

# Schwerelos

## Auch Pflanzen und Tiere müssen tarieren

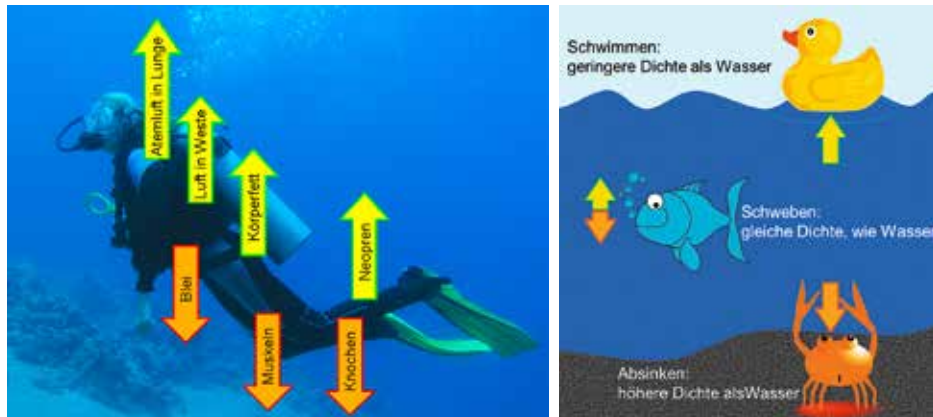
Gut austariert über ein Riff zu schweben ist für jeden Taucher ein tolles Gefühl. Wir haben allerlei technische Hilfsmittel dazu: Blei, um den Auftrieb des Anzugs zu negieren, Tarierweste und Pressluft, um den der Tiefe angepassten Auftrieb zu erstellen. Aber wie macht das eine Blualge, ein Riffbarsch oder ein Walhai?

■ Text, Bilder und Grafiken von Nanina Blank

Ohne Schwimmbewegungen und ohne Luftanhalten sinken wir ab. Ob etwas schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt von der Dichte dieses Etwas ab. Wir bestehen ja bekanntlich zu rund 70 Prozent aus Wasser, da sollten wir doch schweben können? Aber unsere Knochen und Muskeln sind nun mal dichter als Wasser. Das einzige in unserem Körper, was uns Auftrieb verleiht, nennen viele Taucher scherzhaft «Biopren», also unser Körperfett. Und natürlich die Luft in unserem Körper, welche mit einer fast tausendmal kleineren Dichte als Wasser prima Auftrieb verschafft. So können wir auch mit Ein- und Ausatmen, also Vergrössern und Verkleinern des Luftvolumens in unserer Lunge, unsere Tarierung beeinflussen. Den Lebewesen im Wasser geht es ähnlich wie uns, auch sie möchten möglichst schweben. Natürlich gibt es Unterschiede: im Salzwasser lässt

Links: Um als Gesamtpaket Taucher neutral tarieren zu sein, muss sich der positive Auftrieb (gelb) und der negative Auftrieb (orange) genau die Waage halten.

Rechts: Das Grundprinzip von Dichte und Auftrieb.



|            | Dichte*<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Salzgehalt<br>(g Salz/g Wasser) |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Muskeln    | 1,1                             |                                 |
| Knochen    | 1,4                             |                                 |
| Fett       | 0,9                             |                                 |
| Luft       | 0,001                           |                                 |
| Süßwasser  | 1,00                            | >0,1%                           |
| Ozeane     | 1,023                           | 3,5%                            |
| Rotes Meer | 1,03                            | 4%                              |
| Totes Meer | 1,24                            | 28%                             |

\*Dies sind Durchschnittswerte. Die Dichte ist temperaturabhängig.

es sich etwas einfacher schweben als im Süßwasser (siehe Tabelle). Und im Toten Meer geht's sogar ganz einfach, aber dort bereitet der hohe Salzgehalt dann andere Probleme.

