziele, im zweiten Teil der Stunde eine Beschreibung und Erklärung des Aufbaus und der Funktionsweise erfolgen, während für Niveau 1 eine Beschreibung genügt.

Drei Hilfekarten dienen der Implementierung der Tiefenstrukturdimension konstruktive Unterstützung und fangen als mögliche Denkanstöße die analysierten Schwierigkeiten auf [11]: Die erste wendet sich an die Niveaus 2 und 3 und enthält ein Foto des Aufbaus inkl. der Maße, die für eine theoretische Kalibrierung der Skala herangezogen werden können, sowie eine kurze Beschreibung der Verwendung der Tariermasse. Denkanstoß 2 kann auf allen Niveaus verwendet werden und beschreibt, wie man die Skala mit Hilfe von Massestücken empirisch kalibrieren kann. Denkanstoß 3 unterstützt letztlich die Erkenntnis, dass es sich um eine lineare Skala und damit einen proportionalen Zusammenhang zwischen Masse des Wägeguts und Entfernung des Laufkörpers vom Drehpunkt handelt.

Die Pause kann dank der zur Verfügung stehenden Doppelstunde flexibel gestaltet werden. Die Unterrichtsdurchführung folgt dabei auch dem Prinzip der Langsamkeitstoleranz [11], d.h. den Schülern wird die zur eingehenden Bearbeitung der Aufgaben notwendige Zeit zugestanden. Aufgrund eines früheren Erfahrungswert kann grob von 30 Minuten für die Bearbeitung der ersten beiden Aufgaben ausgegangen werden, je nach Ergebnis der Beobachtung der Arbeitsprozesse in der laufenden Stunde kann diese Vorgabe jedoch spontan unter- oder überschritten werden.

Um eine erfolgreiche Beschreibung und ggf. Erklärung des Aufbaus und der Funktionsweise zu ermöglichen, erfolgt nach Bearbeitung der ersten beiden Aufgaben in jedem Fall eine Zwischensicherungsphase im Plenum, in der die wesentlichen Gesichtspunkte im Plenum besprochen und vom Lehrer ggf. akzentuiert werden. Je nach verfügbarer Zeit kann Aufgabe 3 bereits im Unterricht fertiggestellt werden oder aber die Arbeit nur begonnen und als Lernzeitaufgabe beendet werden. Im Sinne eines sprachförderlichen Fachunterrichts werden die verfassten Texte



im Anschluss (ggf. in der Folgestunde) vom jeweiligen Partner gelesen, kritisiert und gemeinsam überarbeitet, sodass am Ende des Lernprozesses auch ein materielles und veröffentlichungsfähiges Lernprodukt steht [12].

Zum Abschluss der Unterrichtseinheit zur Laufgewichtswaage wird ein Schülerfeedback eingeholt, das neben dem Erreichen der Lernziele sowohl den Erfolg der noch nicht häufig praktizierten Selbsteinschätzung bzgl. niveaudifferenzierter Materialien in den Blick nimmt als auch auf die mögliche Verbesserung der Arbeitsaufträge und Denkanstöße für zukünftige Durchgänge abzielt. Es dient dazu, Aspekte des Lernens sichtbar zu machen und Verbesserungen des zukünftigen Unterrichts anzustoßen [13]. Mangels eines digitalen Feedback-Systems muss improvisiert werden: Die angehängte Tabelle wird an die Tafel geschrieben, der Lehrer verlässt für einen Moment den Raum und die Schüler tragen ihre Rückmeldung ein.

