



## Weiterentwicklung der Aufgabenkultur in den Naturwissenschaften

Fachvortrag auf der Dienstbesprechung am  
14.12.2005 in Rheinböllen

### Ich an Ihrer Stelle würde denken ...

Auf meinem  
Schreibtisch  
liegt die Arbeit  
und nun sitz ich  
hier ...

Was erfahre  
ich denn  
hier Neues?

Was wollen  
die denn  
damit?

Was mache  
ich jetzt  
damit?

Was erzähle  
ich meinem  
Kollegium?

# Es lohnt sich über PISA-Aufgaben nachzudenken

- [Simmelweis' Tagebuch](#)
- Ozon
- Autobus

## SEMMELEIS' TAGEBUCH TEXT 1

„Juli 1846. Nächste Woche trete ich meine Stelle als Herr Doktor auf der ersten Station der Entbindungsklinik im Allgemeinen Krankenhaus von Wien an. Ich war entsetzt, als ich vom Prozentsatz der Patienten hörte, die in dieser Klinik starben. In diesem Monat starben dort sage und schreibe 36 von 208 Müttern, alle an Kindbettfieber. Ein Kind zur Welt zu bringen ist genauso gefährlich wie eine Lungenerkrankung ersten Grades.“

Diese Zeiten aus dem Tagebuch von Ignaz Semmelweis (1818-1865) illustrieren die vorhergehenden Auswirkungen des Kindbettfiebers, einer ansteckenden Krankheit, an der viele Frauen nach der Geburt eines Kindes starben. Semmelweis sammelte Daten über die Anzahl der Todesfälle auf Grund von Kindbettfieber in der ersten und zweiten Station des Krankenhauses (siehe Diagramm). Die Ärzte, darunter auch Semmelweis, tappten in Bezug auf die Ursache des Kindbettfiebers völlig im Dunkeln. Semmelweis schrieb in sein Tagebuch:

„Dezember 1846. Warum sterben so viele Frauen nach einer völlig problemlos Geburt an diesem Fieber? Seit Jahrhunderten lehnt uns die Wissenschaft, es handle sich um eine unsichtbare Epidemie, die Mütter tötet. Als mögliche Ursachen gelten Veränderungen in der Luft, irgendwelche außerirdischen Einflüsse oder eine Bewegung der Erde selbst, ein Erdbeben.“

Heutzutage würde kaum jemand außerirdische Einflüsse oder ein Erdbeben als mögliche Ursachen für Fieber in Erwägung ziehen. Zu Lebzeiten von Semmelweis taaten dies allerdings viele, auch Wissenschaftler. Wir wissen heute, dass es etwas mit hygienischen Bedingungen zu tun hat. Semmelweis wusste jedoch, dass außerirdische Einflüsse oder ein Erdbeben als Ursachen für Fieber eher unwahrscheinlich waren. Er machte auf die Daten, die er gesammelt hatte, aufmerksam (siehe Diagramm) und versuchte damit seine Kollegen zu überzeugen.

### Frage 1: SEMMELEIS' TAGEBUCH

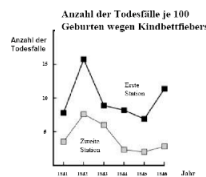
Nimm an, du wärest Semmelweis. Nenne einen Grund dafür (ausgehend von den Daten, die Semmelweis gesammelt hat), dass Erdbeben als Ursache für Kindbettfieber unwahrscheinlich sind

.....

.....

.....

.....



Diagramm

## SEMMELEIS' TAGEBUCH TEXT 2

Zur Forschung in den Krankenhäusern gehörte das Sezieren. Der Körper einer verstorbenen Person wurde aufgeschnitten, um eine Todesursache zu finden. Semmelweis schrieb, dass auf der Ersten Station tätige Studenten üblicherweise am Sezieren von Frauen teilnahmen, die am Vortag gestorben waren. Direkt anschließend untersuchten sie Frauen, die gerade ein Kind geboren hatten. Sie achteten nicht besonders darauf, sich nach dem Sezieren zu waschen. Manche waren sogar stolz darauf, dass man noch, dass sie vorher in der Leichenhalle gearbeitet hatten, weil man daran ihren Fleiß erkennen konnte! Ein Freund von Semmelweis starb, nachdem er sich beim Sezieren geschnitten hatte. Beim Sezieren seines Leichnams zeigte sich, dass er dieselben Symptome aufwies wie Mütter, die an Kindbettfieber gestorben waren. Dadurch bekam Semmelweis eine neue Idee.