### Schlaues Plankton

Wasserlebewesen brauchen also auch eine Strategie für die Tarierung. Bereits bei den Kleinsten, dem Phytoplankton, gibt es verschiedene Techniken:



In Salzwasser hat man bekanntlich mehr Auftrieb: Dieser Salzsee mitten in der Atacama-Wüste hat durch seinen hohen Salzgehalt eine so hohe Dichte, dass ein Absinken darin unmöglich ist.

### ■ Einlagern von Fett

Kleine Öltröpfchen im Gewebe erhöhen den Auftrieb. Dazu muss allerdings auch genügend Energie vorhanden sein, um Fett überhaupt bilden zu können. Unterernährter Phytoplankton hat es da also schwerer.

### ■ Bilden von Gasvakuolen

Das sind kleine Bläschen in der Zelle, welche beispielsweise mit Stickstoff gefüllt werden, um den Auftrieb zu erhöhen.

### ■ Regulieren des Salzgehalts

Gelöstes Salz erhöht die Dichte, deshalb ist Meerwasser auch dichter als Süßwasser. Dies stimmt genauso für Lebewesen. Es kann also mehr Salz aus dem Wasser ins Gewebe eingelagert werden, um abzusinken oder Salz aus dem Gewebe ans Wasser abgeben werden, um aufzusteigen.

### Die Schwimmblase

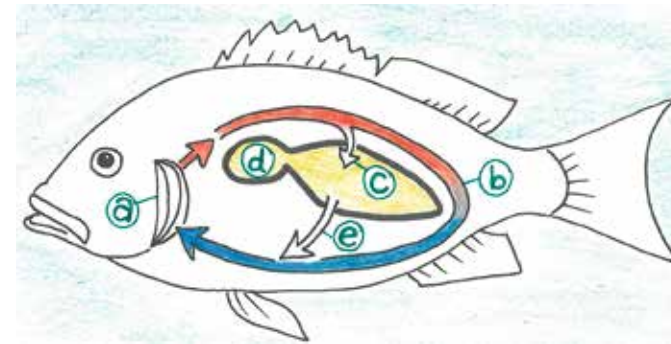
Die meisten Knochenfische, wie zum Beispiel die Forelle, der Zackenbarsch oder der Barrakuda, haben im Verlauf der Evolution ihre eigene Version einer Tarierweste entwickelt:

*Unterschiedliche Strategie: Während der Taucher sich mit einer Tarierweste helfen muss, hat der Fledermausfisch eine eingebaute Tarierhilfe: die Schwimmblase. Das Prinzip ist jedoch bei beiden der Auftrieb durch einen mit Gas gefüllten Beutel.*



Die Zweikammer-Schwimmblase einer Brachse: Mit Gas gefüllt, leistet dieses Organ den nötigen Auftrieb, damit die Brachse ohne Anstrengung im Wasser schweben kann.

Bild: Alter welt



Die Funktionsweise einer Schwimmblase: Der Fisch nimmt im Wasser gelösten Sauerstoff über seine Kiemen (a) auf. Über den Blutkreislauf (b) wird der Sauerstoff in den Körper und das Kohlendioxid zurück zu den Kiemen transportiert. Um den Auftrieb zu erhöhen, werden die gelösten Gase aus dem Blut (c) in die Schwimmblase (d) überführt. Benötigt der Fisch weniger Auftrieb, wird das Gas wieder ins Blut gelöst (e), und wenn nötig über die Kiemen wieder ans Wasser abgegeben.

die Schwimmblase. Sie ist aus einer Ausstülpung des Darms hervorgegangen. Da ja bekanntlich die wenigsten Zackenbarsche mit Pressluftflaschen unterwegs sind, fragt man sich, wie die denn ihr Tariersystem bedienen? Bei einigen Arten besteht noch immer eine Verbindung zum Darm, dann ist das nicht so eine Hexerei: Ein Fisch kann Luft schlucken, die durch den Verdauungstrakt in der Schwimmblase landet, und wenn er sie wieder loswerden will, kann er sie ausscheiden. Im Grunde funktioniert unsere Tarierweste genauso. Indem wir sie mit Luft füllen, verringert sie die Dichte des Gesamtpaketes Taucher und wir können aufsteigen.

