

## 5. Problemorientierter Unterricht und Aufgabenkultur

Josef Leisen

### 5.1 Kennzeichen problemorientierten Unterrichts

Stellen Sie sich eine Physik ohne Problembearbeitung und einen Physikunterricht ohne Problemorientierung vor. Wie arm und wertlos wäre die Physik. Sie besäße weder wissenschaftliche noch gesellschaftliche Relevanz und das Fach würde nicht unterrichtet. Physiktreiben heißt Probleme bearbeiten, Physik unterrichten heißt u. a., das Lernen von Physik lernergemäß an Problemen der Physik und ihren vielfältigen Bezügen zu orientieren. Das Thema „Problemorientierung“ hat damit eine physikalische und eine unterrichtliche Seite.

Bei der Problemorientierung im physikalischen Sinn stellt sich die Frage: Welche Probleme stellen sich in der Physik und wie geht die Physik diese an? Bei der Problemorientierung im unterrichtlichen Sinn stellt sich die Frage: Wie muss der Physikunterricht konzipiert und gestaltet werden, damit sich die physikalischen Probleme lernfördernd entfalten?

Hans Aebli bezeichnet das Problemlösen als eine von zwölf Grundformen des Lehrens und schreibt: „Unsere Antwort auf die Frage, was das Lernen des Schülers in Bewegung setzt, wird lauten: lebendig empfundene Probleme.“ ([1], S. 277) Probleme haben danach eine Motorfunktion beim Lernen. Im engeren Sinne ist ein Problem eine nicht gelöste wissenschaftliche Aufgabe; im weiteren Sinne bezeichnet das Wort allgemein das Widersprüchliche, Ungewisse, Zweifelhafte, Fragwürdige oder auch nur das Mögliche. Aebli unterscheidet ([1], S. 279) drei große Gruppen von Problemen:

- *Probleme mit Lücken:* Unser Bild von der Wirklichkeit oder unsere Handlungspläne weisen unverbundene Stellen, Lücken auf;
- *Probleme mit Widerspruch:* Unsere Aussagen über die Wirklichkeit oder über unsere Handlungspläne widersprechen sich;
- *Probleme mit unnötiger Kompliziertheit:* Unsere Sicht der Wirklichkeit oder unsere Handlungspläne sind unnötig kompliziert.

Das Problem zu lösen heißt demnach die Lücke zu überwinden oder den Widerspruch zu beseitigen bzw. zu reduzieren oder die Kompliziertheit zu vereinfachen.

Problemorientierung im Unterricht bedeutet nicht zwingend die Bearbeitung realer und ausschließlich lebensnaher Probleme. Problemorientierung ist auch ein lernpsychologisch und didaktisch begründetes Konzept, um Schüler zum organisierten Lernen an fachlichen Inhalten im Rahmen des Unterrichts anzuregen. Problemorientierung im Unterricht zielt auf eine vom Lehrer gestaltete Problemsituation. Dem Schüler wird damit ein überschaubares und auf ihn abgestimmtes Feld der Auseinandersetzung mit der Problemsituation gegeben, um eine möglichst erfolgreiche, aber anspruchsvolle Bewältigung zu erreichen. Offenheit und Grenzen für mögliche Lösungswege und Lösungen hinsichtlich des zeitlichen und inhaltlichen Umfangs werden auf die Lerngruppe hin abgestimmt. Die vom Lehrer inszenierte oder von der Aufgabenstellung gegebene Problemorientierung stellt sich der Lerngruppe als Angebot für entdeckendes Lernen dar. Insofern rückt das Konzept des problemorientierten Unterrichts ganz in die Nähe des entdeckenden und forschenden Unterrichts (vgl. Kapitel 5).

