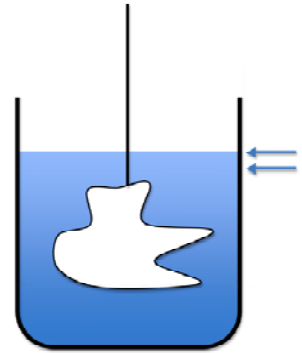


# 01 Teamarbeit Auftrieb - Tauchkörper

## Material

- Tauchkörper - Quader
- unregelmäßiger Körper
- Waage
- Lineal
- Becherglas mit Eichung
- Wasser



## Arbeitsauftrag

[01] Bestimme die Dichte des quaderförmigen Tauchkörpers. Was versteht man unter der Dichte eines Körpers anschaulich? Schätze die Dichte folgender Elemente:

- Holz
- thermoplastische Schaumteile (Styropor)
- Eisen / Kupfer / Gold / Silber / Platin / Blei
- Luft
- Neutronenstern

[02] Bestimme die Dichte des unregelmäßigen Körpers.

[03] Welche Wassermenge verdrängen die beiden Tauchkörper, wenn sie ganz eingetaucht sind?

[04] Welche Masse dürften die beiden Tauchkörper jeweils haben, damit sie schweben?

## Lösungshinweise:

[01] Bestimme die Dichte des Tauchkörpers.

- Mit dem Lineal bestimmt man das Volumen  $V$  des Tauchkörpers –  $V = l \cdot h \cdot b$
- Mit der Waage bestimmt man die Masse  $m$  des Tauchkörpers
- Der Quotient  $\rho = m/V$  ist die Dichte des Körpers
- Unter der Dichte eines Körpers versteht man die Masse pro Volumen ... die Masse pro  $1 \text{ cm}^3$  ... oder die Masse pro  $1 \text{ m}^3$  ... also die Dichte ist die Masse eines „Fingerhuts“. So z.B. hat ein Fingerhut voll Wasser die Masse  $1 \text{ g}$  ... Wasser-Dichte =  $1 \text{ g/cm}^3$ .
- $\rho$ -Holz =  $0,4 - 0,8 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -thermoplastische Schaumteile =  $0,01 - 0,5 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Eisen =  $7,90 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Kupfer =  $8,94 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Gold =  $19,3 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Silber =  $10,49 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Platin =  $21,45 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Blei =  $11,3 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Luft =  $1 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Neuschnee =  $0,06 - 0,2 \text{ g/cm}^3$  /  $\rho$ -Neutronenstern =  $10^8 \text{ t/cm}^3 - 2,5 \cdot 10^9 \text{ t/cm}^3$

[02] Bestimme die Dichte des unregelmäßigen Körpers.

- Masse des unregelmäßigen Körpers bestimmt man mit der Waage
- Das Volumen mit einem Becherglas – beim Eintauchen steigt der Wasserspiegel im Becherglas – daran kann man das Volumen ablesen.

[03] Welche Wassermenge verdrängen die beiden Tauchkörper?

- Die Tauchkörper verdrängt genau so viel Wasser, wie ihren Volumina entspricht.

[04] Welche Masse dürften die beiden Tauchkörper jeweils haben, damit sie schweben?

- Wenn die Tauchkörper schweben sollen, dann müssten Sie genau die Dichte des Wassers haben.
- Die Dichte des Wassers beträgt  $1 \text{ g/cm}^3$  ... d.h. wenn  $x \text{ cm}^3$  Wasser hat die Masse  $x \text{ g}$  ... denn  $x \text{ cm}^3 / x \text{ g} = 1 \text{ g/cm}^3$
- Also hat ein Tauchkörper z.B.  $15 \text{ cm}^3$ , dann müsste er  $15 \text{ g}$  Masse haben, damit er im Wasser schwebt.

## 02 Teamarbeit Auftrieb - gekochtes Ei

---

### Material

- gekochtes Ei
- Becherglas mit Eichung
- Wasser
- Salzpackung
- Löffel zum Umrühren



### Arbeitsauftrag

[01] Wie groß ist die Dichte von Wasser?

Legt das gekochte Ei vorsichtig in das mit Wasser gefüllte Becherglas und bringt das gekochte Ei durch Zugabe von Salz zum Schweben.

[02] Schätze die Dichte der Salzlösung ab, in der das Ei schwebt.

[03] Schätze die Dichte des gekochten Eies ab.

### Lösungshinweise:

[01] Wie groß ist die Dichte von Wasser?

- Man füllt ein bestimmtes Volumen Wasser in ein Becherglas  $\rightarrow V=?$  ; dann bestimmt man die Masse des Wassers im Becherglas (Achtung – Glasmasse abziehen!)  $m=?$  ... und die Dichte  $\rho$  ergibt sich als  $\rho=m/V$

Legt das gekochte Ei vorsichtig in das mit Wasser gefüllte Becherglas und bringt das gekochte Ei durch Zugabe von Salz zum Schweben.

