

Energiebilanzen in der Mechanik

– konzipiert nach der Freiburger-Forschungsraum-Didaktik

D. Plappert

Das im Beitrag „Unterricht, der innerlich berührt“ in diesem Heft (S. 40) ausführlich beschriebene und begründete Konzept der Freiburger Forschungsraum Didaktik wird am Beispiel einer Unterrichtseinheit „Energiebilanzen in der Mechanik“ konsequent angewandt. Besonderes Augenmerk wird auf die Verankerung der unterrichteten Inhalte und der erworbenen Kompetenzen im episodischen (S. 40) und durch Embodiment im körperlichen Gedächtnis gelegt.

1 Ziele des Unterrichtsbeispiels

Voraussetzungen: Die Schülerinnen und Schüler haben im vorausgehenden Unterricht die Formeln für die in einem bewegten Körper $E_{\text{Bew}} = 1/2 mv^2$ und die beim Heben eines Körpers im Gravitationsfeld gespeicherte Energie $E_{\text{Grav}} = mgh$ kennengelernt.

In diesem Unterricht verzichten wir ganz bewusst auf die Benennung von mgh mit „potenzieller Energie“. Diese Bezeichnungsweise ist in einer Zeit entstanden, in der die Eigenschaft der Erhaltung der Energie noch nicht vollständig geklärt war, insbesondere, dass die Energie sich „immer irgendwo befindet“. Die Frage „Wo befindet sich die Energie?“ hat immer eine Antwort, d. h., die Energie kann immer lokal-

Teilen Sie die Lernintentionen mit den Schülerinnen und Schülern, so dass diese die Ziele verstehen und darüber im Klaren sind, wie der Erfolg aussieht. Dabei wird mehr verlangt, als dass die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Unterrichtsstunde die Lernintentionen brav aufsagen. Hingegen wird verlangt, dass sie über ein tieferes Verständnis dessen verfügen, was gewünscht wird, wie der Erfolg aussieht, und in welcher Beziehung die Aufgaben zu der Intention stehen.

So wissen sie, wann sie das intendierte Lernen erreicht haben. Erfolgreiche Lehrpersonen planen effektiv, weil sie Entscheidungen zu angemessen herausfordernden Zielen treffen und dann Situationen so strukturieren, dass die Schülerinnen und Schüler diese Ziele erreichen können. Wenn Lehrpersonen Lernende dazu ermutigen können, sich für die Erreichung dieser herausfordernden Ziele zu engagieren, und wenn sie den Schülerinnen und Schülern Feedback darüber geben, wie man erfolgreich beim Lernen ist, während sie daran arbeiten, die Ziele zu erreichen, dann besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Ziele erreicht werden.

Hattie: Lernintentionen in der Startphase, [6]

Kasten 1: Beteiligung der Schülerinnen und Schüler an der Unterrichtskonzeption

sirt werden. Diese Problematik wird tiefergehend beleuchtet im Beitrag „Wo ist die potenzielle Energie“ von Schwarze in diesem Heft (S. 36).

Im hier dargestellten Unterricht [5] soll zum einen das Konzept der Bilanzierung eingeführt und auf die Physik, speziell auf das Thema „Energie“, übertragen werden. Zum anderen sollen die Schülerinnen und Schüler selbst geeignete Fragestellungen mithilfe der Bilanzrechnung lösen.

