

Das Schwimmen des Fisches

Hydrostatische Versuche mit der Fischblase

zum Thema Schweben, Sinken, Steigen (fächerübergreifend Bio/Phy.)

6 eindrucksvolle Versuche:

- I – III. Zur Einwirkung des Wasserdrucks: Aufsteigen, Sinken, Schweben eines Fisches (ohne Fortbewegung)
- IV. unter Einbeziehung eines Luftraumes über der Wasseroberfläche.
- V. Demonstration unterschiedlicher Schwimmfähigkeit in Süß- und Salzwasser.
- VI. bei unterschiedlichen Temperaturen (dieser Versuch führt zu einem verblüffenden Ergebnis).

Ein Modellpaket besteht aus:

4 kleinen Kunststoff-Fischchen (à 5 cm)	Knetmasse
4 kleine geschlossene Gummischläuche als Schwimmblase (+ einer Ersatzblase),	1 Klarsichtplastikflasche für Leitungswasser. Ausführlicher Text

Die Anschaffung von 3 – 6 Modellpaketen wird empfohlen, so dass mehrere Schülergruppen die Versuche parallel durchführen können.

Biologisch-Physikalische Zusammenhänge:

Die Knochenfische haben im Laufe der Evolution eine Schwimmblase entwickelt, die es ihnen gestattet, durch Einfüllen und Ablassen von Gas jede beliebige Wasserhöhe zu halten. Haien und Rochen als Knorpelfische fehlt diese Einrichtung. Sie müssen sich daher ständig im Wasser fortbewegen.

Gase sind im Gegensatz zu Flüssigkeiten hochkompressibel. Deshalb werden die Schwimmblasen je nach Wassertiefe (hydrostatischer Druck) mehr oder weniger zusammengedrückt, jedoch durch oben erwähnte reflektorische Mechanismen kann der Innendruck und damit das Volumen der Blase kompensiert werden. Auch ein mögliches Platzen der Blase wird dadurch vermieden. – Zusätzlich spielen der jeweilige Salzgehalt und die Temperatur des Wassers eine wichtige Rolle (Versuch V und VI)

Versuchsanleitung

1. Vorbereitung der „Fischchen“:
In die obere Aussparung aller Fische wird je eine Schwimmblase eingefügt (eine Blase bleibt als Ersatz zurück).
In die bauchwärts gelegene Öffnung drücken Sie Knetmasse wie folgt ein:
 - a. In zwei Fische so viel, dass sie gerade nicht untergehen, also nur einen schwachen Auftrieb haben.
 - b. In die anderen beiden Fische füllen Sie so viel Knetmasse, dass sie gerade noch absinken. Es empfiehlt sich die schwimmenden und die sinkenden Fische unterschiedlich farblich zu kennzeichnen.
2. Füllen Sie die Plastikflasche randvoll mit Wasser (möglichst mit ähnlicher Temperatur wie die Fische)
3. Legen Sie zuerst je einen „Sinkfisch“ und dann einen „Schwimmfisch“ in die gefüllte Flasche ein, stauchen Sie die Flasche zum Entweichen kleiner Bläschen und verschließen Sie die Flasche mit dem Schraubverschluss ohne Blasenbildung.
4. Stellen Sie je ein Glas mit Süßwasser und mit gesättigtem Salzwasser auf.
5. Für den Temperaturversuch VI wird je ein Glas mit warmen und Eiswasser benötigt.

Versuch I. Die Flasche im oberen Drittel mit der Hand (oder mit beiden Händen) umfassen, zusammendrücken und nach gewisser Zeit loslassen.

Wirkung: Der obere Fisch sinkt während des Drückens ab. Nach dem Loslassen steigt er wieder auf. Hier können im Unterricht Schülerhypothesen erfragt werden.

Erklärung: Der Druck auf die Flasche überträgt sich auf das Wasser und mit dem Wasser auf die Fischblase, wodurch die Luft in der Blase komprimiert wird. Das Volumen der Blase verringert sich dadurch und somit auch der Auftrieb. Beim Loslassen erfolgt der umgekehrte Vorgang.

Bei genauer Betrachtung ist während des Drückens das Eindellen der Blase beobachtbar.

Versuch II. Die Flasche im unteren Drittel zusammendrücken und nach gewisser Zeit loslassen

Wirkung: Wieder sinkt der obere Fisch ab und steigt nach dem Loslassen wieder auf.

Diese Beobachtung ruft bei den meisten Schülern Erstaunen hervor, da sie mit einem Aufsteigen des unteren Fisches rechnen.