Merill ([4]) legt in seinen „First principles of instruction“ dar, wodurch Lernen gefördert wird. Die Problemorientierung spielt dabei eine zentrale Rolle. Lernen wird gefördert wenn,

- Lernende veranlasst und unterstützt werden, sich mit der Lösung authentischer (möglichst persönlich bedeutsamer) Probleme zu befassen,
- bestehendes Wissen als Basis für den Erwerb neuen Wissens aktiviert wird,
- Lernenden demonstriert wird, was das zu erwerbende Wissen ist, worin die zu entwickelnde Kompetenz besteht und wie man beides erwerben kann (Problemlösestrategien, Heuristiken, cognitive apprenticeship),
- neues Wissen von den Lernenden aktiv angewendet wird,
- neue Informationen in das bereits bestehende Wissen integriert werden, denn erst dann findet Lernen statt.

Damit sind die Bedingungen an die zu gestaltenden Problemsituationen beschrieben.

Das Konzept der Problemorientierung geht davon aus, dass Lernen generell ein aktiv-konstruktiver, selbstgesteuerter, situativer und sozialer Prozess ist und folgt damit einer gemäßigt konstruktivistischen Auffassung vom Lernen (vgl. [5]). Problemorientierung verzichtet nicht auf Instruktionen seitens der Lehrenden, auch nicht zwingend auf eine Lehrerlenkung. Eine Lernumgebung ist dann problemorientiert, wenn die Lernenden während oder nach dem Unterricht sagen können: „Wir haben nun Antworten auf Fragen, die sich uns im Unterricht und in den Aufgaben stellten. Wir haben Anregungen

erhalten für die Bewältigung relevanter Aufgaben. Wir haben Neues erfahren, das uns in unserem Denken und Handeln weiterhilft, und wir haben neue Fragen, auf die wir Antworten suchen.“ Das im problemorientierten Unterricht erworbene Wissen soll zur Lösung anstehender oder zukünftiger Probleme direkt oder indirekt nutzbar sein, und die Lernenden sollen den potentiellen Nutzen des erworbenen Wissens für reale Herausforderungen erkennen und verstehen. Lehrkräfte, die problemorientiert unterrichten, nehmen eine Vielzahl von Funktionen gleichzeitig, abwechselnd und nacheinander wahr und sind dabei vieles in einem: Sie präsentieren, erklären und strukturieren, ohne die Lernenden ständig zu kontrollieren, sie geben Anregungen, unterstützen und beraten, ohne die Lernenden sich selbst zu überlassen. In diesem Sinne ist das Verhältnis von Konstruktion und Instruktion im problemorientierten Unterricht gut ausbalanciert. (vgl. [6])

## 5.2 Heurismen zur Problemlösung

Die Heuristik („Entdeckungs- und Erfindungskunst“, griech. „heuriskein“ = finden) beschäftigt sich mit dem zielgerichteten, planmäßigen Vorgehen beim Lösen von Problemen oder Aufgaben. Ziel der Heuristik ist es, diejenigen Momente und Methoden herauszuarbeiten, die hilfreich sein können, um Problemlösungen zu finden. Das sind Problemlösestrategien, Prinzipien und heuristische Hilfsmittel - kurz Heurismen. Kann man Heurismen überhaupt lehren und lernen?

Das Lernen und Trainieren von Problemlösestrategien ist schwierig, weil jedes neue Problem anders ist und nach anderen Lösungen verlangt. Gleichwohl gibt es eine Reihe von anwendbaren und dadurch auch lernbaren Prinzipien und Strategien. George Polya (vgl. [8]) empfiehlt, die Strategien als Schülerfragen zu formulieren (vgl. Kasten aus [9], S. 6).

### *Fragen zum Problemlösen:*

- Worum geht es in der Aufgabe? (eigene Problembeschreibung)
- Wie lässt sich das Problem in meiner eigenen Sprache formulieren? (andere Formulierungen)
- Wie kann ich mit Hilfe bekannter Begriffe das Problem verständlicher oder sogar einfacher formulieren?
- Wie lässt sich das Problem veranschaulichen oder anders darstellen? (heuristische Hilfsmittel)
- Habe ich ähnliche Probleme bereits gelöst? Wie? (Analogieprinzip)

- In welche Teilprobleme lässt sich das Problem zerlegen? (Zerlegungsprinzip)
- Auf welche bereits gelösten Probleme kann ich Teile des Problems zurückführen? (Rückführungsprinzip)
- Lässt sich die Problemstellung spezifizieren? (Reduktionsprinzip)
- Um welchen Aufgabentyp handelt es sich?
- Was lässt sich aus den gegebenen Angaben folgern? (Vorwärtsarbeiten)
- Was wird benötigt, um das Gesuchte ableiten zu können? (Rückwärtsarbeiten)
- Wie sieht mein weiteres Vorgehen aus?

