

## Archimedes Prinzip einfach

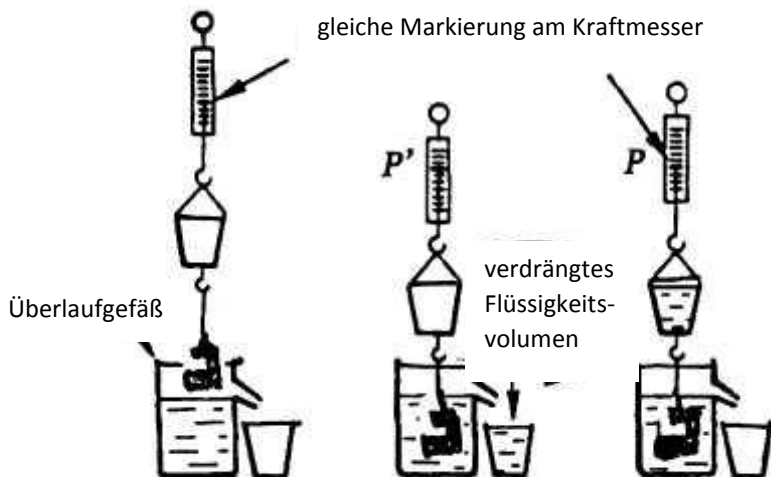
### I. Zielsetzung

Mit Hilfe der hier beschriebenen Versuchsanordnungen wird die von den Lehrplänen erwünschte Aktualisierung des Archimedes Prinzips erreicht.

1.1. Man kann zeigen, dass die Auftriebskraft von Archimedes ihre Ursache in der Druckkraft hat, die die Flüssigkeit auf die Wände des eingetauchten Körpers ausübt.

1.2. Dank der besonderen Form des Körpers kann man ausgehend von der Druckkraft die Auftriebskraft im Kopf berechnen.

1.3. Man kann eine allgemeingültige Formel dieser Kraft finden, die auf jeden in einer Flüssigkeit getauchten Körper anwendbar ist.



### II. Zusammensetzung

- Quaderförmiger Körper aus Aluminium-Legierung - Abmessungen 2 x 5 x 6 cm. Das Volumen kann während des Versuchs im Kopf berechnet werden.
- Körper aus Zamak (Zinkfeinlegierung) mit einer komplexeren Form als Beispiel für eingetauchte Körper jeglicher Form
- Gefäß mit Henkel und Haken

- einfaches Becherglas 250 ml

Sehen Sie für die Versuche zusätzlich vor:

- Stativ 2000035
- Doppelmuffe 2000165
- Kraftmesser mit Rundskala, wenn es sich um einen grundlegenden Versuch handelt 2002094 / 1 (2 N) oder 2002095 / 1 (5 N)
- normaler Kraftmesser, wenn es sich um einen Schülerversuch handelt (2N oder 5N)
- Überlaufgefäß 2000264 oder 206425

### III. Einsatz im Unterricht

#### Versuch 1: Veranschaulichen, Messen, Ursachen finden, Berechnen der Auftriebskraft von Archimedes

##### a) Zielsetzung

- a) die Auftriebskraft durch einen Versuch veranschaulichen
- b) die Auftriebskraft messen
- c) die Hypothese aufstellen: Ursache für die Auftriebskraft ist die Druckkraft
- d) diese Hypothese mit Hilfe einer Beweisführung und einer Berechnung verifizieren.

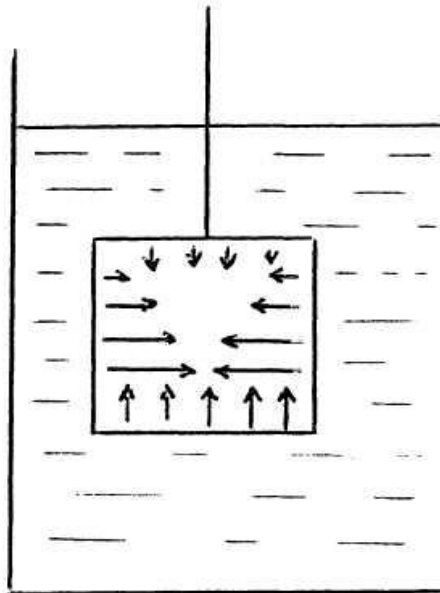
##### b) Material

- Quaderförmiger Körper
- Kraftmesser
- hohes durchsichtiges Gefäß – Glas oder 2 Liter-Plastikflasche oben abgeschnitten
- Stativ mit Stab und Doppelmuffe
- leicht angefärbtes Wasser

##### c) Vorgehensweise:

- Hängen Sie den Festkörper an den Kraftmesser.
- Notieren Sie die Gewichtskraft:  $F_G = 1,6$  Newton.
- Setzen Sie das leere Gefäß darunter, das Objekt so nahe wie möglich an den Boden.
- Gießen Sie langsam Wasser ein. Sobald der Flüssigkeitsstand den Festkörper erreicht und dann weiter steigt, scheint sich das Gewicht zu verringern und der Faden, an dem der Festkörper hängt, bleibt senkrecht. Diese Vorgehensweise führt zu der Vermutung, dass Druckkräfte den Auftriebs verursachen.
- Ist der Festkörper vollständig eingetaucht, wird die Gewichtskraft:  $F'_G = 1$  Newton.
- Fahren Sie mit dem Eingießen fort, die Gewichtskraft verändert sich nicht mehr. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass die Auftriebskraft weder von der Tiefe noch von dem Flüssigkeitsstand abhängig ist.
- Errechnen Sie die Auftriebskraft: sie ergibt sich aus der Differenz:  $F_a = F_G - F'_G$
- Wie ist diese Auftriebskraft zu erklären?