Hier können im Unterricht Schülerhypothesen erfragt werden.

Erklärung: Der Druck wird überall in der Flasche – als geschlossenes System – gleichermaßen erhöht oder gesenkt, unabhängig von der Einwirkungsstelle des äußeren Druckes. Auch hier ist das Eindellen der Blase erkennbar.

Versuch III. Problemstellung: Durch welche physikalische Maßnahme kann der Bodenfisch nach oben bewegt werden?

Es bietet sich auch hier zunächst das Sammeln von Schülervorschlägen an. Dies ermöglicht die Feststellung, in welche Richtungen die einzelnen Schüler denken.

Lösung: Den Deckel zunächst abschrauben, die Flasche kräftig zusammendrücken, so dass Wasser austritt und dabei die Flasche verschließen; loslassen. Der obere Fisch bleibt oben, der Bodenfisch steigt auf.

Erklärung: Die elastische Flasche hat das Bestreben, in den Ursprungszustand zurückzukehren. Dabei entsteht in der Flasche ein Unterdruck, der sich überall in der Flasche gleichmäßig auswirkt. Das Gas in der Schwimmblase kann sich geringfügig aber hinreichend stark ausdehnen und somit den Auftrieb erhöhen.

Hinweis: Sollte der Bodenfisch ohne erzeugten Unterdruck oben schwimmen, so hat er wahrscheinlich kleine Luftbläschen angesetzt. Der Fisch wird entnommen, in einem Wasserbehälter hin- und hergeschwenkt um die Bläschen abzuschwemmen. Ggf. wird etwas Kentmasse hinzugeführt.

Versuch IV. Die Flasche ca. zur Hälfte entleeren und die obigen Druck- und Saugversuche erneut durchführen. Die Ergebnisse aus den Versuchen I – III werden nicht erreicht.

Begründung: Gase sind im Gegensatz zu Flüssigkeiten stark komprimierbar, so dass die aufgewendete Druckkraft bzw. Saugkraft nur teilweise auf das Wasser übertragen wird.

Die weiteren Versuche sollten mit dem **zweiten Fischpaar** durchgeführt werden.

Versuch V. Jetzt kommen die aufgestellten Gläser mit Süß- und Salzwasser zur Anwendung. Der schwerere Bodenfisch wird abwechselnd in ein Glas mit Salz- und Süßwasser gegeben.

Wirkung: Der Fisch schwimmt im Salzwasser und sinkt im Süßwasser ab.
Schülerhypothesen.

Erklärung: Die Salzmoleküle sind deutlich massereicher als Wasser. Durch die Brownsche Molekularbewegung prallen nicht nur die Wasser- sondern auch die Salzmoleküle gegen den Fisch. Damit ist der Auftrieb größer als im Süßwasser.

Versuch VI. Ein Trinkglas wird mit warmem Wasser (um 50°C) ein zweites mit sehr kaltem Wasser (Eiswasser um 1° C) gefüllt. Beide Fische werden ins warme Wasser gegeben. Beide schwimmen oben. Nach einiger Zeit geduldiger Beobachtung kommen beide ins kalte Wasser.

Erwartung: Zu erwarten ist, dass die Fische im kalten und somit schwereren Wasser an der Oberfläche schwimmen und im warmen und leichteren Wasser absinken.

Beobachtung: Paradoxe Weise ist es genau umgekehrt! Die Fische sinken im kalten Wasser ab und schwimmen im warmen Wasser an der Oberfläche.

Gibt man sie nach dem Absinken im kalten Wasser zurück ins warme, gehen sie sofort unter, um nach einiger Zeit aufzutauchen. Dabei steigt erst der leichtere und danach der schwerere Fisch auf.

Empfehlenswert ist der mehrmalige Wechsel vom kalten ins warme Wasser und umgekehrt.

Erklärung: Die Luft in den Schwimmblasen expandiert im warmen Wasser (führt zur Auftriebserhöhung) und komprimiert im kalten Wasser (führt zur Auftriebsreduktion).

Lässt man die Gläser stehen bis sich die Wassertemperatur der Umgebungstemperatur angeglichen hat, sinkt der Bodenfisch ab und der leichtere Fisch schwimmt oben.

Hinweis: Manchmal verhindert die Oberflächenspannung des Wassers das Absinken. Dieses Phänomen der Oberflächenspannung kann hierbei besprochen werden.

Ein Tropfen Pril löst die Spannung und die Fische sinken ab.