2 Zur Startphase

Mit der folgenden Startphase soll einerseits die Möglichkeit der innerlichen Berührung geschaffen werden (vgl. [1], S. 41) und andererseits den Schülerinnen und Schülern die Lernintentionen der Unterrichtsstunde verdeutlicht werden (vgl. Kasten 1). Ein Video einer Achterbahnfahrt auf der Blue Fire Mega Coaster (Europa-Park in Rust) wird gezeigt [2]. In der „Stammelfase“ (vgl. [1], S. 42) tauschen die Schülerinnen und Schüler ihre persönlichen Erlebnisse aus. Zunehmend tritt die sachliche Beschreibung der Situation hinzu und die Lehrperson gibt Informationen, u. a., dass es sich bei der Blue-Fire-Mega-Coaster-Achterbahn um eine Katalpultbahn handelt, bei der der Zug laut Angaben im Internet auf der 80 Meter langen Geraden innerhalb von ca. 2,5 Sekunden auf 100 km/h beschleunigt, dann ohne weitere äußere Energiezufuhr die höchste Stelle mit einer Höhe von 38 m überwindet und dass das Fahrzeug u. a. einen 32 m hohen Looping durchfährt. Ziel der Stunde soll es sein, mit dem im bisherigen Unterricht erworbenen Wissen zu überprüfen, ob die angegebene Geschwindigkeit realistisch ist. In einer kurzen Murnelfase sollen die Schülerinnen und Schüler über eine Strategie nachdenken, wie diese Aufgabe gelöst werden kann. Die Lehrperson skizziert den weiteren Verlauf der Stunde. Zunächst werden die notwendige

Energiebilanzen in der Mechanik

Episodische Gedächtnis
Embodiment

Beispiel einer Unterrichtssequenz in Kl. 10

- Wiederholung der Formeln für Bewegungsenergie und die Energie im Gravitationsfeld
- Video als Einstieg („Berühren – Stammeln – episodisches Gedächtnis“)
- Bilanzieren
- Anwendung I bei Blue Fire Megacoaster (Reproduktion)
- Anwendung II bei Blue Fire Megacoaster (Transfer)



Abb. 1: Zur Konzeption des Unterrichtsbeispiels, © CC BY-SA 3.0 de, Foto Fritz Spitzkohl

<p>Die Formel der im bewegten Körper gespeicherten Energie lautet</p> <p>$E = \frac{1}{2}mv^2$ $E = \frac{1}{2}mv$ $E = mv$</p>	<p>Die Formel der im bewegten Körper gespeicherten Energie lautet</p> <p>$E = \frac{1}{2}mv^2$ $E = \frac{1}{2}mv$ $E = mv$</p>	<p>Die Formel für die im Gravitationsfeld gespeicherten Energie lautet</p> <p>$E = \frac{1}{2}mh^2$ $E = 2hmg$ $E = mgh$</p>
<p>Die Formel für die im Gravitationsfeld gespeicherten Energie lautet</p> <p>$E = \frac{1}{2}mh^2$ $E = mgh$ $E = mgh$</p>	<p>Die Formel für die Spannenergie lautet</p> <p>$E = \frac{1}{2}D^2s$ $E = 2D^2s$ $E = \frac{1}{2}Ds^2$</p>	<p>Die Formel für die Spannenergie lautet</p> <p>$E = D^2s$ $E = 2D^2s$ $E = \frac{1}{2}Ds^2$</p>

Abb. 2: Beispiel für ein Formelquiz

gen Formeln wiederholt, dann wird die Methode des Bilanzierens eingeführt, mit der dann diese und weitere Aufgaben gelöst werden können.

3 Formelquiz zur Wiederholung und Sicherung

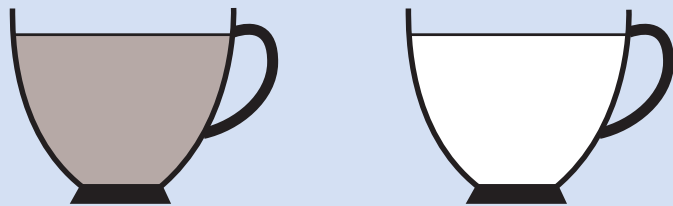
Wichtige Formeln werden wie „Vokabeln“ der Physik wiederholt (siehe [4]): Auf das Signal des Lehrenden hin sollen die Schülerinnen und Schüler einen Stift der passenden Farbe bzw. den rechten, den linken oder beide Arme hochhalten (siehe Abb. 2).