*Fragen für die Reflexionsphase:*

1. Was habe ich Neues gelernt?
2. Welche Wissenslücken habe ich erkannt?
3. Welche Lösungsstrategien haben mir weitergeholfen?
4. Welche neuen Vorgehensweisen konnte man an dem gelösten Problem erkennen?
5. Welcher Lösungsweg eignete sich am Besten für das Problem?

Heuristik kann nicht als geschlossenes Thema behandelt und nicht auf Vor- rat gelernt werden. Heuristik muss in dem folgenden Sinne permanent im Unterricht präsent sein: Bei geeigneten Problemstellungen wird die Lehrkraft Orientierungshilfen geben und metareflexive Phasen einbauen. Regina Bruder (nach: [9], S. 5) schlägt vor, das Lernen von Heurismen in verschiedenen Etappen anzugehen, um jene geistige Beweglichkeit zu bewirken, die sich auf das Problemlösen günstig auswirkt.

*1. Etappe*

Die Lernenden werden an bestimmte heuristische Vorgehensweisen und die typischen Fragestellungen schrittweise gewöhnt. Die Lehrkraft verwendet konsequent bei Hilfeimpulsen die Fragestrategien der einzelnen Heurismen, ohne sie direkt zum Unterrichtsthema zu machen.

*2. Etappe*

Die explizit zu erlernende Strategie wird anhand von Musteraufgaben für die jeweilige Klassenstufe entwickelt und vorgestellt. Die Strategie erhält einen Namen und wird mit typischen Fragestellungen beschrieben. Die Musteraufgabe fungiert als Eselsbrücke. Gemeinsam werden Beispiele zusammengestellt, bei denen die jetzt bewusst gewordene Strategie bereits früher intuitiv verwendet wurde.

### 3. Etappe

Es schließen sich (kurze) Übungsphasen mit Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit an, in denen erwartet wird, dass die neue Strategie selbständig bewusst angewendet wird. Die Aufgabenkontexte variieren schrittweise. Die individuellen Vorlieben für einzelne Strategien und die Anwendungsvielfalt der neuen Strategie sollen thematisiert und damit bewusst werden.

### 4. Etappe

In nachfolgenden Übungsphasen wird eine schrittweise unterbewusste flexible Strategieverwendung angestrebt. Die neue Strategie erhält ihren Platz im allgemeinen Problemlösemodell. In Reflexionsphasen zum Abschluss einer Problemlösung wird zur Beschreibung der Vorgehensweise auch mittels heuristischer Fragetechnik aufgefordert.

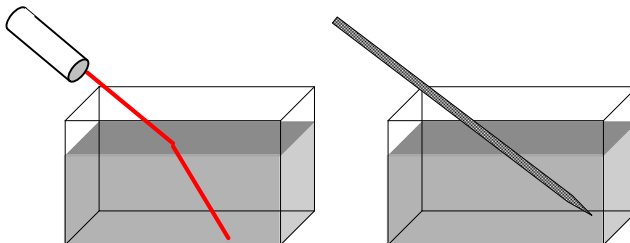
## 5.3 Lehrgelenkte Problemsituationen

Problemorientierung im Unterricht zielt auf eine vom Lehrer gestaltete Problemsituation. Diese kann auf zwei Arten gestaltet werden: Zum einen durch den Lehrer in der Form eines lehrgelenkten problem-entwickelnden Unterrichts, zum anderen in Form von Aufgabenstellungen.