Aber wie macht das ein Tiefseefisch? Der kann schlecht an die Wasseroberfläche, um Luft zu schlucken. Bei einigen Arten ist die Schwimmblase auch gar nicht mehr mit dem Darm verbunden, wie machen die das also?

### Auftrieb aus dem Blut

Dann wird es etwas ausgeklügelter. Dann muss das Gas für den Auftrieb aus dem Blut kommen und kann auch über dieses wieder abgeführt werden. Wir alle haben gelöste Gase im Blut: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid. Bei Fischen ist das nicht anders. Und diese Gase können sie vom Blut in die Schwimm-



*Dieser Napoleon spart viel Schwimmenergie, indem er perfekt neutralen Auftrieb erstellt. Somit muss er nur die Vorwärtsbewegung durch Muskelkraft leisten.*

blase überführen, wenn sie mehr Auftrieb benötigen. Umgekehrt können sie Gas von der Schwimmblase wieder ins Blut überführen, wenn sie weniger Auftrieb brauchen.

### **Auftrieb aus Muskelkraft**

Wenn keine dieser Techniken zur Verfügung steht, kann die Position im Wasser mit Schwimmbewegungen gehalten werden. Das Prinzip wird vom Phytoplankton über Fische bis zum Taucher angewendet. Der Nachteil liegt auf der Hand und kann von Tauchern auch gut nachvollzogen werden: Hat man zu wenig Auftrieb und muss deshalb ständig mit Flossenschlägen gegen das Absinken ankämpfen, dann ist das ganz schön anstrengend. (Wenn man umgekehrt zu wenig Blei dabei hat und sich mit wildem Händefuchteln gegen das Auftauchen wehren muss, ist das natürlich mindestens so unangenehm.) Es zehrt also an den Kräften, sich seine Trierung durch Bewegung zu verschaffen. Da aber auch die anderen Trieretechniken aufwendig sind, gibt es viele Lebewesen, die es trotzdem so handhaben und auch perfektioniert haben.

### **Knorpel statt Knochen**

Haie gehören zu den Fischen, die ohne Schwimmblase auskommen und somit im Freiwasser stets in Bewegung sein müssen. Dabei helfen ihnen ihre Brustflossen, die wie Flugzeugflügel Auftrieb geben. Ausserdem haben sie die Dichte ihres Körpers optimiert: Sie haben nämlich keine Knochen. Nur vier Prozent aller Fischarten sind sogenannte Knorpelfische,





zu denen Haie, Rochen und Seekatzen gehören. Ihr Skelett ist aus Knorpel aufgebaut und somit weniger dicht als das der Knochenfische. Haie benutzen ausserdem auch den Trick mit dem Fett: Ihre Leber enthält viel Öl und hilft beim Auftrieb.

So hat jeder seine bevorzugte Technik, um möglichst bequem durchs Wasser schweben zu können. Sicher ist nur, dass das Tarieren nicht erst von Tauchern erfunden worden ist. ■

*Oben: Der Knurrhahn benutzt seine Schwimmblase nicht nur zur Tarierung, sondern auch als Klangkörper. Seine über weite Strecken hörbaren Knurrgeräusche erzeugt er durch Vibrieren der Schwimmblase.*

*Seite 40: Rochen und Haie gehören nicht zu den Knochen-, sondern zu den Knorpelfischen. Sie verfügen beide über keinen internen Auftriebskörper und müssen somit vorwärts schwimmen, wenn sie nicht absinken wollen. Während sich der Stachelrochen gemütlich im Sand ausruhen kann, ist ein pelagischer Hai wie dieser Blauhai wirklich ständig in Bewegung.*