### Frage 1: SEMMELEIS' TAGEBUCH

Simmelweis' neue Idee hängt mit dem hohen Prozentsatz verstorbenen Frauen auf den Entbindungskliniken und dem Verhalten der Studenten zusammen.

- Was war seine Idee?
- Wenn man die Studenten veranlasst, sich nach dem Sezieren zu waschen, sollten weniger Fälle von Kindbettfieber auftreten.
  - Die Studenten sollten nicht beim Sezieren mitwirken, weil sie sich schneiden könnten.
  - Die Studenten riechen übel, weil sie sich nach dem Sezieren nicht waschen.
  - Die Studenten welen ihren Fleiß unter Beweis stellen und sind deshalb beim Untersuchen der Frauen unachtsam.

### Frage 1: SEMMELEIS' TAGEBUCH

Simmelweis' Versuche, die Anzahl der Todesfälle auf Grund von Kindbettfieber zu senken, zeigten Erfolg. Aber selbst heute bleibt Kindbettfieber eine Krankheit, die sich schwer bekämpfen lässt. Schwer zu heilende Arten von Fieber sind in den Krankenhäusern immer noch ein Problem. Zahlreiche Routinemaßnahmen dienen dazu, das Problem unter Kontrolle zu halten. Zu diesen Maßnahmen zählt das Waschen der Bettwäsche bei hoher Temperatur. Erkläre, warum eine hohe Temperatur (beim Waschen der Bettwäsche) dazu beiträgt, das Risiko, dass Patienten Fieber bekommen, zu senken.

### Frage 1: SEMMELEIS' TAGEBUCH

Viele Krankheiten können durch den Einsatz von Antibiotika geheilt werden. In den letzten Jahren hat jedoch die Wirksamkeit einiger Antibiotika gegen Kindbettfieber nachgelassen. Worauf ist das zurückzuführen?

- Nach ihrer Herstellung verlieren Antibiotika allmählich ihre Wirksamkeit.
- Bakterien werden gegen Antibiotika widerstandsfähig.
- Diese Antibiotika sind nur gegen Kindbettfieber, nicht jedoch gegen andere Krankheiten wirksam.
- Der Bedarf an diesen Antibiotika hat nachgelassen, weil sich die Bedingungen im Gesundheitswesen in den letzten Jahren beträchtlich verbessert haben.

## Fragen, die sich aufdrängen

- Welche Teilkompetenzen werden in den PISA-Aufgaben gefordert?
- Sind das die Kompetenzen, die unser Unterricht fördern soll?
- Worin ist unser Unterricht stark und was kommt zu kurz?
- Welche Kompetenzen fordern die Bildungsstandards?
- Welches Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung steckt hinter PISA?
- Korrespondiert das PISA-Bildungsverständnis mit dem der Bildungsstandards?

## Welche Teilkompetenzen werden in den PISA-Aufgaben gefordert?

- Sachtexte lesen
- Grafiken, Bilder, Skizzen, ... interpretieren
- aus Informationen Schlüsse ziehen
- mentale Modelle bilden
- Thesen argumentativ begründen
- Hypothesen bilden und gegeneinander abwägen
- Sachverhalte adressatengerecht verbalisieren
- Stellung nehmen und Sachverhalte bewerten

## Sind das die Kompetenzen, die unser Unterricht fördern soll?

- **Ja!** PISA legt besonderen Wert auf:
  - die **Anwendung** des Wissens
  - die **Kommunikation** des Wissens
  - die **Entscheidungsfindung**, die **Bewertung** und die **Risiko-Folgen-Abschätzung**
- **Aber**, es muss noch etwas dazukommen:
  - das **systematische Fachwissen** als Basiskompetenz
  - der kompetente Umgang mit den spezifisch naturwissenschaftlichen **Arbeitsmethoden**

## Worin ist unser Unterricht stark und was kommt zu kurz?

- Unser Unterricht **ist stark in**:
  - der systematischen Wissensstruktur des Faches
  - den naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden (!?)
  - der Handhabung begrifflicher und formaler Techniken
- In unserem Unterricht **kommen zu kurz**:
  - das argumentative Bewerten und Begründen
  - das adressatengerechte Verbalisieren
  - das selbstständige Erschließen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse
  - der Verwertungsaspekt des naturwissenschaftlichen Wissens