4 Das Bilanzieren

Die Methode des Bilanzierens soll durch das folgende Gedankenexperiment erarbeitet werden: „Wenn ich aus einer Tasse Milch einen Teelöffel abnehme und in meinen Kaffee gebe, und nun einen Teelöffel von dieser Mischung zurück in die Milch gebe: Befindet sich dann am Ende mehr Kaffee in der Milch oder mehr Milch im Kaffee?“

Die Erarbeitung dieser Frage soll durch eine „Schülerdiskussion mit Positionierung im Raum“ erfolgen [3]: Die Schülerinnen und Schüler, die der Meinung sind, es sei am Ende mehr Milch in den Kaffee gekommen, sollen zur Fensterseite, diejenigen, die meinen, es sei mehr Kaffee in die Milch gekommen, zur gegenüberliegenden Seite und diejenigen, die meinen, dass gleich viel Kaffee und Milch getauscht wurde, in die Mitte des Raumes gehen. Oft ist die größere Schülergruppe davon überzeugt, dass mehr Milch in den Kaffee gekommen ist. Die Diskussion wird eröffnet durch einen Vertreter der Minderheit. Er soll Argumente für seine Position darlegen, um die anderen von seiner Meinung

Ausgangssituation: In der linken Tasse befindet sich Kaffee, in der rechten Milch.



Umschütten in einem ersten Schritt: Aus der rechten Tasse mit der Milch wird ein Löffel voll Milch in die linke Tasse übertragen. Dann wird die linke Tasse umgerührt. Anschließend wird ein Löffel der Mischung zurück in die rechte Tasse übertragen.

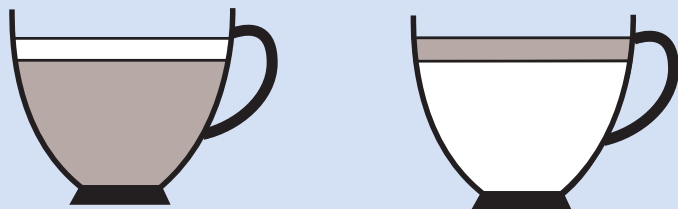


Abb. 3: Das Kaffee-Milch-Problem

zu überzeugen. Danach kommen Vertreter der anderen Positionen zu Wort. Immer wenn jemand seine persönliche Ansicht verändert, kann die Stellung im Raum entsprechend verändert werden. Es ist faszinierend, welche Prozesse sich hierbei abspielen. Es kann sein, dass die „Milchseite“ plötzlich in Scharen in die Mitte läuft, wobei manche dann nur der Mehrheit folgen, ohne selbst überzeugt worden zu sein.

Die Positionierung im Raum unterstützt das „Embodiment“, das Denken und Erinnern mit dem Körper.

Am Ende dieser Phase sollen die Schülerinnen und Schüler erkennen,

- dass beim Bilanzieren nicht der Prozess des Hin- und Herlöffelns, sondern der Unterschied von Anfangs- und Endzu-

stand betrachtet wird, also hier: die Flüssigkeitsvolumina in den Tassen, die vor und nach der „Operation“ gleich sind. Es wurde durch das „Löffeln“ in beiden Tassen dieselbe „Menge“ ausgetauscht. Das Volumen der Milch, die in der „Milchtasse“ fehlt, befindet sich dann in der „Kaffeetasse“, das Volumen des Kaffees, der in der „Kaffeetasse“ fehlt, befindet sich dann in der „Milchtasse“, – also befindet sich so viel Milch im Kaffee wie Kaffee in der Milch, vgl. Abb. 3;

- dass es beim Kaffee-Milch-Problem nicht darauf ankommt, ob die Tasse mit reiner Milch und die Tasse mit reinem Kaffee dasselbe Fassungsvermögen (Volumen) haben oder nicht, sondern nur auf die Menge, die ausgetauscht wurde.