Die auf die Wände des Festkörpers wirkende Druckkraft der Flüssigkeit ist als die wahrscheinlichste Ursache anzusehen. Form und Position des Festkörpers sind so gewählt, dass die Beweisführung durch Nachdenken leicht fällt.



- Es sei daran erinnert, dass die Druckkraft mit der Tiefe zunimmt und zwar 1 hPa pro cm Tiefe.
- Aufgrund der Symmetrieverhältnisse, kann man davon ausgehen, dass die horizontal wirkenden Kräfte sich ausgleichen.
- Dies gilt nicht für die auf die horizontalen Flächen des Körpers vertikal wirkenden Kräfte. Die Druckkraft  $p$  auf die untere Fläche ist höher als die auf die obere Fläche wirkende Kraft. Es resultiert daraus eine nach oben wirkende Kraft von:

$$F = S \times (p - p'), \text{ wobei}$$

$$S = 2 \times 5 = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ und}$$

$$p - p' = 6 \text{ cm Wasser} = 6 \text{ hPa} = 600 \text{ Pa}$$

dies ergibt:  $F = 10^{-3} \text{ m}^2 \times 600 \text{ Pa} = 0,6 \text{ N}$

An dieser Stelle sollten Sie darauf hinweisen, dass dieses Ergebnis nur für einen Körper mit einer sehr spezifischen Form erstellt werden konnte.

#### d) Bemerkung

Der Körper nimmt ein Volumen ein von:  $2 \times 5 \times 6 = 60 \text{ cm}^3 = 0,06 \text{ dm}^3$ , d.h. er nimmt das Volumen ein von  $0,6 \text{ dm}^3$  Wasser mit der Gewichtskraft von  $0,6 \text{ N}$ . Vor dem Einbringen des Körpers war genau diese Gewichtskraft durch die Druckkraft der umgebenden Flüssigkeit ausgeglichen. Im folgenden soll das Ergebnis verallgemeinert werden.

**2.2. Versuch 2: Wie drückt sich die Auftriebskraft aus?****a) Zielsetzung**

Mit Hilfe eines Objekts beliebiger Form können Sie nachweisen, dass die Auftriebskraft gleich der Gewichtskraft des verdrängten Wassers entspricht.

**b) Material**

- Stativ mit Stab und Doppelmuffe
- Kraftmesser
- Objekt beliebiger Form
- Gefäß mit Henkel und Haken
- Glas zur Aufnahme des verdrängten Wassers
- Überlaufgefäß 200264 oder 2006425

**c) Vorgehensweise**

## (1) Versuchsaufbau:

- Füllen Sie das Überlaufgefäß. Lassen Sie das Wasser, das Sie zuviel eingegossen haben, auslaufen und leeren Sie das Glas.
- Hängen Sie den Festkörper an das Gefäß mit Haken und beides wiederum an den Kraftmesser. Das Ganze befindet sich über dem Überlaufgefäß.
- Notieren Sie die Anzeige des Kraftmessers z.B. 1,1 Newton. Beachten Sie, dass dies nicht dem Gewicht des Festkörpers alleine entspricht, sondern dem Gewicht des Ganzen: Festkörper und Hakengefäß.

## (2) Eintauchen des Festkörpers

- Sie haben zwei Möglichkeiten:
- entweder Sie gehen mit der Muffe am Stativ herunter
- oder Sie befestigen einen feinen Faden von 8 bis 10 cm Länge zwischen Festkörper und Haken (Gewicht des Fadens kann vernachlässigt werden).
- Der Kraftmesser zeigt einen geringeren Wert an. Notieren Sie diesen Wert. Sie können damit eventuell die Auftriebskraft berechnen.
- Das verdrängte Wasser läuft in das für diesen Zweck vorgesehene Glas.

## (3) Gießen Sie das verdrängte Wasser in das Gefäß mit Haken.

Die Anzeige des Kraftmessers kommt auf den ursprünglichen Wert zurück: 1,1 Newton. Die Gewichtskraft des "verdrängten Wassers" entspricht der Auftriebskraft von Archimedes. Sie können nun das Ergebnis verallgemeinern.

**d) Kommentar**

- Die Verifizierung durch diesen Versuch ist zufriedenstellend. Eine Schwierigkeit besteht in der durch die Kapillarwirkung am Ende des Auslaufens bedingte Ungenauigkeit.
- Es sei bemerkt, dass der Kraftmesser zwar wesentlich weniger empfindlich reagiert als eine Waage, die Durchführung des Versuchs aber sehr erleichtert.
- Es sei auch bemerkt, dass der Einsatz eines Kraftmessers, der letztendlich Kräfte misst, natürlich logischer ist als der Einsatz einer Waage.