## Welche Kompetenzen fordern die Bildungsstandards?

- Die Bildungsstandards und die EPA sehen vier Kompetenzbereiche verpflichtend vor
  - **Fachwissen**
  - **Fachmethoden**
  - **Kommunikation**
  - **Bewerten**
- Die Kompetenzbereiche **Kommunikation** und **Bewertung** müssen im Unterricht gestärkt werden

## Welches Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung steckt hinter PISA?

anwenden  
erkennen  
Schlussfolgerungen zu ziehen  
Entscheidungen zu verstehen und zu treffen,

Wissen  
Fragen zu  
aus Belegen

## Welches Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung steckt hinter PISA?

„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches **Wissen anzuwenden**, naturwissenschaftliche **Fragen zu erkennen**, und **aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen**, um **Entscheidungen zu verstehen und zu treffen**, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommene Veränderung betreffen.“

*OECD*

## Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung in den Bildungsstandards

Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine **aktive Teilhabe** an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher **Bestandteil von Allgemeinbildung**.

*Bildungsstandards Physik*

## Korrespondiert es mit dem Bildungsverständnis der Bildungsstandards?

**Phänomene erfahrbar zu machen**

**verstehen**  
**kommunizieren**  
**Methoden der**  
**Erkenntnisgewinnung** und deren **Grenzen**  
**naturwissen-**  
**schaftliche Arbeiten**

## Korrespondiert es mit dem Bildungsverständnis der Bildungsstandards?

Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, **Phänomene erfahrbar zu machen**, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu **verstehen**, ihre Ergebnisse zu **kommunizieren** sowie sich mit ihren spezifischen **Methoden der Erkenntnisgewinnung** und deren **Grenzen** auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete **naturwissenschaftliche Arbeiten**, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht.

*Bildungsstandards Physik*

## Was unterscheidet PISA-Aufgaben von Leistungs- und Lernaufgaben?

### PISA-Aufgaben

- sind nicht konzipiert um gelerntes Wissen abzufragen, sondern testen unabhängig konstruierte Kompetenzen
- prüfen nicht punktuell Wissen, sondern übergreifende Kompetenzen (nicht auf das Klassenzimmer beschränkt)
- testen keine Lernprozesse, sondern punktuelle Leistungsfähigkeiten
- messen mit Tests situative Reaktionen auf konstruierte Situationen
- leiten konkrete Themen aus zentralen Themen („big ideas“) ab (z.B. Umwelt → Ozon, Treibhausgase)
- geben einen Instruktionsteil vor und prüfen welche Schlüsse gezogen werden

## Was unterscheidet PISA-Aufgaben von Leistungs- und Lernaufgaben?

### Leistungsaufgaben

- prüfen gelerntes Wissen
- prüfen Lernprozesse auf der Basis des Unterrichts
- dienen der individuellen Leistungsmessung

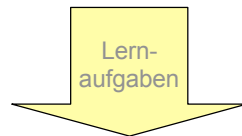
### Lernaufgaben

- steuern das selbstständige Lernen von Neuem
- ermöglichen individuelle Bearbeitungswege
- ermöglichen das Lerntempo zu variieren
- machen etwas unabhängiger von der Lehrerqualität
- können im Kollegium ausgetauscht werden



## Wie können wir das Lernen mit Lernaufgaben fördern?

- bisher: fragend-entwickelnder Unterricht, Aufgaben als Prüfungs- und Übungsaufgaben
- Individuelles Fördern setzt voraus, dass alle Schülerinnen und Schüler erreicht werden



- Lernaufgaben aktivieren alle Schülerinnen und Schüler
- Lernaufgaben können eigenständiges Lernen steuern und setzen die Fremdsteuerung herab

## Ablaufstruktur einer Lernaufgabe

1. Die Aufgabe wird zunächst thematisch gerahmt.
2. Als nächstes machen sich die Lernenden in einem ersten Zugriff mit der Problemstellung bekannt.
3. Nun wird das notwendige Vorwissen reaktiviert.
4. Es folgt eine Erarbeitungsphase, die vom Lehrer durch eine geordnete Folge von Aufträgen gesteuert wird.
5. Das neu Erlernte wird kontrastiv zum Vorwissen ins Bewusstsein gerückt.
6. Durch weitere Übungen wird das neu entstandene Wissensnetz gefestigt.
7. Mit ähnlichen und verwandten Aufgaben werden weitere, bereits bestehende Wissensnetze mit dem neuen Lerninhalt verknüpft.