In der Gestaltung eines problem-entwickelnden Unterrichts gibt es eine lange und bewährte Tradition, die sich in der Schrittfolge des Unterrichts ausdrückt. Sie soll an einem Unterrichtsbeispiel zur Optischen Brechung (Klasse 8) veranschaulicht werden:

*Beispiel: Optische Brechung (Klasse 8)*

1. *Konfrontation mit der Problemstellung* (= Stufe der Motivation)  
Der Lerngruppe werden die beiden Experimente demonstriert und die Beobachtung wird beschrieben.






2. *Analyse des Problems* (= Stufe der Schwierigkeiten)

Das vorliegende Problem wird lokalisiert und präzisiert und in der Problemfrage formuliert: Der Bleistift scheint nach oben geknickt, wobei das Licht nach unten gebrochen wird. Wie können wir uns darauf einen Reim machen?

3. *Rückgriff auf vorhandenes Wissen*

Bei der Suche nach Lösungen wird zunächst die Erfahrungsbasis durch Schülerexperimente verbreitert.

<i>1 Der geknickte Bleistift</i>	<i>2 Fischestechen mit Spieß</i>	<i>3 Fischestechen mit Licht</i>
		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Du hältst den Bleistift schräg ins Wasser</li> <li>2. Du beobachtest von               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. oben (Auge 1)</li> <li>b. von der Seite (Auge 2)</li> <li>c. entlang des Bleistifts (Auge 3)</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Du peilst den Fisch durch den Trinkhalm an (Auge 3)</li> <li>2. Du hältst den Trinkhalm so fest wie er jetzt steht.</li> <li>3. Du stichst mit dem Spieß durch den Trinkhalm.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Du peilst den Fisch mit dem Laserpointer an.</li> <li>2. Du beobachtest von               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. oben (Auge 1)</li> <li>b. von der Seite (Auge 2)</li> <li>c. entlang des Bleistifts (Auge 3)</li> </ol> </li> </ol>

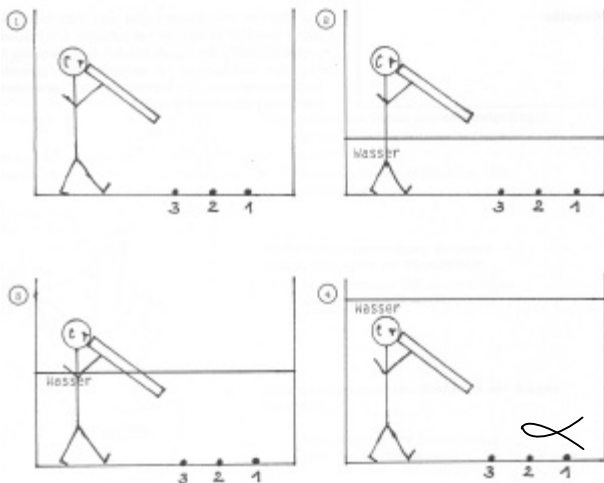
4. *Entwicklung einer Lösung* (= Stufe der Lösungen, Stufe des Tuns und Ausführens)

Im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch werden im Plenum die Problemlösungen der Schüler zusammengetragen, diskursiv erörtert

und es wird eine gemeinsame Lösung verhandelt. (vgl. dazu die Gesprächsführung im Kapitel xx in diesem Buch)

5. *Erprobung, Reflexion und Transfer* (= Stufe des Behaltens und Einübens, Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und Integration des Gelernten)

Die gefundene Lösung wird erprobt und überprüft. Die Problemlösung wird in die kognitive Struktur integriert und die Lösung wird auf ähnliche Probleme übertragen.



Die Schritte beim Lösen von Problemen korrespondieren eng mit den sechs Schritten des Lernens von Heinrich Roth (vgl. [10], S. 222), denen von Heinz Schmidkunz (vgl. [11]) zum forschenden Lernen oder anderen (vgl. auch Kapitel 5).

