

## Habt ihr schon gewusst 125 ... Auftriebsfragen

Der hier beschriebene Unterrichtsgang – von mir als Wiederholung (UND Vertiefung!) des Auftriebs aus den Naturphänomenen eingesetzt – verwendet Problemstellungen, die Ihnen sicher schon vertraut sind!

Die naturwissenschaftliche Arbeitsweise ist in den Physik-Bildungsstandards ein Pflichtthema. Das ist ganz sicher keine „besondere Neuerung“ – ich bin überzeugt davon, dass die Physiklehrkraft auch in der Vergangenheit „naturwissenschaftliche gearbeitet“ hat. WENN die Bildungsstandards überhaupt etwas NEUES fordern, dann die Kompetenz auf Schülerseite, dass diese Arbeitsweise nicht nur „ausgeübt“, sondern dass darüber „reflektiert“ wird.

Z.B. könnte die Problemstellung im Unterricht folgendermaßen lauten:

### Frau im Boot

Eine Frau sitzt in einem Boot auf dem Bodensee zusammen mit einem großen Bleiklumpen, einem mit Wasser gefüllten Eimer, einem großen Holzblock, einem großen mit Luft gefüllten Luftballon und einem Sack voll Salz. Wie ändert sich der Wasserspiegel des Bodensees, wenn die Frau (a) den Bleiklumpen, (b) den Holzblock oder (c) den Luftballon ins Wasser wirft. Wie ändert sich der Wasserspiegel, wenn sie (d) das Wasser aus dem Eimer in den See schüttet oder (e) das Salz aus dem Sack ins Wasser entleert – bzw. (f) wenn sie selbst ins Wasser springt?

Stellt man diese Frage in einer offenen Unterrichtsform – d.h. die Schülerteams sind völlig frei in der Bearbeitung dieser Problemstellung – findet man nach meiner Erfahrung (auf der Basis der bisher trainierten Methoden) ganz unterschiedliche „Zugehensweisen“ ... z.B. „Studium der Schulbücher“ ... „ziellooses Herumspielen“ ... „wildes Ausprobieren“ ... ODER die so genannte „Galileische Methode“, wenn man die Klasse „naturwissenschaftliche“ erzogen hat und diese „Standardform“ der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise bekannt ist

**Galileische Methode** ... auf der Basis von Vorwissen, anschaulichen Vorstellungen, Hypothesen, Theorien werden Vorhersagen gemacht, die man dann im Experiment überprüft. Verifiziert das Experiment die Vorhersage, entsteht Vertrauen ... falsifiziert das Experiment die Vorhersage, dann besteht Handlungsbedarf ...

Das Experiment bzgl. der Schüler-Vorhersagen wird schon aus zeitlichen und finanziellen Randbedingungen nicht am Bodensee ablaufen, sondern mit Hilfe eines Spielzeugbootes in einer Wasserwanne im Klassenzimmer „im Kleinen“ ausgeführt.

**Gedankenexperiment** Wir wissen, dass in einer Klasse ganz unterschiedliche Talente, Kinder mit ganz unterschiedlichem Vorwissen nur in seltenen Situationen durch einen Frontalunterricht der üblichen Form sinnvoll gefördert und gefordert werden können.

Löst man die „Frontalsituation“ auf, kann selbst diese „relativ triviale Aufgabenstellung“ dazu führen, einen hochbegabten Hochleister | hochbegabte Hochleisterin herauszufordern, wenn man sie | ihn dazu motivieren kann (in seinem|ihrem Team – ODER auch alleine!), die Aufgabe als Gedankenexperiment so zu gestalten, dass man durch „gedankliche Schritte“ – also ohne Experiment – eine Lösung gewissermaßen „gedanklich erzwingen“ kann.

Bei der Präsentation der Ergebnisse werden die Teams aufgefordert auch ihre Arbeitsweise selbst zu „besprechen“ (reflektieren!) und zu bewerten.