## Wo liegen die Grenzen von Lernaufgaben?

- nur bestimmte Themen und Lerngegenstände sind hierfür geeignet
- es kann schwierig sein das Lernniveau für alle Schüler geeignet einzustellen
- das Verhältnis von Enge und Weite, von Öffnung und Geschlossenheit ist sensibel
- es mag Knackpunkte und Schlüsselstellen geben, die ohne Erklärungen des Lehrers unüberwindbar sind

## Was sind gute Lernaufgaben?

### Gute Lernaufgaben

- knüpfen an das Vorwissen an
- bauen das strukturierte Wissen kumulativ aus (Inhalte)
- fordern und fördern inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen (Breite)
- sind herausfordernd und auf passendem Lernniveau (Tiefe)
- fordern die Lernenden zu hoher Eigentätigkeit heraus
- sind in sinnstiftende Kontexte eingebunden
- sind vielfältig in den Lösungsstrategien und Darstellungsformen
- stärken das Könnensbewusstsein durch erfolgreiches Bearbeiten.

## Wie kann ein konkreter Einstieg aussehen?

- Analyse von Aufgaben aus PISA, TIMSS, Bildungsstandards, Schulbüchern und aus Leistungsüberprüfungen hinsichtlich der damit geschulten Kompetenzen
- Entwicklung und Zusammenstellen von guten Lernaufgaben
- Regelmäßiger Austausch über die Erfahrung mit guten Lernaufgaben
- Einholung eines Feedback der Schülerinnen und Schüler

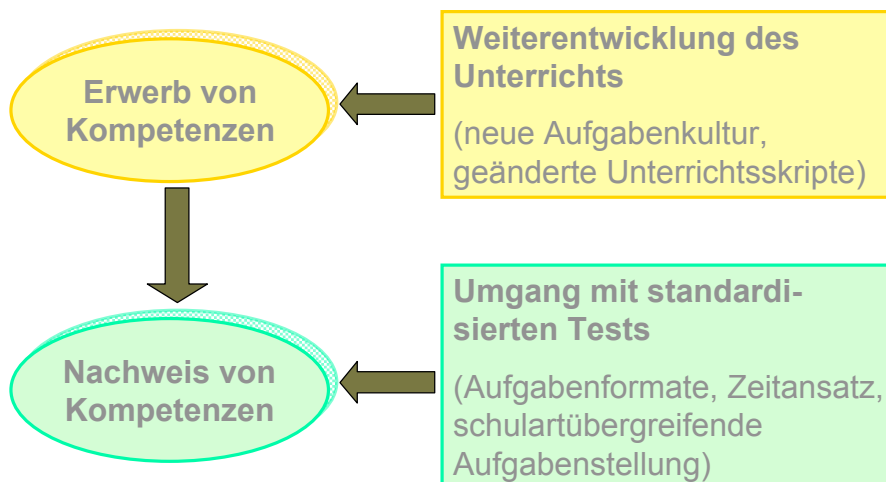
## Was ändert sich damit?

- Die Fachgruppe übernimmt gemeinsam Verantwortung
- Die Unterrichtsqualität hängt stärker von der Aufgabenqualität ab
- Die Arbeit wird verteilt
- Die Berufszufriedenheit steigt

## Exkurs zur Berufszufriedenheit

- Die Berufszufriedenheit ist kein Geschenk, sondern man muss selbst etwas dafür tun
- Meine Berufszufriedenheit strahlt auf die meiner Kollegen aus und umgekehrt
- Wir alle sind verantwortlich
- Wir haben aber das Recht auf Unterstützung und dürfen uns gegen Behinderungen wehren
- Sie ist schnell zerstört, der Aufbau dauert lange
- Warten wir nicht ab, sondern nehmen wir es selbst in die Hand

## Was ist zu tun?

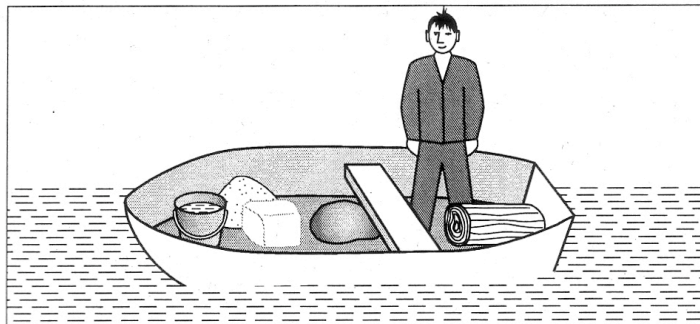


## Lernaufgaben



## Lernaufgabe aus der Physik

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



## Fragen und Aufgaben

1. Wiederholt euer Wissen zum Begriff der Dichte und gebt es schriftlich wieder.
2. Bildet eine Hypothese zu folgender Frage:  
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?
3. Führt das Simulationsexperiment mit den Materialien auf dem Experimentiertisch durch und überprüft eure Hypothese.
4. Beschreibt das Experiment.