## 5.4 Aufgabengesteuerte Problemsituationen

Die vom Lehrer gestaltete Problemsituation kann auch in Form von Aufgabenstellungen gestaltet werden. Aufgaben sind *das* Instrument im Unterricht schlechthin, um physikalische Probleme zu entfalten und zu gestalten, das sich über die lange Geschichte des Lernens und des Unterrichts hinweg

bewährt und als ausgesprochen variantenreich erwiesen hat. Problemstellungen, die in Aufgaben gefasst sind, kommen beim Schüler an, fordern ihn heraus und befriedigen ihn, wenn die Bearbeitung erfolgreich ist. Nichts stärkt das Könnensbewusstsein nachhaltiger als erfolgreiches Aufgabenlösen.

Unterrichtskultur konstituiert sich folgerichtig in weiten Bereichen als Aufgabekultur, die folgender Frage nachgeht: *Welche* Aufgaben werden *wann* und *wie* im Unterricht eingesetzt? Unter Aufgabekultur ist folglich das Zusammenwirken folgender Aspekte zu verstehen:

- die **Art** der Aufgaben (Aufgabenvielfalt)
- die **Qualität** der Aufgaben („gute“ Aufgaben)
- deren **Vernetzungen** untereinander (Aufgabencurriculum) und vor allem
- die **Einbettung** der Aufgaben in das gesamte Unterrichtsgeschehen (Unterrichtschoreografie).

Ein Vergleich zur Gartenkultur bietet sich an. Eine Monokultur von noch so schön anzuschauenden Sonnenblumen ist nicht Ausdruck einer Gartenkultur, sondern industrieller Bewirtschaftung. In Analogie dazu sind die bekannten „Aufgabenplantagen“ nicht Ausdruck einer Aufgabekultur, sondern Ausdruck des Übens von Routinen.



Ein Bauerngarten mit einer Vielfalt von Pflanzenarten (z.B. Gemüse, Obst, Blumen, Beeren, Salate, Kräuter, ...) und Pflanzensorten (z.B. verschiedene Obstsorten) ist Ausdruck einer Gartenkultur, die sich über Generationen hinweg entwickelt hat, die sich an die klimatischen und landschaftlichen Bedingungen der Region angepasst hat und den Bedürfnissen der Menschen dient. Ein „Aufgabengarten“ mit einer Vielfalt von Aufgabenarten (z.B. Experimentieraufgaben, Denkaufgaben, Rechenaufgaben, Verbalisierungsaufgaben, Kreativaufgaben, Bewertungsaufgaben, Übungsaufgaben, ...) und



Aufgabenformaten (z.B. offene und geschlossene, unterschiedliche Kompetenzen und Anspruchsniveaus, enge und weite, Einzel- und Teamarbeit, ...) ist Ausdruck einer Aufgabenkultur, die sich an die Bedingungen des Lernens und des Unterrichtens anpasst und den Bedürfnissen der Lernenden dient.

Dazu ist eine Vielzahl an gärtnerischen Tätigkeiten zu erfüllen (vgl. [12]):

- physikalische Probleme in Aufgaben binden
- Arbeitsmethoden der Physik integrieren
- Aufgaben auf die Kompetenzen hin ausrichten
- Aufgaben in Kontexte setzen
- Aufgaben öffnen oder schließen
- Lernaufgaben entwickeln
- Lernaufgaben in Leistungsaufgaben umbauen und umgekehrt
- vernetzende Aufgaben entwickeln
- Aufgaben binnendifferenziert gestalten
- Aufgaben passend in den Unterricht einbetten
- ein Aufgabencurriculum entwickeln

Hier soll nur die Anforderung, physikalische Probleme in Aufgaben zu binden, dargestellt werden. Physikalische Probleme umfassen experimentelle und experimentiertechnische, theoretische und konzeptionelle, mathematische und sprachliche sowie wissenschaftstheoretische und philosophische Aspekte. Ein physikalisches Thema wird u. a. dann zu einem Problem, wenn es einen kognitiven Konflikt hervorruft. Mit folgenden Strategien können kognitive Konflikte initiiert werden:

- *Zweifel*: Konflikt zwischen der Tendenz zu glauben und nicht zu glauben.
- *Ungewissheit*: Mehrere einander ausschließende Möglichkeiten sind gleichermaßen wahrscheinlich.
- *Überraschung*: Ein beobachtetes Phänomen widerspricht den bisherigen Kenntnissen und Erwartungen.
- *Inkongruenz*: Zwei bisher als sicher geltende Überzeugungen werden so zueinander in Beziehung gesetzt, dass sie einander ausschließen müssten.
- *Irrelevanz*: Konfrontation mit kognitiven Einheiten, die scheinbar nicht zu den übrigen der gesamten Sequenz gehören.
- *Widerspruch*: Schließen zwei Behauptungen einander aus, sie können nicht gleichzeitig wahr sein.
- *Mehrdeutigkeit*: Ein einzelnes Element kann mit gleicher Wahrscheinlichkeit in verschiedener Form gedeutet werden.

Eine Aufgabe im Unterricht besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen:

- a. *dem Setting:*
  - Rahmung der fachlichen Situation
  - Darstellung des Kontextes
  - Bereitstellung von Materialien (Texte, Bilder, Geräte, Erklärungen, Informationen, ...)
- b. *den Bearbeitungsaufträgen:*
  - Arbeitsaufträge in Form von Fragen oder Aufforderungen mittels Operatoren
  - Angabe der Bearbeitungs- und Darstellungsmittel
  - ggf. Hilfen und Hinweise zur Bearbeitung (Methoden, Ablauf, Zeit, Umfang, ...)
  - Angaben zur Darstellung und Präsentation
  - Angaben zur Bearbeitungsqualität und Bewertungskriterien
  - oder dem Fehlen jeglicher Angaben.

Durch die Art der Aufgabenstellung gestaltet die Lehrkraft die Problemsituation und das Aktivierungspotenzial der Aufgabe. Die Aufgabe modelliert dabei einen Realitätsausschnitt. Dies geschieht in der Regel im Setting. Die Modellierung des Realitätsschnittes kann ausgesprochen begrenzend (z.B. viele Rahmenbedingungen, nur die benötigten Informationen) oder weit gefasst sein (z.B. auch „überflüssige“ nichtrelevante Informationen), vorstrukturiert (z.B. durch Hervorheben der zentralen Elemente) sein oder nicht. Der Realitätsausschnitt selbst kann eng oder weit, einfach oder komplex sein.

Aufgabengesteuerte Problemlösungen müssen unbedingt Heuristiken und metareflexive Überlegungen einbauen. Die Heuristiken können im Setting angegeben werden, oder als abgestufte Lernhilfen bereitgestellt werden. Eine Erinnerung an ähnliche bereits gelöste Probleme, kann u. U. ebenso sinnvoll sein wie die direkte Angabe von Problemlösestrategien. So empfiehlt sich auf jeden Fall die Beigabe der Fragen zum Problemlösen auf S. xx. Eine abschließende Thematisierung der Lösungsansätze, deren Benennung im Plenum ist ein Muss. Auch Musterlösungen haben nachweislich große Effekte.

## 5.5 Beispiele für aufgabengesteuerte Problemsituationen

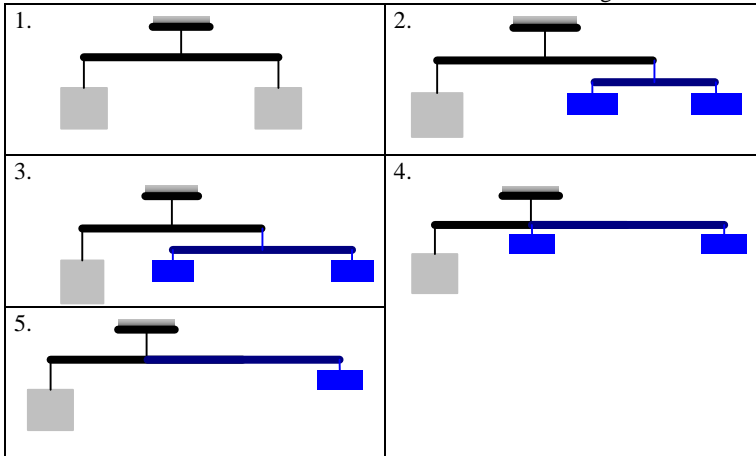
Es gibt eine riesige Auswahl physikalischer Problemstellungen in Form von Aufgaben, die nicht einmal annähernd sortiert und aufgeführt werden kann. Nachfolgend werden exemplarisch einige klassische und historische Problemsituationen als Aufgaben dargestellt.