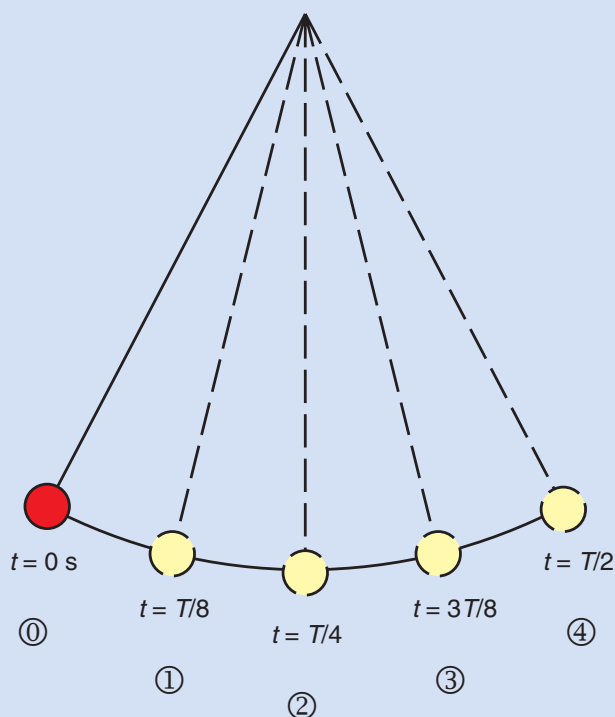


Abb. 4: Schwerependel: Energieaustausch zwischen dem Körper und dem Gravitationsfeld

5 Transfer auf das Schwerependel

Die Methode des Bilanzierens wird auf ein Schwerependel übertragen. Statt Flüssigkeit wird hier Energie ausgetauscht, die einmal im bewegten Körper und einmal im Gravitationsfeld gespeichert ist. Es sollen Bilanzen zu den Positionen 0 bis 4 aufgestellt werden.

Durch „Embodiment“ kann auch hier das Verständnis auf die folgende Weise vertieft werden [4]. Fünf Schülerinnen und Schüler stellen jeweils eine „Energieportion“ dar. Befinden sie sich rechts der Lehrperson, dann ist die Energie im bewegten Körper gespeichert, befinden sie sich links, ist die Energie im Gravitationsfeld gespeichert. Die Lehrperson deutet zunächst auf Position 0 (Folie, Tafel): Alle „Energieportionen“ stehen links. Dann bewegt sich der Finger der Lehrperson langsam zu Position 1 bis 4. Zunächst bewegen sich viele Schülerinnen und Schüler intuitiv der Fingerbewegung entsprechend von links nach rechts, bis sie bemerken, dass für die Energiebilanz nur die Positionen links und rechts entsprechend den Energiespeichern Körper und Gravitationsfeld Sinn ergeben. Nach kurzer Zeit haben das alle Schülerinnen und Schüler verstanden. Die „Energieportionen“ sprechen sich ab und ändern ihre jeweilige Position dem „Energiezustand“ entsprechend.

Anmerkung: Als ich diese Szene das erste Mal im Unterricht bei Frau Neimanns verfolgen konnte, dachte ich, dass diese „Verkör-

perung“ nicht dem Niveau einer 10. Klasse eines Gymnasiums entspricht. Nachdem ich aber die Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler beim Transfer der Methode des Bilanzierens auf das konkrete Beispiel Schwerependel beobachten konnte und welche fruchtbare Diskussionen unter den Schülerinnen und Schülern entstanden, wurde mir klar, wie schwierig der Übergang vom Konkret-Operationalen zum Formal-Operationalen sein kann. Auf Lehrerfortbildungsveranstaltungen, bei denen an dieser Stelle dieses „Embodiment“ durchgeführt wurde, konnte ich erleben, dass dieser Übergang auch erfahrenen Lehrpersonen nicht ganz leicht fällt.

6 Erster Transfer auf die Achterbahn

Die Schülerinnen und Schüler bekommen nun den Auftrag, die Methode des „Energiebilanzierens“ auf die Achterbahn zu übertragen: „Auf welche Geschwindigkeit muss der Megacoaster (unbesetzt 8 t) gebracht werden, damit er ohne weitere Energiezufuhr die erste Anhöhe (38 m) erreicht?“ Den Schülerinnen und Schülern können vorbereitete Hilfekärtchen zur Verfügung gestellt werden, damit sie sich im selbstständigen Arbeiten eine Unterstützung holen können. Die Ergebnisse werden nach der Arbeitsphase von Schülergruppen präsentiert und von der Lehrperson entsprechend moderiert.