[02] Schätze die Dichte der Salzlösung ab, in der das Ei schwebt.

- Man bestimmt die Dichte des „Salzwassers“ analog zu oben.

[03] Schätze die Dichte des gekochten Eies ab.

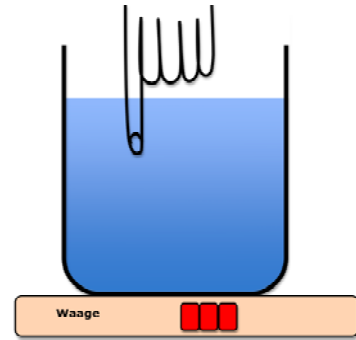
- Da das Ei schwebt, muss es die gleiche Dichte haben wie die Salzlösung

## 03 Teamarbeit Auftrieb - eingetauchter Finger

---

### Material

- o Becherglas
- o Waage – wird erst ausgegeben, wenn die Vorhersagen eingesammelt sind



### Arbeitsauftrag - Vorhersagen!

- [01a] Was zeigt die Waage an, wenn ihr das Becherglas leer auf die Waage stellt?
- [01b] Was zeigt die Waage an, wenn ihr Wasser in das Becherglas füllt?
- [01c] Was zeigt die Waage an, wenn ihr euren Finger in das Wasser im Becherglas steckt, ohne den Boden oder die Wand des Becherglases zu berühren?
- [01d] Was zeigt die Waage an, wenn ihr mit dem Finger auf den Boden der Waage drückt?

### Arbeitsauftrag - Experiment - Beobachtung!

- [02] Führt die Experimente durch! Schreibt auf, was ihr genau beobachtet! Keine Erklärung – nur die Beobachtung!

### Arbeitsauftrag - Erklärung!

- [03] Könnt ihr euch eure Beobachtungen erklären?

### Lösungshinweise:

- [02] Führt die Experimente durch! Schreibt auf, was ihr genau beobachtet! Keine Erklärung – nur die Beobachtung!
- (a) Beim leeren Becherglas zeigt die Waage die Masse des Becherglases an.
  - (b) Wenn man zusätzlich Wasser einfüllt, zeigt die Waage die Masse des Becherglases + die Masse des Wassers an.
  - (c) Wenn man mit dem Finger eintaucht, dann steigt die Anzeige der Waage
  - (d) ... die Anzeige der Waage steigt an ... je nachdem wie stark man auf den Boden drückt.
- [03] Könnt ihr euch eure Beobachtungen erklären?
- Die Anzeige der Waage bei (a), (b) und (d) ist klar ...
  - Die Anzeige der Waage beim „im Wasser hängenden Finger“ ist erstaunlich ... der **Finger verdrängt Wasser**. Die Waage zeigt an, welche Masse dieses verdrängte Wasser hat.

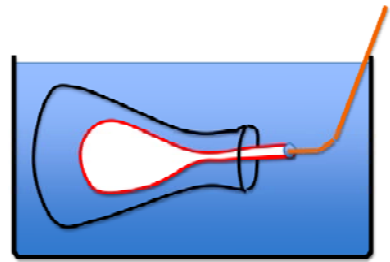
Gleichzeitig erfährt der Finger eine **Auftriebskraft** – diese Auftriebskraft ist exakt so groß, wie die Gewichtskraft auf das verdrängte Wasser.

## 04 Teamarbeit Auftrieb - Tauchboot

---

### Material

- Erlenmeyerkolben
- Luftballon
- Gummi
- Trinkhalm mit Sollknick
- Wasserwanne
- Wasser



### Arbeitsauftrag - Vorhersagen!

Dehne den Luftballon und blase ihn dann auf. Lasse die Luft wieder heraus und verbinde den Trinkhalm mit dem Luftballon so, dass man den Luftballon durch den Trinkhalm hindurch aufblasen kann.

Stecke den Luftballon in den Erlenmeyerkolben und lege die Anordnung so in das Wasser in der Wasserwanne, dass der Trinkhalm aus dem Wasser heraus ragt.

[01a] Was erwartet ihr? Wird die Anordnung im Wasser untergehen, wenn der Luftballon NICHT aufgeblasen ist? Warum?

[01b] Was wird wohl geschehen, wenn man den Luftballon durch den Trinkhalm hindurch aufbläst?

### Arbeitsauftrag - Experiment - Beobachtung!

[02] Führt das Experiment durch! Nur die Beobachtung wird notiert! Hier keine Erklärung

### Arbeitsauftrag - Erklärung!

[03a] Könnt ihr euch eure Beobachtungen erklären?