## 4 Verlaufsplan

Phase	Lernschritt/Unterrichtsinhalt (Impulse, Schlüsselfragen, geplantes Lehrerverhalten, erwartetes Schülerverhalten)	Lernorganisation (Sozial-/Aktionsformen, Medien)
Begrüßung	L begrüßt die Klasse und stellt den Besuch vor	
Startaufgabe	L blendet die Startaufgabe ein, S bearbeiten diese kooperativ und präsentieren ihr Ergebnis	T-P-S; Beamer, DK
Einstieg	L zeigt ein Foto der antiken Laufgewichtswaage und fragt, worum es sich handele und das Gerät funktioniere S überlegen, beraten sich ggf. S nennen Waage und Funktionsprinzip, L moderiert ggf. L benennt Ziel der Unterrichtseinheit und stellt das Material vor Niveaudifferenzierte Paare werden gebildet, S. setzen sich um und holen Material	Beamer EA/PA UG LV
Erarbeitung 1	S bearbeiten das niveaudifferenzierte Material  L beobachtet, berät und gibt ggf. Hilfestellung, falls die Denkanstöße nicht ausreichen	PA; Waagen
Flexible Gestaltung der Pause		
Sicherung 1	S präsentieren ihre Ergebnisse zum Aufbau und zur Funktionsweise der Waagen im Plenum, klären gegenseitig evtl. noch bestehende Fragen Lehrer unterstützt und akzentuiert ggf.	UG
Genaueres Fortfahren je nach verstrichener Zeit, ggf. Fertigstellung als Lernzeitaufgabe		
Erarbeitung 2	S verfassen einen Text, der die Funktionsweise und den Aufbau der Waage beschreibt und ggf. erklärt  L beobachtet und beantwortet ggf. Fragen S tauschen ihre Texte aus, lesen und kritisieren diese S überarbeiten ihre Texte	EA  EA/PA EA
Feedback	S geben Feedback in Bezug auf Lernziele, ihre Selbsteinschätzung, die Formulierung der Arbeitsaufträge und der Hilfekarten	Feedback-Tabelle; Tafel

## 5 Literatur

- [1] Kessels, U.: Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer? In: Spinath, B. (Hrsg.): Empirische Bildungsforschung. Springer VS, Heidelberg, 2014.
- [2] Kühn, T. und Petcov, R. (Hrsg.): STEP - Das Buch für Lehrer/innen: Wertschätzung und professionell den Schulalltag gestalten. Beltz, Weinheim, 2011.
- [3] Kernlehrplan für die Sekundarstufe II, Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Physik
- [4] Volkmer, M.: Bau einer Laufgewichtswaage. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, Chemie 37 (1989), S. 6-11.
- [5] Neunzig, M.: Bau einer römischen Schnellwaage. (durch private Mitteilung von M. Gerhards im Februar 2017 erhalten)
- [6] Hauser, A.: Classroom Management. Ein Baustein für die Schulentwicklung. Wolters Kluwer, Köln, 2015.
- [7] Felten, M.: Nur Lernbegleiter? Unsinn, Lehrer! Lob der Unterrichtslenkung. Cornelsen, Berlin, 2016.
- [8] Brüning, L. und Saum, T.: Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen. NDS, Essen, 2009.
- [9] Wellenreuther, M.: Lehren und Lernen - aber wie? Schneider, Hohengehren, 2018.
- [10] Wisniewski, M.: Psychologie für die Lehrerbildung. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2015.
- [11] Gold, A.: Guter Unterricht - Was wir wirklich darüber wissen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2015.
- [12] Leisen, J.: Lehr-Lern-Modell. <http://http://www.lehr-lern-modell.de/lehr-lern-modell>, abgerufen am 06.05.2018.
- [13] Wisniewski, B. und Zierer, K.: Visible Feedback. Ein Leitfaden für erfolgreiches Unterrichtsfeedback. Schneider, Hohengehren, 2017.

## 6 Erklärung

Ich versichere, dass ich den Unterrichtsentwurf eigenständig verfasst, keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen des Entwurfs, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Das Gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen. Anfang und Ende von wörtlichen Textübernahmen habe ich durch An- und Abführungszeichen, sinngemäße Übernahmen durch direkten Verweis auf die Verfasserin oder den Verfasser gekennzeichnet.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## Anhang

- Arbeitsaufträge
- Denkanstöße
- Feedback-Tabelle

## Die Laufgewichtswaage – Welche Masse hat dein Schlüsselbund?



Ziel der Stunde ist es, eine römische Schnellwaage nachzubauen, ihre Funktionsweise zu verstehen und zu beschreiben sowie die Masse deines Schlüsselbunds damit zu bestimmen.

### **Aufgabe 1**

Baue anhand des Fotos ein Modell einer römischen Schnellwaage:

- Hänge die Foldbackklammer inkl. Büroklammer an den unteren linken Rand der Holzleiste. Hänge den Laufkörper und den Schlüsselbund aber nicht sofort an. Verschiebe zuerst die obere Klammer so weit, dass die Waage waagrecht hängt.
- Hänge nun das Wägegut und den Laufkörper an die Waage. Verschiebe den Laufkörper so weit, dass die Waage im Gleichgewicht ist. Nun kannst du die Masse des Wägeguts bestimmen.