Anmerkung: Die Äußerung eines Schülers, dass die Masse der Mitfahrenden nicht ge-

geben ist, führt zu einer Leitfrage, die auf eine spätere Unterrichtsstunde verschoben wird: „Welchen Einfluss hat die Masse der Mitfahrenden auf die notwendige Anfangsgeschwindigkeit?“

7 Transfer auf eigene Aufgaben

Dazu wird aus [5] zitiert: „In der Vertiefung sollen die Schülerinnen und Schüler das bisher KennenGelernte auf selbst entwickelte Fragestellungen anwenden. Dafür werden Fragen gesammelt, die die Achterbahn aufwirft und bei denen die Schülerinnen und Schüler meinen, sie mit der Bilanzrechnung lösen zu können. Dieses Vorgehen hat mehrere Vorteile. Zum einen ist es motivierender, eigene Fragen zu bearbeiten als fremd vorgegebene. Außerdem ist es wichtig und in der Schule wohl viel zu selten geübt, eigene Fragen zu entwickeln – wenngleich in diesem Fall der Rahmen relativ eng gestreckt ist. Hinzu kommt, dass ich die Erfahrung gemacht habe, dass an diesem Punkt Unklarheiten der Schülerinnen und Schüler zutage treten können, ohne dass sie negative Konsequenzen befürchten müssten. Im Gegenteil: Eine Frage wie 'Wann ist der Wagen am höchsten Punkt des Loopings?' ist ein hervorragender Anlass, in dieser oder der folgenden Stunde darüber ins Gespräch zu kommen, was die Bilanzrechnung von kinematischen Überlegungen unterscheidet. Entsprechend geschieht dieses Sammeln der Fragen auch in Hinblick auf die Folgestunden. Ein Nachteil des Vorgehens ist sicherlich, dass ich als lehrende Person an dieser Stelle die Fäden aus der Hand gebe und ein gewisses Risiko eingeleite.“

In der folgenden Erarbeitungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler sich für eine der gesammelten Fragen entscheiden und diese mit ihrem Nachbarn gemeinsam zu lösen versuchen. Damit die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse prüfen können, habe ich für einige erwartbare Fragen Lösungen auf dem Lehrerpult ausliegen (z.B. welche Geschwindigkeit hat das Fahrzeug oben im Looping), wobei ich allerdings in Kauf nehmen muss, dass für einige Fragen keine Lösungen vorhanden sein könnten.“

8 Schlussphase – Metareflexion mit den Schülerinnen und Schülern

Die Schülerinnen und Schüler verfassen innerhalb der Unterrichtszeit zu folgenden Leitfragen kurze Notizen in ihr Lerntagebuch:

1. Was habe ich in dieser Unterrichtseinheit getan?
2. Was habe ich in dieser Unterrichtseinheit gelernt?
3. Wie könnte der Unterricht das nächste Mal weiter gehen?
4. Welche Fragen habe ich schon/noch am Ende dieser Unterrichtseinheit?