[03b] Könnt ihr mit Hilfe dieses „Modellexperiments“ die Funktionsweise eines U-Boots erklären? Was entspricht beim U-Boot dem Luftballon des Modellexperiments.

[03c] Könnt ihr mit Hilfe dieses „Modellexperiments“ die „Funktionsweise eines Fisches erklären? Was entspricht beim Fisch dem Luftballon des Modellexperiments.

[03d] Wie groß ist die „durchschnittliche Dichte“ der Anordnung „Erlenmeyerkolben + Luftballon“, des U-Bootes und des Fisches, wenn diese Anordnungen – bzw. dieses Tier – im Wasser schwebt?

### Lösungshinweise:

[01a] Die Anordnung geht im Wasser unter, weil die „durchschnittliche Dichte“ der Anordnung größer ist als die Wasserdichte ... oder weil die Auftriebskraft auf die Anordnung kleiner ist als die Gewichtskraft ... oder weil die Anordnung zuwenig Wasser verdrängt, um zu schweben ...

[01b] Wenn man den Luftballon aufbläst, dann verdrängt die Anordnung mehr Wasser (Wasser im Erlenmeyerkolben wird immer mehr verdrängt ... ab einem bestimmten Luftvolumen im Luftballon, wird soviel Wasser verdrängt, dass die Gewichtskraft auf das verdrängte Wasser genau so groß ist, wie die Gewichtskraft auf den Erlenmeyerkolben – dann schwebt er ... oder ab einem bestimmten Luftvolumen im Ballon ist die durchschnittliche Dichte des Erlenmeyerkolbens + Luftballon genau so groß wie die Wasserdichte.

[03a] siehe oben

[03b] Ein U-Boot besitzt Tauchtanks, die man mit Wasser füllen kann (entspricht im Modellexperiment dem luftleeren Luftballon im Erlenmeyerkolben) oder durch Pressluft wieder ausblasen kann (entspricht im Modellexperiment dem mit Luft gefüllten Luftballon). Die Pressluft, die die Tauchtanks ausbläst, geschieht im Modellexperiment durch „Aufblasen“ ...

[03c] Die Tauchtanks im U-Boot, entspricht der Schwimmblase bei Fischen ...

[03d] Die Durchschnittliche Dichte eines im Wasser schwebenden Körpers entspricht genau der Dichte des umgebenden Wassers.

# Toter Mann

---

Ihr kennt sicher das Freibadspiel: „Toter Mann“ ... hierbei versucht man ohne ein Körperteil zu bewegen, ruhig an der Wasseroberfläche zu treiben.

## Fragen

- [01] Welche Schlussfolgerungen kann man daraus ziehen, dass dieses „Spiel“ überhaupt möglich ist?
- [02] Was erwartet ihr, wenn man bei diesem Spiel tief einatmet oder ganz stark ausatmet?
- [03] Warum muss bei diesem Spiel der Körper horizontal liegen ... warum kann man keinen „vertikalen Toten Mann“ spielen?
- [04] Welchen Unterschied wird man feststellen, wenn man dieses Spiel in folgenden Umgebungen durchführt:
  - o Freibad
  - o Mittelmeer
  - o Atlantik
  - o Totes Meer

## Lösungshinweise

- [01] Welche Schlussfolgerungen kann man daraus ziehen, dass dieses „Spiel“ überhaupt möglich ist? → Die Dichte des Menschen ist in etwa genau so groß, wie die Dichte des Wassers im Freibad.
- [02] Was erwartet ihr, wenn man bei diesem Spiel tief einatmet oder ganz stark ausatmet? → Wenn man vollständig ausatmet, geht man unter ... wenn man die tief einatmet, liegt man relativ sicher und stabil an der Wasseroberfläche
- [03] Warum muss bei diesem Spiel der Körper horizontal liegen ... warum kann man keinen „vertikalen Toten Mann“ spielen? → Wenn man vertikal im Wasser schweben und gleichzeitig atmen will, muss zumindest die Nase oberhalb der Wasseroberfläche sein – und dann befindet sich der ganze Kopf oberhalb des Wassers ... Die Dichte des Menschen weicht aber von der Dichte des Wassers nur minimal ab ... d.h. nur wenn der ganze Körper eingetaucht ist, verdrängt der menschliche Körper genug Wasser, damit der Auftrieb die Gewichtskraft ausgleichen kann ...
- [04] Welchen Unterschied wird man feststellen, wenn man dieses Spiel in folgenden Umgebungen durchführt ... Freibad, Mittelmeer, Atlantik, Totes Meer  
→ Der Atlantik ist eigentlich eine Salzlösung mit einer höheren Dichte als normales Wasser ... deshalb gelingt dieses Spiel dort leichter als im Freibad (Süßwasser) ... der Salzgehalt des Mittelmeers liegt noch höher ... im Toten Meer kann man sogar hockend die Zeitung lesen, so hoch ist dort die Dichte der Salzlauge

## Bermuda-Dreieck

---

Im Bermudadreieck sollen – so die Meldungen in den Medien – sogar ganze Schiffe spurlos verschwinden. Ein Erklärungsmuster führt das auf Methanblasen zurück, die sich vom Meeresboden lösen und dann als sprudelnde Gasblasen aufsteigen.