### **Aufgabe 2**

Bearbeite nacheinander die folgenden Punkte:

- Vergleiche für mehrere Massestücke à 50g die Entfernung des Wägeguts und des Laufkörpers vom Aufhängepunkt. Beschreibe den Zusammenhang!
- Verwende deine Ergebnisse, um auf dem Papierstreifen eine Messskala zu erstellen. Der Laufkörper hat die Masse  $m = 100 \text{ g}$  (Säckchen und Klammer zusammen).
- Bestimme die Masse deines Schlüsselbundes. Du kannst das Ergebnis mit der Digitalwaage überprüfen.
- Wie müsstest du den Laufkörper verändern, wenn mit dieser Waage Massen bis zu 1kg gemessen werden sollen? Wie würde sich die Skala verändern?
- Nenne Geräte, die ähnlich funktionieren wie die römische Schnellwaage.

### **Aufgabe 3**

Beschreibe in einem Text inkl. Skizze den Aufbau und die Funktionsweise deiner Waage.

Hinweis: Die Klammer mit der Mutter heißt „Tariermasse“. Sie wird benötigt, damit sich die Waage ohne Wägegut im Gleichgewicht befindet, wenn der Laufkörper auf der Markierung „0g“ angebracht ist.

## Die Laufgewichtswaage – Welche Masse hat dein Schlüsselbund?



Ziel der Stunde ist es, eine römische Schnellwaage nachzubauen, ihre Funktionsweise zu verstehen und zu beschreiben sowie die Masse deines Schlüsselbunds damit zu bestimmen.

### **Aufgabe 1**

Baue anhand des Fotos ein Modell einer römischen Schnellwaage. Der Laufkörper besteht aus zwei Massestücken und einer Foldback-Klammer (Masse zusammen 100g).

### **Aufgabe 2**

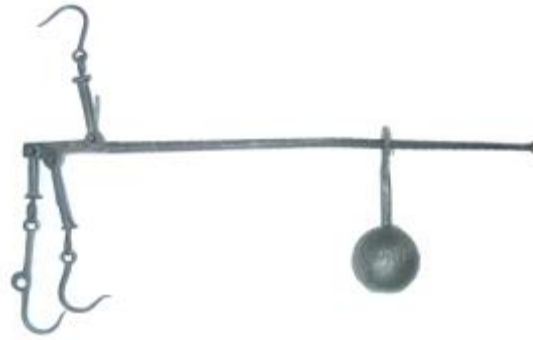
Bearbeite nacheinander die folgenden Punkte:

- Erläutere, warum man für die Waage eine Tariermasse (Klammer mit Mutter oben links) benötigt.
- Vergleiche für mehrere Massestücke à 50g die Entfernung des Wägeguts und des Laufkörpers vom Aufhängepunkt. Beschreibe den Zusammenhang!
- Verwende deine Ergebnisse, um auf dem Papierstreifen eine Messskala zu erstellen.
- Bestimme die Masse deines Schlüsselbundes. Du kannst das Ergebnis mit der Digitalwaage überprüfen.
- Wie müsstest du den Laufkörper verändern, wenn mit dieser Waage Massen bis zu 1kg gemessen werden sollen? Wie würde sich die Skala verändern?
- Nenne Geräte, die ähnlich funktionieren wie die römische Schnellwaage.

### **Aufgabe 3**

Beschreibe und erkläre in einem Text inkl. Skizze den Aufbau und die Funktionsweise deiner Waage.

## Die Laufgewichtswaage – Welche Masse hat dein Schlüsselbund?



Auf dem Foto siehst du eine antike römische Schnellwaage. Rechts befindet sich ein verschiebbares Massestück und links zwei Haken, an die man das Wägegut hängen kann. Ziel der Stunde ist es, eine solche Waage nachzubauen, ihre Funktionsweise zu verstehen sowie die Masse deines Schlüsselbunds damit zu bestimmen.

### **Aufgabe 1**

Baue aus dem bereitgestellten Material das Modell einer römischen Schnellwaage. Das Säckchen hat zusammen mit der Klammer die Masse  $m=100\text{g}$ .