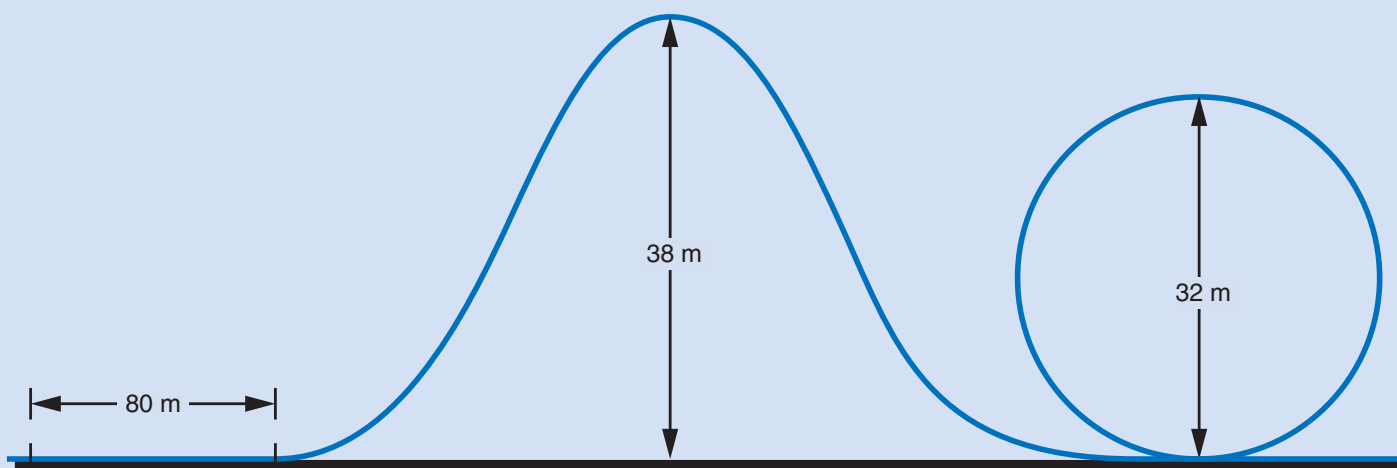


Abb. 5: Schematische Darstellung der Achterbahn

Die Lehrperson blickt dann mit den Schülerinnen und Schülern zusammen auf den Lernprozess. Die Lehrperson und auch die Schülerinnen und Schüler geben Feedback zum Unterrichtsprozess, das Gelernte wird festgehalten. Bewusst gemacht werden kann auch, wie sich der Blick auf die Dynamik der Achterbahn verändert hat, wie man den „Energieaustausch“ zwischen dem Wagen und dem Gravitationsfeld nun mit dem „inneren Auge“ förmlich sehen kann. Dazu kann das Einstiegsvideo noch einmal gezeigt werden. Das Vorgehen dient zur Festigung der bislang behandelten Inhalte.

Frage 3 dient dazu, die Schülerinnen und Schüler bewusst am Unterrichtsprozess zu beteiligen, dass sie den roten Faden erkennen können und mit diesem Bewusstsein in die nächste Unterrichtsstunde gehen können. Zum Beispiel kann die Frage, warum das Fahrzeug im Looping nicht nach unten stürzt, die Leitfrage sein, die dann zum Thema „Physik der Kreisbewegung“ führt.

Durch die Frage 4 soll eine Unterrichtskultur gefördert werden, in der es nicht darum geht, Fragen auf die Schnelle zu beantworten, sondern in der es darum geht, immer wieder neue Frage generieren zu können, deren Antworten manchmal über längere Zeit im Ungewissen bleiben, bis ein noch tieferes Verständnis der Welt erreicht werden konnte. Das Gedicht „Über die Geduld“ von Rainer Maria Rilke (siehe Kasten 2) beschreibt diese Haltung, die nicht nur für physikalische Fragen, sondern für alle tieferen Lebensfragen vorbildhaft sein kann.

9 Fazit

Im dargestellten Unterrichtsbeispiel geht es zum einen darum, zu verdeutlichen,

Man muss Geduld haben,
mit dem Ungelösten im Herzen,
und versuchen, die Fragen selber lieb zu haben, wie verschlossene Stuben,
und wie Bücher, die in einer sehr fremden Sprache geschrieben sind.
Es handelt sich darum, alles zu leben.
Wenn man die Fragen lebt, lebt man vielleicht allmählich, ohne es zu merken,
eines fremden Tages,
in die Antworten hinein.

Kasten 2: Geduld – gegen die Kultur des schnellen Antwortens, aus „Über die Geduld“ von Rainer Maria Rilke: *Briefe an einen jungen Dichter*. Leipzig. Insel Verlag. 1929

- wie versucht wird, die Schülerinnen und Schüler innerlich im Unterricht zu berühren,
- wie versucht wird, den Schülerinnen und Schülern durch bestimmte Methoden die Gelegenheit zu geben, die Unterrichtsgegenstände zu verinnerlichen, sei es durch das „Embodiment“, sei es durch das schrittweise Üben und Erweitern der formalen Methoden,
- wie versucht wird, den Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit zu geben, metakognitive Kompetenzen zu erwerben („Bilanzieren“),
- wie versucht wird, die Schülerinnen und Schüler an der Gestaltung des Lernprozesses zu beteiligen.