Entscheidend ist in einem differenzierten Unterricht vor allem die ständige Vernetzung der unterschiedlichen Talente ... d.h. das Bestreben der Lehrkraft die Schere zwischen den unterschiedlichen Begabungen so zu nutzen, dass die Kinder voneinander lernen können. Bei dieser Problemstellung kann das gelingen (so meine Erfahrung), wenn die hochbegabte Hochleisterin|der hochbegabte Hochleister seine gedanklichen Lösungen zur Problemstellung „Frau im Boot“ den Teams, die nach der „Galileischen Methode“ gearbeitet haben, vorstellt und dann die Teams aufgefordert werden, diese Methode bei der folgenden Problemstellung anzuwenden:

### Männchen im Eisblock

Wie ändert sich der Wasserspiegel, wenn Eiswürfel mit der folgenden Präparation schmelzen:

- Eiswürfel, in dem ein Bleiklotz „eingefroren“ ist,
- Eiswürfel, in dem ein Holzblock „eingefroren“ ist,
- Eiswürfel, in dem eine Luftblase „eingefroren“ ist,
- Eiswürfel, in dem eine Wasserblase „eingefroren“ ist oder
- Eiswürfel, in dem eine Spielzeugfigur „eingefroren“ ist, deren Dichte nur ganz wenig kleiner ist als die Dichte des Wassers.

Als **Lernzielkontrolle** eignet sich eventuell folgendes „Gespräch“

Axel, Christina und Nathalie haben in ihrem Unterricht erfahren, was man unter dem Auftrieb versteht und dass ein Schiff aus Eisen, dessen Dichte wesentlich höher als die Dichte des Wassers ist, trotzdem schwimmen kann, wenn es durch seine Form bedingt so viel Wasser verdrängen kann, so dass die Schwerkraft auf das Wasser ebenso groß ist wie die Schwerkraft auf das Schiff.

Axel meint begeistert, dann muss ein großes Schiff, das 100m lang, 25 m breit und 20 m tief ist, schon eine ganze Menge an Wasser verdrängen.

Nathalie überlegt kurz und meint, die Masse dieses Schiffes liegt in der Größenordnung von 20000 Tonnen – sie liegt sicher unter 50 000 Tonnen.

Christina wundert sich, woher Nathalie weiß, welche Masse das Schiff hat. Und sie meint, dann muss das Schiff also mindestens 20 000 m<sup>3</sup> Wasser verdrängen.

Jetzt wird Axel nachdenklich. Er überlegt, wenn solch ein Schiff z.B. bei der Überholung oder Reparatur in ein „Trocken-Dock“ eingeschlossen wird, dann muss man dafür sorgen, dass mehr als 20 000m<sup>3</sup> Wasser in dem „Trocken-Dock“ sind, damit das Schiff diese 20 000 m<sup>3</sup> Wasser verdrängen kann, denn sonst kann es nicht schwimmen, das hätten sie schließlich im Unterricht gelernt.

Nathalie ist nicht einverstanden: „Selbstverständlich kann ein Schiff mit der Masse von 20 000 Tonnen auch in einer Wassermenge schwimmen, die wesentlich kleiner ist. Wenn ich mir überlege, dass die Wasserschicht zwischen Schiff und Behälter, in dem es schwimmt, etwa 20 cm beträgt, könnte das Schiff von Axel in 3500 Tonnen Wasser ohne weiteres schwimmen.“

Christina meint, dass die 20 cm aber nur dann möglich sind, wenn sich das Schiff nicht bewegt. Wenn sich Schiffe begegnen, müssen sie einen viel größeren Abstand zueinander einhalten, damit kein Unglück passiert.

Axel fügt hinzu, das gilt auch für den Abstand zwischen Schiffsboden und Untergrund. Wenn die Wassertiefe bei Nordseefährenschiffe bei Ebbe 20 cm bis 30 cm beträgt, dann „saugt“ sich das Fährenschiff am Meeresboden regelrecht fest und kommt erst bei Flut wieder frei.

Nathalie widerspricht, das mit dem „saugen“ kann ja wohl nicht stimmen. Wir haben doch im Unterricht gelernt, dass dieser Ausdruck „saugen“ eine „Volksweisheit“ ist, die physikalisch betrachtet falsch ist.

Die **Kernfrage** lautet: „Kann ein Schiff von 20 000 Tonnen in einer Wassermenge von 3 500 Tonnen schwimmen?“. Welche Antworten könnte man zu den hier aufgeworfenen Fragestellungen finden? Sind die in dem Gespräch genannten Argumente und Abschätzungen richtig? Welche „physikalischen Aspekte, Themen“ werden in diesem Gespräch diskutiert?