

# Der verflixte Auftrieb

H. Kühnelt

Misskonzepte zum Begriff Auftrieb werden deutlich in einer Aufgabenstellung, die in einem Physikbuch [1] für die zweite Klasse als Meisterprüfung bezeichnet wird. Im Rahmen einer Lehrveranstaltung stellten wir (H. Mayr, H. Stadler, H. Kühnelt) sie vor längerer Zeit als mögliche Einstiegsfrage vor, und mussten fest stellen, dass die korrekte Lösung große Schwierigkeiten bot.

Die Aufgabe lautete: "Stellen Sie sich ein Glas Wasser auf einer Waage vor. Wird sich die Anzeige verändern und gegebenenfalls wie, wenn Sie einen Finger ins Wasser tauchen, ohne das Glas zu berühren?"

Lassen Sie Ihre Schüler Vermutungen über den Ausgang des Experiments anstellen und fordern Sie - ev. schriftliche - Begründungen [2]. Mit großer Wahrscheinlichkeit werden Sie den Rest der Unterrichtsstunde für die Klärung benötigen.

Dabei lohnt es sich, die reale Fragestellung zwar durch das Experiment zu entscheiden, aber zur Klärung der Verständnisprobleme Modellbildung zu betreiben. Ersetzen wir den Finger durch einen ähnlich geformten Körper (z.B. ein Frankfurter Würstel) und die Sehnen, die den Finger an die Hand binden, durch eine Spiralfeder in Form eines Kraftmessers. Registrieren wir die Anzeigen von Waage und Kraftmesser systematisch, während wir den Modellfinger schrittweise ins Wasser tauchen. Den Schülern werden die gegenläufigen Trends auffallen und schließlich wird wohl auch jemand erkennen, dass Waagen zwar das Gewicht messen, aber Massen anzeigen.

Zum Ende sollte erkannt werden, dass der Auftrieb nicht "gratis" zustande kommt. Wenn die Flüssigkeit eine nach oben gerichtete Auftriebskraft auf den Körper wirken lässt, muss als Reaktion eine gleich große Kraft nach unten wirken, das Glas Wasser also "schwerer" werden.

Führt man das Experiment mit einem Messbecher statt einem Trinkglas durch, lässt sich der Zusammenhang von Auftrieb und verdrängter Flüssigkeitsmenge gleichzeitig beobachten

und der erhöhte hydrostatische Druck am Boden des Glases mit der Waagenanzeige verbinden.

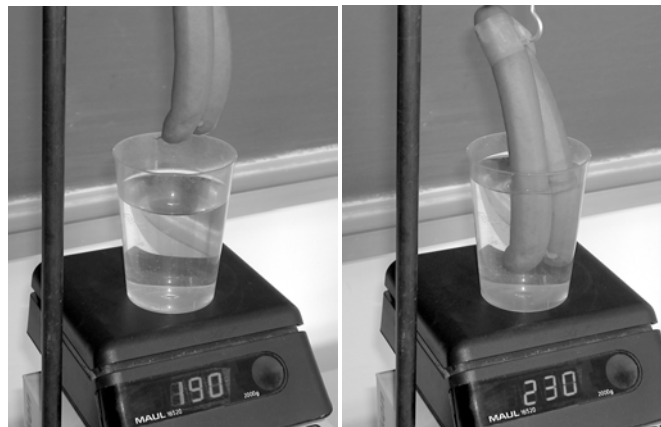
Wichtig bei dieser Untersuchung ist, den Schülerinnen und Schülern Zeit zu lassen, ihre Vorstellungen zu formulieren und sich ihrer Fehlvorstellungen zum Auftrieb bewusst zu werden. Vermutlich wird die richtige Lösung der Aufgabe auch durch die Vorstellung behindert, dass ohne Berühren des Glases keine Kraft neben dem Gewicht des Wassers auf die Waage übertragen wird.

Interessant könnte es auch sein, Argumentationen zum Auftrieb zu folgen, wenn statt des eingetauchten Fingers ein Stück Kork auf die Wasseroberfläche oder eine Glasperle ins Glas gelegt wird. Die Änderung der Anzeige wird in diesen Fällen wohl richtig vorhergesagt werden.

Für uns hat dieses Experiment wieder einmal bewiesen, dass es nicht genügt, einen Begriff wie Auftrieb in der 2. Klasse einzuführen und ihn als "Unterstufenstoff" auf späteren Stufen einschließlich der Lehramtsausbildung als bekannt und unproblematisch vorauszusetzen.

[1] E. Boxhofer, E. Stütz, M. Turnwald, *Physikstunde 2*, Veritas Verlag, Linz 2000, S. 87

[2] Wir wären für die Zusendung der originellsten (nicht unbedingt richtigen) Begründungen dankbar.

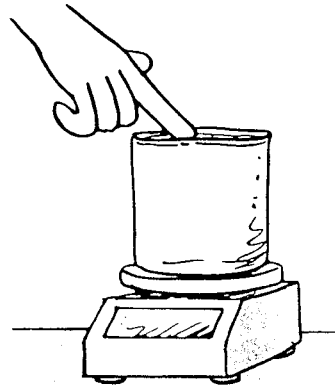
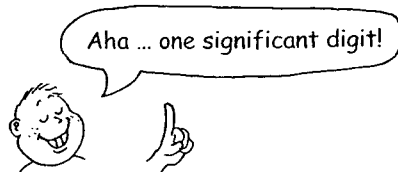


Ein Paar Frankfurter mit 120 g Masse wird zu einem Drittel eingetaucht, dadurch wird die im Bild unsichtbare Federwaage um 0,4 N entlastet.

## FIGURING PHYSICS

Gently push down on the pan of the scale and the display shows an increase in force. Likewise if you do the same on the rim of the beaker. But what if you immerse your fingertip in the water, without touching the beaker? Then the scale reading

- a) doesn't change.
- b) shows an increase.
- c) shows a decrease.



Thank to Peter Hopkinson

## FIGURING PHYSICS



Gently push down on the pan of the scale and the display shows an increase in force. Likewise if you do the same on the rim of the beaker. But what if you immerse your fingertip in the water, without touching the beaker? Then the scale reading

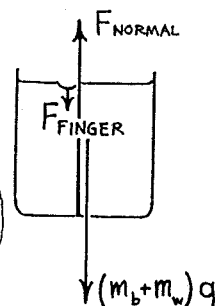
- a) doesn't change.
- b) shows an increase.
- c) shows a decrease.

ANSWER: b.

Consider the system of beaker and water, resting in equilibrium on the scale. Before your finger is introduced, the only downward force on the system is the weight of both beaker and water. The scale supplies an equal upward force, the normal force shown by the scale reading. Now add another downward force — that of your finger poking into the water. How big is this force? The answer is, as big as the buoyant force on your finger — equal to the weight of water it displaces. This additional downward force on the system increases the normal force supplied by the scale. Hence the scale reading increases.



Your finger can't push water out of the way unless the water simultaneously pushes back on your finger — Newton's third law. So the force your finger exerts on the water has the same magnitude as the buoyant force acting upward on your finger.



Verflixter Auftrieb: Englische Version. Zufällig erschien in der April-Ausgabe von *The Physics Teacher*, 39(4), 2001, das Problem in einer von Paul Hewitt formulierten und gezeichneten Version.