Die Hoffnung ist, dass durch die beschriebene Art des Unterrichtens auch Schülerinnen und Schüler, die noch nicht über die notwendigen formal-operationalen Fähigkeiten verfügen, genügend für sie Sinnvolles finden, um im Boot zu bleiben. Für sie müssen dann aber auch Gelegenheiten geschaffen werden, nichtformale Fähigkeiten im Unterricht einzubringen, z. B. durch Referate, verbale Beschreibungen und Reflexionen von bzw. über im Unterricht Behan-

deltes, die dann auch entsprechend bei der Notengebung berücksichtigt werden. ■

Literatur

- [1] Plappert, Dieter (2016). *Unterricht, der innerlich berührt – der n-Prozess als didaktischer Weg, erläutert an einer Unterrichtseinheit „Von der Schütteltaschenlampe zu den elektromagnetischen Wellen“*, PhiS 65/6 S. 40–45
- [2] https://www.youtube.com/watch?v=ZA4cTGK9G_8
- [3] Martin Kramer (2011). *Physik als Abenteuer – Erleben wird zur Grundlage des Unterrichtens*. Band 1, Aulis Verlag.
- [4] Nach einer Idee von Vera Neimanns, *Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien) Freiburg*
- [5] Nach einer Idee bzw. aus einem Unterrichtsentswurf von Charlotte Nennecke, *Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien) Freiburg*
- [6] Hattie, John (2014). *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen*. Schneider Verlag. Hohengehren

Anschrift des Verfassers

Prof. Dieter Plappert, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung Freiburg, (Abt. Gymnasien), Oltmannsstraße 22, 79100 Freiburg; E-Mail: dieter@plappert-freiburg.de



Das Sternbild Orion ohne und mit Lichtverschmutzung © Jeremy Stanley, lizenziert unter cc-by-2.0. Aus dem Beitrag „Ein Unterrichtskonzept zur Lichtverschmutzung für die Sekundarstufe I“ von *M. Kopper* u. *C. Haagen-Schützenhöfer*.

Vorschau

Heft 7 / 65. Jahrgang (15.10.2016)

Lichtverschmutzung

Hrsg. Prof. Dr. Haagen-Schützenhöfer

Sicherheit im Physikunterricht

Hrsg. Dr. R. Dietrich
Heft 8/Jahrgang 65 (1.12.2016)

Teilchenphysik in der Schule

Hrsg. Prof. Dr. M. Hopf
Heft 1/Jahrgang 66 (15.1.2017)

Messen und Kalibrieren

Hrsg. Prof. Dr. R. Müller
Heft 2/Jahrgang 66 (1.3.2017)

Anfangsunterricht

Hrsg. Prof. Dr. Dr. H. Wiesner
Heft 3/Jahrgang 66 (15.4.2017)

Weitere Themenheftplanung:

System*
Hrsg. Prof. Dr. V. Nordmeier
u. Dr. H. Schwarze

Geophysik*

Hrsg. Prof. Dr. Th. Wilhelm

Arduino*

Hrsg. Prof. Dr. Dr. H. Wiesner

Sprache*

Hrsg. Prof. Dr. Haagen-Schützenhöfer

Bewerten*

Hrsg. Prof. Dr. M. Hopf

Aufforderung zur Mitarbeit:

Interessierte Fachkollegen und -kolleginnen sind zur aktiven Mitgestaltung der Zeitschrift aufgerufen und gebeten, sich baldmöglichst mit dem jeweiligen Heftherausgeber mit Vorschlägen zur Abstimmung in Verbindung zu setzen. Bei den mit * gekennzeichneten Themenheften ist eine Mitarbeit am Thementeil noch möglich. Auch sind weitere eigene Themenvorschläge und Anregungen zu deren Bearbeitung willkommen. Der Magazinteil ist nicht themengebunden. Hier ist ein freier Manuskripteingang sehr erwünscht. Besonders geeignet sind Beiträge mit einem unmittelbaren Bezug zur Unterrichtspraxis. Einsendungen zum Magazinteil werden an den Schriftleiter erbeten. **Autorenhinweise zur Gestaltung der Manuskripte sind unter: www.aulis.de einzusehen.**

