

Die folgenden Original-Seiten der Zeitschrift „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ wurden mit expliziter Genehmigung des Aulis-Verlages (Dr. Brigitte Abel) und des Friedrich-Verlages (Hubertus Rollfing) auf die Webseite www.thomas-wilhelm.net gestellt. Vielen Dank für die Erlaubnis.

Die exakte Quellenangabe des Zeitschriftenartikels ist:

WILHELM, T.

Das Schiffshebewerk Niederfinow. Kontextorientierte Aufgabe (21)

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 60, Heft 8, 2011, S. 40 – 41

Das Schiffshebewerk Niederfinow

Kontextorientierte Aufgabe (21)

T. Wilhelm

Der Auftrieb sowie das Thema „Schwimmen“ sind Standardthemen im Physikunterricht. In diesem Aufgabenbeispiel



geht es um die zentrale Erkenntnis, dass bei einem schwimmenden Körper die Masse der verdrängten Flüssigkeit gleich der Masse des Körpers ist, sowie um deren technische Nutzung. Dadurch bleibt die Masse des Troges des Schiffshebewerkes gleich, ob nun schwere Schiffe darin sind oder nicht, was für Besucher sehr verblüffend ist. „Verdrängen“ kann hier wörtlich genommen werden: Das Wasser wird beim Einfahren eines Schiffes aus dem Trog herausgedrängt.

Im Aufgabenbeispiel soll dies nach einer wiederholenden Einstiegsaufgabe (Teilaufgabe 1) argumentativ (Teilaufgabe 2) und experimentell (Teilaufgabe 3 und Abbildung) gezeigt werden. Dann geht es um technische Überlegungen. Dabei ist technische Kreativität (Teilaufgabe 4) und mechanisches Grundwissen (Teilaufgabe 5) gefragt.

Für den Standort Niederfinow im Bundesland Brandenburg wurden tatsächlich schon mehrmals in der Geschichte ver-

schiedene Funktionsprinzipien geprüft. Bereits Ende des 19. und Beginn des 20. Jahrhunderts wollte man ein Schiffshebewerk. Eine solche technische Herausforderung vertagte man dann aber und baute zuerst eine weniger anspruchsvolle Schleusentreppe. Erst nach dem ersten Weltkrieg gingen die Überlegungen weiter. Da die Größe und Kapazität des dann gebauten Schiffshebewerkes heute nicht mehr ausreicht, prüfte man in jüngster Zeit wieder verschiedene Alternativen. Seit 2008 wird nun ein zweites Schiffshebewerk gebaut. Die Teilaufgaben 6 und 7 sind somit authentische Fragestellungen und sollen auch zur selbstständigen Internetrecherche anregen. ■

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Didaktik der Physik,
Institut für Physik der Universität Augsburg,
Universitätsstraße 1, 86135 Augsburg
E-Mail: info@thomas-wilhelm.net
Web: www.thomas-wilhelm.net

Lösungen

1. Ca. 2100 m^3 Wasser haben eine Masse von ca. 2100 t; folglich hat der gefüllte Trog eine Masse von ca. 4300 t.
2. Da das Schiff schwimmt, hat seine Gewichtskraft den gleichen Betrag wie die Auftriebskraft. Nach dem Gesetz von Archimedes ist die Auftriebskraft wiederum so groß wie die Gewichtskraft des verdrängten Wassers. Da die Wasserhöhe im Trog gleich bleibt, bleibt auch dessen Gesamtmasse gleich. Die Masse des herausfließenden Wassers entspricht der Masse des Schiffes. Die Antriebsmotore müssen nur Reibung und Anfahrwiderstände überwinden.
3. Um die Oberflächenspannung zu verringern, sollte man dem Wasser etwas Spülmittel zusetzen. Dann bleibt die Anzeige der Waage in etwa gleich.
4. Man könnte 256 umlaufende Seile verwenden, die nicht nur oben, sondern auch unten über Umlenkrollen laufen. Stattdessen hat man an den Wassertrog und an die Gegengewichte wenige schwere „Seile“ gehängt, die aus vielen Betonstücken bestehen und mit hochgezogen werden bzw. unten am Boden abgelegt werden.
5. Wenn kein Gleichgewicht mehr besteht, käme es zu einer beschleunigten Bewegung wie bei einer Atwood'schen Fallmaschine. Bei einem außerplanmäßigen Ungleichgewicht wird aber der Trog in jeder Stellung durch große Drehriegel fixiert.
6. Bei Schiffsschleusen an Fließgewässern fließt das Wasser aus dem Oberwasser in die Schleusenkammer ein und später in das Unterwasser ab. Dieses Füllen und Leeren der Schleusenkammer braucht viel Zeit. Außerdem geht bei Schleusungen Wasser aus dem Oberwasser ins Unterwasser verloren und muss bei Kanälen zum Ausgleich zurückgepumpt oder in seitlichen Sparbecken oder parallele Schleusenkammern gepumpt werden.
7. Neben einer Schleuse und einer Schleusentreppe aus zwei Schleusen wurde noch ein Schrägaufzug geprüft, bei dem das Schiff in einem Wassertrog eine schräge Ebene entlang gezogen wird (längs in normaler Fahrtrichtung des Schiffes oder quer dazu) und ein großer Eingriff in die Landschaft nötig ist. Außerdem wurde die Lösung mit einem Wasserkeil geprüft, bei dem ein vom Rand aus bewegtes Stauschild in der Fahrrinne einen Wasserkeil vor sich herschiebt, auf dem das Schiff schwimmt, wobei die Abdichtung des Stauschildes technisch schwierig ist.