### **Aufgabe 2**

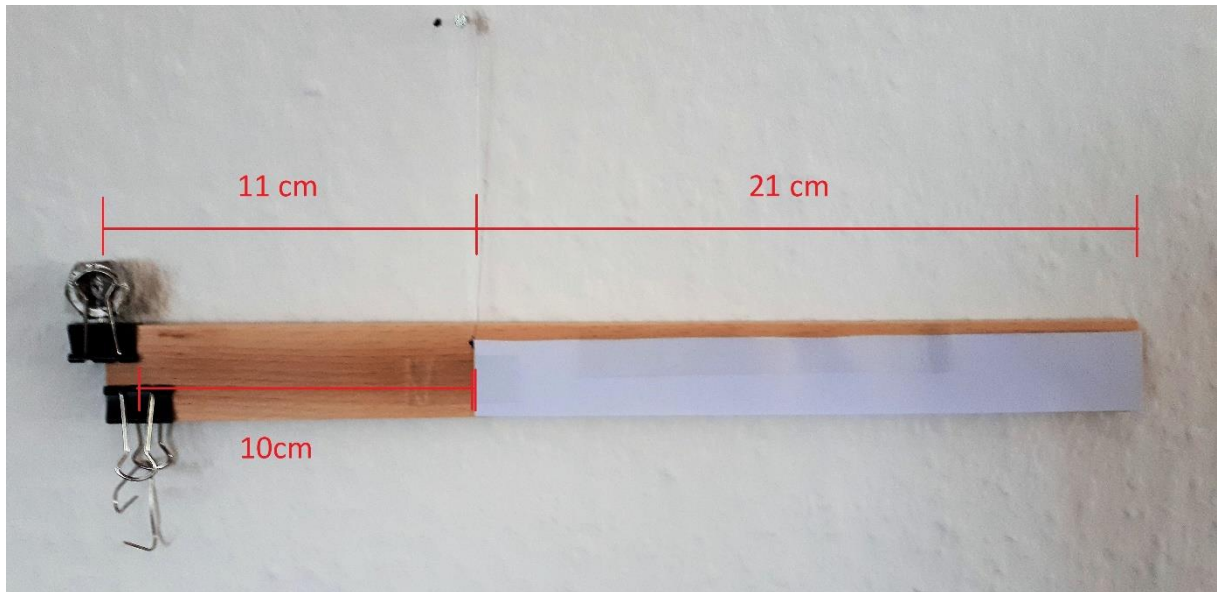
Bearbeite die folgenden Punkte:

- Erstelle eine Skala für deine Waage und klebe sie darauf.
- Bestimme die Masse deines Schlüsselbundes. Du kannst das Ergebnis mit der Digitalwaage überprüfen.
- Wie müsstest du den Laufkörper verändern, wenn mit dieser Waage Massen bis zu 1kg gemessen werden sollen? Wie würde sich die Skala verändern?
- Nenne Geräte, die ähnlich funktionieren wie die römische Schnellwaage.

### **Aufgabe 3**

Beschreibe und erkläre in einem Text inkl. Skizze den Aufbau und die Funktionsweise deiner Waage.

## Denkanstoß 1



Die Tariermasse (Klammer mit Mutter) wird so verschoben, dass sich die Waage ohne Wägegut (nur Foldback- und Büroklammer links unten) im Gleichgewicht befindet.

## Denkanstoß 2

Die Skala soll im Drehpunkt beginnen. Hänge einige bekannte Massen an die Waage und notiere dir die Position des Laufkörpers (100g) für diese Massen. Erstelle dann die Skala.

## Denkanstoß 3

Wenn der Laufkörper genauso weit vom Aufhängepunkt entfernt ist wie das Wägegut und sich die Waage im Gleichgewicht befindet, haben beide die gleiche Masse.

Wenn der Laufkörper doppelt so weit weg ist wie das Wägegut, muss das Wägegut \_\_\_\_\_ so schwer sein wie der Laufkörper.



## Aufbau der Feedback-Tabelle

	+	o	-
Ich kann beschreiben/erklären, wie eine Laufgewichtswaage aufgebaut ist und wie sie funktioniert			
Ich habe ein für mich passendes Niveau gewählt			
Die Arbeitsaufträge waren klar formuliert			
Die Denkanstöße passten zu meinen Fragen und haben mich weitergebracht			