### *Archimedes und das Hebelgesetz*

Mit der folgenden Bildfolge hat Archimedes das Hebelgesetz begründet.

? Formuliere das Hebelgesetz und beschreibe seine Begründung in fünf Schritten.

? Beschreibe das Besondere seiner Idee der Problemlösung.



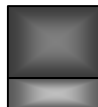
### *Galilei und der Freie Fall*

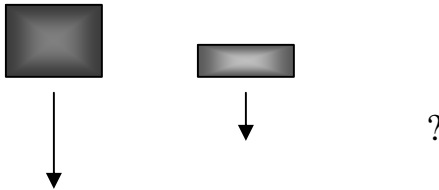
Nach dem griechischen Philosophen Aristoteles (384-322 v. Chr.) sollte ein Körper umso schneller zu Boden fallen, je schwerer er war. Dieses Fallgesetz wurde fast zweitausend Jahre lang als richtig angesehen. Galileo Galilei (1564-1642) begründet die Neue Physik und stieß durch eine geistreiche Überlegung auf einen Widerspruch und widerlegte damit das Fallgesetz des Aristoteles.

A

B

A+B





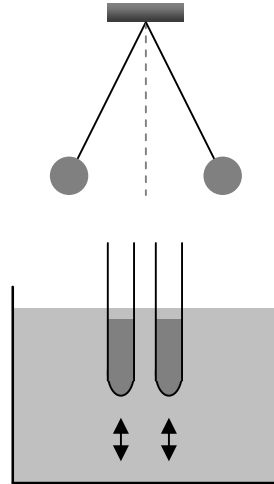
Der schwere Körper A müsste nach Aristoteles schneller fallen als der leichte Körper B. Galilei dachte sich nun B unter A gelegt. Weil B langsamer fällt, müsste er ....

- Vervollständige die Gedankenführung des Galilei, so dass jeder überzeugt wird, dass das Fallgesetz des Aristoteles falsch ist.
- Ziehe daraus einen Schluss und formuliere das Fallgesetz des Galilei.

#### *Galilei und das Pendelgesetz*

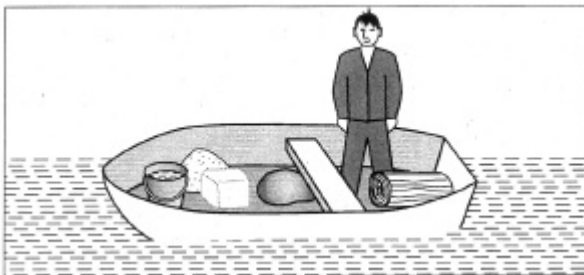
Galilei war ein Meister der Gedankenexperimente. Im Dom zu Pisa beobachtete er den schwingenden Leuchter. Er sah darin ein (mathematisches) Pendel. Egal wie schwer der Leuchter war, er schwingt immer mit derselben Schwingungsdauer  $T$ . Diese hängt nur von der Länge  $l$  des Seils und der Erdbeschleunigung  $g$  ab. Es gilt das Gesetz  $T = 2\pi \sqrt{l/g}$ .

