

WELLENREITEN UND DIE AUFTRIEBSKRAFT

Dr. Michael Lippstreu

Die Materialien wiederholen und vertiefen die Einheit Schwimmen, Schweben, Sinken sowie die Addition von Kräften. Daher müssen die Schüler*innen bereits die Auftriebskraft, den allgemeinen Kraftbegriff, die Darstellung von Kräften und resultierende Kräfte beherrschen, um die Aufgaben lösen zu können.

Das Kapitel fördert Transferleistungen und das Verständnis von qualitativen (wenn-dann) sowie halbqualitativen (je-desto) Zusammenhängen.

Sekundarstufe I
(Klasse 8–9)

Unterrichtsfach:
Physik



Zeitaufwand

Für die Bearbeitung sollte(n) eine Doppelstunde oder wahlweise zwei Einzelstunden vorgesehen werden.



Themen (detaillierte Erläuterung am Kapitelende)

1

Die Wahl des Surfbrettes [0,5 UE]

2

Die Auftriebskraft [1,5 UE]



Didaktische Hinweise

Aktuell ist das Thema Schwimmen, Schweben, Sinken u.a. in Baden-Württemberg und Berlin-Brandenburg im Bereich der Naturwissenschaften für die Jahrgangsstufe 5/6 vorgesehen. Im Berliner Rahmenlehrplan von 2012 fand sich der Themenkomplex hingegen noch im Pflichtbereich des Faches Physik für die Doppeljahrgangsstufe 7/8.

Das Kapitel richtet sich in Umfang und Komplexität an Schüler*innen ab der 8. Jahrgangsstufe. Die Schüler*innen sollten neben der Auftriebskraft bereits den allgemeinen Kraftbegriff, die Darstellung von Kräften sowie resultierende Kräfte beherrschen. Die Aufgaben erfordern Transferleistungen sowie das Argumentieren mit qualitativen (wenn-dann) und halbqualitativen (je-desto) Zusammenhängen.

Inhaltlich sind die Materialien eine Wiederholung und Vertiefung der Einheit Schwimmen, Schweben, Sinken sowie der Addition von Kräften. Sie können losgelöst von diesen Einheiten projektbezogen im Physikunterricht eingesetzt werden.

Als motivierender Einstieg kann eine Sequenz aus einem Heat (Surf-Wettkampf) gezeigt werden.

Fachliche Erläuterungen

Auftriebskraft:

Die Auftriebskraft ist die Kraft, die einen Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas nach oben drückt.

Statische und dynamische Auftriebskraft:

Statische Auftriebskraft

Die statische Auftriebskraft eines im Wasser ruhenden Körpers ergibt sich direkt aus seinem Volumen. Es spielt dabei keine Rolle, ob sich der Körper z.B. hochkant oder quer im Wasser befindet. Sein Volumen verdrängt Wasser und die Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft des verdrängten Wassers. Die statische Auftriebskraft hängt also direkt vom Volumen eines Körpers ab.

Dynamische Auftriebskraft

Die (hydro-)dynamische Auftriebskraft entsteht, wenn sich ein Körper im Wasser bewegt. Sie wird durch die Bewegung des Wassers um oder unter dem Körper hervorgerufen. Die Größe dieser Kraft hängt von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Form, dem Winkel und auch der Geschwindigkeit ab. Allgemein gilt: Je größer die Geschwindigkeit im Wasser, desto größer fällt die dynamische Auftriebskraft aus.

In Bezug auf das Surfen lässt sich allgemein festhalten, dass jede Form von Vortrieb (z.B. durch Paddeln) die dynamische Auftriebskraft erhöht und dazu führt, dass der*die Surfer*in weniger tief ins Wasser einsinkt, als dies in ruhender Position der Fall ist.

Schwimmen, Schweben, Sinken:

Ob ein Körper im Wasser schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt vom Verhältnis der Gewichtskraft des Körpers und der Auftriebskraft ab, die er erfährt. Es gilt:

- **Schwimmen:** Gewichtskraft < Auftriebskraft
- **Schweben:** Gewichtskraft = Auftriebskraft
- **Sinken:** Gewichtskraft > Auftriebskraft



Arbeitsmaterial (abrufbar über den QR-Code am Tabellenende)

M1	Interview mit Leon Glatzer
M2	Die Wahl des Surfbrettes
M3	Die Auftriebskraft



Quellen und
weiterführende Links



THEMA 1

DIE WAHL DES SURFBRETTES

Bauform: Das linke Surfbrett hat eine sehr dünne Spitze, wird zur Mitte hin breiter und behält diese Breite nahezu bis zum Ende. Das hintere Ende ist deutlich breiter als die Spitze, aber doch etwas dünner als die breiteste Stelle.

Das rechte Surfbrett dagegen hat ein sehr breites vorderes Ende und wird über die gesamte Länge ganz sanft schmaler. Kurz vor dem hinteren Ende macht die Seitenlinie einen Knick und das Brett wird deutlich schmaler.

Volumenunterschied: Obwohl beide Bretter gleich lang sind, fallen ihre Volumen sehr unterschiedlich aus. Durch die vor allem vorne sehr viel breitere Bauform verfügt das rechte Surfbrett über deutlich mehr Volumen als das linke.