Das Schiffshebwerk Niederfinow**Arbeitsblatt Kontextorientierte Aufgaben (23)**

Wenn Schiffe auf ihrer Fahrt von einem Fluss-System in ein anderes wechseln sollen, muss man sie auf künstlich angelegten Wasserstraßen über die trennende Erhebung, die Wasserscheide, bringen. Der Oder-Havel-Kanal verbindet die Flüsse Oder und Havel nördlich von Berlin. In Niederfinow müssen die Schiffe einem Höhenunterschied von 36 Metern überwinden. Ab 1927 wurde dazu ein Spezialfahrstuhl, das Schiffshebwerk Niederfinow, gebaut und 1934 eröffnet (siehe Abb. 1), das heute jährlich ca. 20000 Schiffe transportiert und von ca. 150000 Besuchern besichtigt wird. Weltweit gibt es einige Dutzend solcher Schiffshebwerke.

Das Kernstück des Schiffshebwerkes ist ein Trog, d.h. ein großes Becken, das zunächst fest mit dem Kanal verbunden ist. Wenn ein Schiff in diesen Trog eingefahren ist, schließt ein Tor den Trog und ein Tor den Kanal. Dann kann der Trog auf die andere Höhe gebracht werden und nach Öffnen der dortigen Tore kann das Schiff wieder ausfahren. Zum Bau des ca. 60 m hohen Schiffshebwerkes wurden 72000 m^3 Beton und 14000 t Stahl verwendet. Doch die grundlegende physikalisch-technische Idee ist ganz einfach.

**Aufgaben**

1. Der leere Trog hat eine Masse von ca. 2200 t; seine Innenmaße sind: ca. 84 m lang und ca. 10 m breit. Darin steht das Wasser 2,5 m hoch. Welche Masse hat der mit Wasser gefüllte Trog?
2. Ein Schiff der Masse 600 t fährt nun in der Trog hinein, wobei die Wasserhöhe konstant bleibt. Wie ändert sich die Masse des gefüllten Troges? Warum?
3. Probiere es aus: Ein Überlaufgefäß wird auf eine Waage gestellt und bis zum Überlaufen voll gefüllt. Dann wird etwas Schwimmendes in das Gefäß gesetzt. Achte darauf, dass überlaufendes Wasser nicht auf die Waage läuft.
4. Die immer gleiche Masse des gefüllten Wassertroges wird durch 192 Betongegengewichte ausgeglichen, die über Drahtseile und Umlenkrollen mit dem Wassertrog verbunden sind. Die 256 dicken, schweren Drahtseile verkürzen sich beim Heben auf der einen Seite und verlängern sich auf der anderen Seite. Dadurch ist das Gleichgewicht gestört. Was könnte man tun, damit immer auf beiden Seiten die gleiche Masse hängt?
5. Was würde passieren, wenn es plötzlich zu einem Ungleichgewicht käme, etwa weil das Wasser aus einem Trog ausläuft?
6. Bevor das Schiffshebwerk gebaut wurde, benutzte man vier Schleusen. Was für Nachteile haben diese? Denke dabei daran, was mit dem Wasser in einer Schleuse geschehen muss.
7. Im Augenblick wird in Niederfinow ein zweites, größeres Schiffshebwerk (siehe Abb. 2 rechts im Vordergrund) gebaut; man hat sich nach eingehender Prüfung wieder für ein vertikales Schiffshebwerk entschieden. Informiere dich im Internet, welche anderen Arten von Schiffshebwerken es gibt. Denke dabei daran, was mit dem Wasser in einer Schleuse geschehen muss.