- Begründe, die Massenunabhängigkeit der Formel mit dem Gesetz des Freien Falls.
- Begründe, die Massenunabhängigkeit der Formel mit folgendem Gedankenexperiment: Zwei baugleiche Pendel schwingen synchron nebeneinander. Nun denken wir sie uns mit einem Kleber verbunden. Dann ...
- Nutze diese Überlegungen, um die Formel für die Schwingungsdauer eines schwingenden Reagenzglases zu formulieren.



*Problemaufgabe zum Auftrieb (vgl. [13])*

In der folgenden Aufgabe arbeitet ihr in Dreigruppen zusammen. Ihr erarbeitet Euch selbstständig eine Erklärung und bereitet eine interaktive Präsentation vor.



In einem Boot befinden sich (A) ein Stein, (B) ein Holzstück, (C) Wasser im Eimer, (D) ein Eisblock, (E) ein Sandhaufen, (F) eine Person.

Aufgaben:

1. Bildet eine Hypothese zu folgender Fragestellung: Was passiert mit dem Wasserspiegel des Sees, wenn die einzelnen Teile in den See geworfen bzw. geschüttet werden? Steigt, sinkt er oder bleibt er gleich?
2. Führt das Simulationsexperiment mit den Materialien auf dem Experimentiertisch durch und überprüft eure Hypothese.
3. Erklärt euch das Ergebnis mit dem folgenden Gedankenexperiment: Ein wassergefüllter Luftballon (Wasserbombe) wird in den See getaucht. Was passiert mit der Wasserbombe unter Wasser? Was passiert mit der Wasserbombe, wenn sie an irgendeine andere Stelle unter Wasser gelegt wird? Denkt euch nun das Wasser in der Wasserbombe durch Sand ersetzt, anschließend durch Styropor.

Wenn auch der Physikunterricht immer wieder Moden unterworfen ist, so bleiben die Problemorientierung und die Aufgabenkultur immer modern und aktuell. Probleme zu bearbeiten ist ein originärer Auftrag der Physik und Problemstellungen lassen sich konkurrenzlos gut in Aufgaben binden. So können Lernende über Aufgaben variantenreich an die Bearbeitung physikalischer Probleme herangeführt werden.

#### **Literatur:**

- [1] Aebli, Hans: Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf kognitionspsychologischer Grundlage. Stuttgart 1987.
- [2] Aebli, Hans: Denken: das Ordnen des Tuns. Band 1: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Stuttgart 2001.
- [3] Aebli, Hans: Denken: das Ordnen des Tuns. Band 2: Denkprozesse. Stuttgart 1994.
- [4] Merrill, David: First principles of instruction.  
<http://id2.usu.edu/Papers/5FirstPrinciples.PDF> (Zugriff: 11.11.2006)
- [5] Einecke, Günther: Problemorientierung und entdeckendes Lernen: Möglichkeiten der Förderung der Selbständigkeit der Schüler.  
[http://www.fachdidaktik-einecke.de/2\\_lernen\\_in\\_deutsch/problemorientierung.htm](http://www.fachdidaktik-einecke.de/2_lernen_in_deutsch/problemorientierung.htm)  
 (Zugriff: 11.11.2006)
- [6] Duit, R. und C. v. Rhöneck (Hrsg.): Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung. Kiel: IPN 2000.
- [7] Winter, Heinrich: Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. Braunschweig: Vieweg 1989.
- [8] Polya, George: Die Heuristik. Versuch einer vernünftigen Zielsetzung. Der Mathematikunterricht 1(1964), S. 5-15

- [9] Bruder, Regina: Lernen geeignete Fragen zu stellen – Heuristik im Mathematikunterricht. *Mathematiklehren* 115(2002), S. 4-8.
- [10] Roth, Heinrich: *Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens*. Hannover: Schroedel 1976, 15. Auflage.
- [11] Schmidkunz, Heinz: *Das Forschend-Entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hohenwarsleben: Westarp 2003.
- [12] Leisen, Josef: *Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. *Der Mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)* 5(2006), S. 260-266.
- [13] Leisen, Josef: *Zur Arbeit mit Bildungsstandards – Lernaufgaben als Einstieg und Schlüssel*. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 58(2005), 306-308.