## Fragen und Aufgaben

5. Begründet das Ergebnis mit dem folgenden Gedankenexperiment: Ein wassergefüllter Luftballon wird in den See getaucht. Was passiert mit ihm unter Wasser? Denkt euch nun das Wasser in dem Luftballon durch Sand ersetzt, anschließend durch Styropor.
6. Fertigt eine Zeichnung an und zeichnet die wirkenden Kräfte ein. Argumentiert mit den eingezeichneten Kräften.
7. Formuliert ein Gesetz: Jeder Körper verliert in einer Flüssigkeit scheinbar so viel von seinem Gewicht wie ...
8. Leitet eine Formel für die Auftriebskraft an einem eingetauchten Quader her.
9. Macht es einen Unterschied, ob es ein Süßwassersee, Salzwassersee oder ein Ölsee ist?

## Fragen und Aufgaben

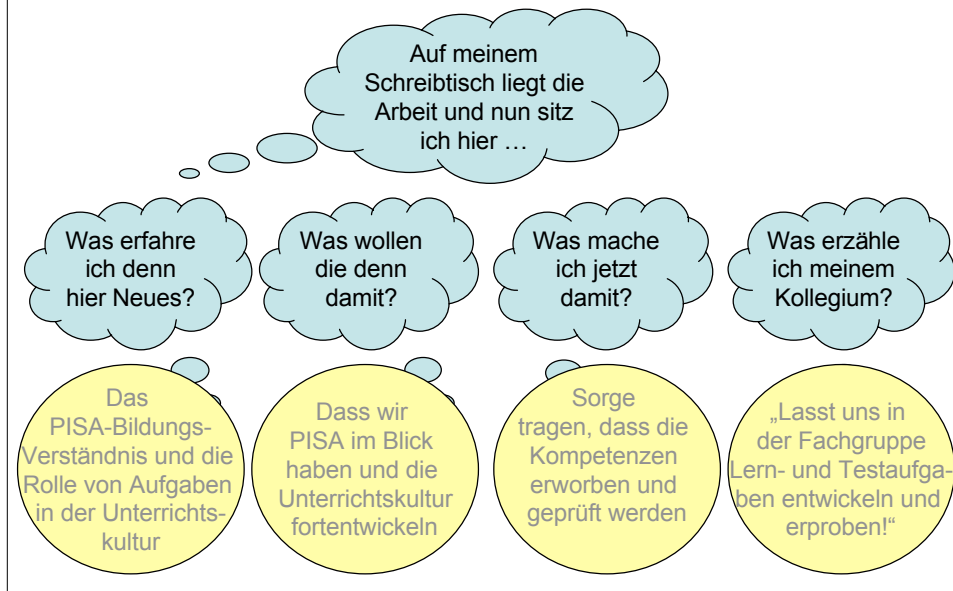
10. Beantwortet folgende Fragen:
  - a) Wir tauchen 2 Körper mit demselben Volumen, aber mit verschiedener Gewichtskraft in Wasser ein. Wo ist der Auftrieb größer?
  - b) Wir tauchen 2 Körper mit derselben Gewichtskraft, aber mit verschiedenem Volumen in Wasser ein. Wo ist der Auftrieb größer?
11. Eine Figur aus Bronze hat die Gewichtskraft  $F=7500\text{N}$ . Wenn man die Figur an einem Faden vollständig in Wasser eingetaucht wird, muss man sie mit der Kraft  $F=5200\text{N}$  am Faden halten. Prüft durch Rechnung, ob die Figur massiv oder hohl ist.
12. Lest im Buch auf S. 163 den Text über „Archimedes und die Krone“ und schreibt einen möglichen Dialog zwischen Archimedes und König Hieron.

## Einstiegsliteratur

Josef Leisen :

- Lernaufgaben als Einstieg und Schlüssel zur Arbeit mit Bildungsstandards erschienen in: Der Mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU) 5(2005), S. 306-308.

## Ich an Ihrer Stelle würde denken ...



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**