IMPRESSUM

(ISSN 1617-5689)

Herausgeber: (Physik)

Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer, Institut für Physik, Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 5, A8010 Graz, Österreich,

E-Mail: claudia.haagen@uni-graz.at

Prof. Dr. Martin Hopf, Universität Wien, Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik, Porzellangasse 4, A-1090 Wien,

E-Mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Rainer Müller, TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften,

Bienroder Weg 82, 38106 Braunschweig,

E-Mail: rainer.mueller@tu-bs.de

Prof. Dr. Volkhard Nordmeier, Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik/Didaktik der Physik, Arnimallee 14, 14195 Berlin,

E-Mail: nordmeier@physik.fu-berlin.de

StD Dr. Heiner Schwarze (Schriftleiter),

Am Holm 51, 24119 Kronshagen,

E-Mail: Heiner.Schwarze@t-online.de

Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner, LMU München, Lehrstuhl für Didaktik der Physik, Theresienstraße 37, 80333 München,

E-Mail: Hartmut.Wiesner@physik.uni-muenchen.de

Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Institut für Didaktik der Physik, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt am Main

E-Mail: info@thomas-wilhelm.net

Schriftleitung: (Physik)

StD Dr. Heiner Schwarze (Schriftleiter),

Am Holm 51, 24119 Kronshagen,

E-Mail: Heiner.Schwarze@t-online.de

Kontaktadressen:

Nachrichten an die Redaktion oder den Vertrieb bitte über das Kontaktformular auf: www.aulis.de/kontakt

Hinweis: Alle Beiträge werden nur unter der Voraussetzung angenommen, dass sie keiner anderen Zeitschrift zur Veröffentlichung angeboten worden sind. Unverlangt zur Rezension eingehende Bücher werden nicht zurückgesandt. Alle Rechte vorbehalten.

Manuskripte: (Ausdruck zzgl. Datei) Einseitig mit weitem Zeilenabstand und genügend Rand sowie vollständiger Anschrift des Autors erbeten; Abbildungsunterschriften am Schluss des Manuskripts, sorgfältige Zeichnungen für die Abbildungen auf gesonderten Blättern. Den Abhandlungen sind jeweils Kurzfassungen beizufügen.

Verlag: Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Lillenthalstraße 2, 85399 Hallbergmoos, Telefon 0811-60004-0

Erscheinungsweise und Bezugsbedingungen: Die Zeitschrift erscheint 8-mal im Jahr. Bezugspreis im Abonnement pro Heft im Inland 74,90 Euro zzgl. Versandkosten 13,60 Euro. Einzelheft im Inland 15,90 Euro zzgl. Versandkosten 2,50 Euro (Inland). Buchhändler, Referendare und Studenten erhalten 25% Rabatt auf den Bezugspreis zzgl. Versandkosten.

Die Mindestbestelldauer des Abonnements beträgt 1 Jahr. Die Abonnementgebühren sind jährlich im Voraus nach Erhalt der Rechnung fällig. Das Abonnement läuft weiter, wenn es nicht mindestens zwei Monate vor Ablauf des berechneten Zeitraums schriftlich gekündigt wird.

Anzeigenverwaltung: Verlag. Für Anzeigen gilt zurzeit Anzeigenpreisliste Nr. 4 vom 1.1.2014.

Herstellung und Layout

Schwarze, Kronshagen

Titelbildgestaltung

Verlag

Satz

Schwarze, Kronshagen

Zeichnungen

Graphik & Text Studio, Barbing

Druck und Verarbeitung

Zimmermann Druck + Verlag GmbH, Balve

Hinweis:

Einzelne Beiträge, Arbeitsblätter und Materialien dürfen entsprechend des Urheberrechts zu Unterrichtszwecken bis zu Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden. Die hierfür vom Gesetz vorgeschriebene Vergütung ist durch den Pauschalvertrag zwischen Kultusministerium und VG Wort abgedeckt. Der Inhalt der Hefte wird sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber, Redakteur, Herstellung und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.