Brettwahl: Um bei den Olympischen Spielen eine gute Wertung erzielen zu können, benötigt Leon ein sehr wendiges Surfbrett. Mehr Volumen sorgt dafür, dass die Bretter weniger wendig sind – er sollte also das linke Surfbrett wählen, das eine sehr dünne Spitze aufweist.



THEMA 2

DIE AUFTRIEBSKRAFT

Aufgabe 1:

Die Auftriebskraft erhöht sich. Der*die Surfer*in wird mit dem Brett daher weniger tief ins Wasser einsinken als zuvor. Das liegt daran, dass ein großes Surfbrett mehr Volumen besitzt als ein kleines. Wenn das Surfbrett mit Gewicht belastet und somit ins Wasser gedrückt wird, verdrängt es Wasser, und zwar entsprechend seinem Volumen. Es gilt: Je mehr Wasser verdrängt wird, desto größer ist die Auftriebskraft. Daher steigt diese bei größeren Brettern an.

Aufgabe 2:

Die Gesamtmasse (Surfbrett und Surfer*in) verändert sich und damit auch die Gewichtskraft. Die Folge: Die Surfer*innen werden unterschiedlich tief ins Wasser einsinken. Die schwerere Person wird mit dem identischen Brett tiefer ins Wasser einsinken.

Aufgabe 3:

Der*die Surfer*in beginnt einzusinken, da die gesamte Gewichtskraft (Person + Surfbrett) das auf dem Wasser liegende Brett belastet. Durch das Einsinken wird Wasser verdrängt – und zwar

je mehr, desto tiefer die Person ins Wasser einsinkt. Die Auftriebskraft hängt direkt mit dem Volumen des verdrängten Wassers zusammen. Je mehr Wasser verdrängt wird, desto größer ist die Auftriebskraft. Der*die Surfer*in sinkt so lange weiter, bis die Auftriebskraft exakt so groß ist wie die Gewichtskraft. Wenn dieser Zustand erreicht ist, schwebt er*sie im Wasser (d.h. die Person sinkt nicht weiter, steigt aber auch nicht nach oben).

Aufgabe 4:

Wenn sich ein Körper durch das Wasser bewegt, verdrängt er durch diese Bewegung zusätzliches Wasser. Da die Auftriebskraft direkt mit der Menge des verdrängten Wassers zusammenhängt, bedeutet dies: Die Auftriebskraft nimmt zu, wenn sich ein Körper im Wasser bewegt (vgl. statische vs. dynamische Auftriebskraft).

Aufgabe 5:

Die Eintauchtiefe hängt direkt mit der Menge des verdrängten Wassers zusammen. Der*die Surfer*in sinkt so lange weiter ein, bis die Auftriebskraft

der Gewichtskraft entspricht. Dieses Gleichgewicht ist erreicht, wenn ein bestimmtes Volumen unter Wasser ist. Liegt eine Person auf dem Surfbrett, so beginnt direkt der gesamte Körper mit dem Surfbrett einzusinken – nicht nur Beine und Hüften

wie im Sitzen. Es wird also schneller mehr Wasser verdrängt, womit das Gleichgewicht des Schwebestandes schneller erreicht ist.



Zusatzaufgabe:

Das tatsächliche Volumen eines Surfbrettes zu berechnen ist kompliziert, da dieses mit all seinen Rundungen und Wölbungen ein höchst komplexer geometrischer Körper ist. Potenziell ist es daher für die Schüler*innen schwierig einzuschätzen, wie stark sich das Volumen ändern wird, wenn z.B. die Nase breiter gestaltet wird. Um sich anzunähern, kann zunächst das Volumen eines rechteckigen Brettes mit den folgenden Dimensionen berechnet werden:

L = 180 cm, B = 40 cm, H = 5 cm (dieses verkörpert ein Surfbrett mit breiter Nase).

Zum Vergleich kann danach das Volumen eines Brettes berechnet werden, dessen vorderes Ende stattdessen eine Dreiecksform aufweist, ansonsten aber identisch ist. Die Verjüngung soll bei 2/3 der Brettlänge beginnen (die Höhe des Dreiecks ist also 60 cm).

Volumen rechteckig 180/40/5	Volumen mit Dreiecksform
$V = 180 \text{ cm} * 40 \text{ cm} * 5 \text{ cm}$ $V = 36.000 \text{ cm}^3 = 36 \text{ Liter}$	$V = 120 \text{ cm} * 40 \text{ cm} * 5 \text{ cm} + (60 \text{ cm} * 40 \text{ cm}/2) * 5 \text{ cm}$ $V = 24.000 \text{ cm}^3 + 6.000 \text{ cm}^3$ $V = 30.000 \text{ cm}^3 = 30 \text{ Liter}$

- Die Reduktion von 36 Liter auf 30 Liter entspricht einer Volumenveränderung um 16,7 Prozent.
- Die Erhöhung von 30 Liter auf 36 Liter entspricht einer Volumenveränderung um 20 Prozent.

Anhand dieses einfachen Rechenbeispiels lässt sich aufzeigen, dass das Volumen eines Surfbrettes durch die Veränderung der Form drastisch verändert werden kann.