### Fragen

- [01] Warum kann ein Schiff sinken, wenn eine ausgedehnte Methanblase aufsteigt und sich das Schiff zufällig genau über der Blase befindet?
- [02] Was passiert, wenn ein Wal in diese Methanblasen gerät?
- [03] Was passiert mit einem U-Boot, das in diese Methanblase hineinfährt?

### Lösungshinweise

- Das Schiff verdrängt so viel Wasser, dass die Gewichtskraft auf dieses Wasser genau der Gewichtskraft des Schiffes entspricht. Wenn eine Methanblase aufsteigt, dann liegt ein Gas-Wasser-Gemisch vor. Die Dichte dieses Gas-Wasser-Gemisches ist viel kleiner als die Dichte von Wasser – das Schiff verdrängt also kein Wasser mehr, sondern ein Gas-Wasser-Gemisch, damit sinkt die Auftriebskraft und das Schiff geht unter.
- Ein Wal, der im Wasser schwimmt, hat eine durchschnittliche Dichte, die in etwa der des Wassers entspricht. Wenn er in eine Methanblase gerät, dann liegt seine Dichte plötzlich weit oberhalb der Dichte dieses Gas-Wasser-Gemisches, also sinkt er nach unten. Da ein Wal aber 2 bis 3 Tausend Meter tief tauchen kann, wird er nach relativ kurzer Zeit unterhalb der Methanblase in reinem Wasser schwimmen und damit wird das Absinken gestoppt ...
- Ein U-Boot wird wie der Wal nach unten sinken. Durch Ausblasen der Lufttanks kann man die Dichte des U-Bootes verkleinern. Sind alle Tanks ausgeblasen, dann entspricht das U-Boot einem Schiff, das an der Oberfläche schwimmt. Dieses Ausblasen genügt also nicht, um das U-Boot „abzufangen“. Ein U-Boot ist im Prinzip ein „Unterwasserflugzeug“ ... d.h. es hat Höhenruder, Seitenruder und Tragflächen ... im Einsatz bewegt sich das U-Boot also im Wasser ähnlich wie ein Flugzeug. Der Kapitän kann also versuchen bei voller Fahrt mit den Tragflächen des U-Bootes noch Auftrieb zu bekommen. Sinkt das U-Boot allerdings unter die maximale Tauchtiefe, wird es durch den hohen Wasserdruck zerstört.

## Hinweise zur Dichte

---

- Unter Dichte eines Körpers versteht man die Masse des Körpers pro Volumeneinheit.
- Die Formel zur Bestimmung der Dichte lautet also  $\rho = m / V$ .
- Wenn also z.B. ein Eisenkörper die Dichte  $7,9 \text{ g/cm}^3$  hat, dann bedeutet es,  $1 \text{ cm}^3$  Eisen hat die Masse von  $7,9 \text{ g}$ ;  $10 \text{ cm}^3$  Eisen hat die Masse  $79 \text{ g}$ .
- Will man die Dichte eines Körpers bestimmen, dann muss man seine Masse  $m$  bestimmen und diese Masse durch sein Volumen teilen. Also z.B. wiegt man den Körper mit einer Waage und bekommt  $m = 121 \text{ g}$ . Dann bestimmt man sein Volumen  $V$  (z.B. durch Wasserverdrängung in einem Messzylinder) und bekommt  $V = 13,4 \text{ cm}^3$ . Die Dichte bestimmt man nun folgendermaßen: Dichte  $\rho = m / V$  – also  $\rho = 120 \text{ g} / 13,5 \text{ cm}^3 = 8,96 \text{ g/cm}^3$ . Schlägt man in einer Tabelle nach, stellt man fest, dass es sich wohl um das Metall Kupfer handelt.
- Bestimmt man die Dichte von Wasser, dann stellt man fest,  $V = 1 \text{ Liter Wasser}$  ( $= 1 \text{ dm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3$ ) hat die Masse  $m = 1 \text{ kg}$  ( $1\,000 \text{ g}$ ); damit ergibt sich die Wasserdichte zu  $\rho = 1\,000 \text{ g} / 1\,000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$

## Hinweise zum Auftrieb

---

- Wenn man einen Körper in das Wasser wirft, dann verdrängt dieser Körper Wasser.
- Hierbei entsteht eine Auftriebskraft auf den Körper nach oben.
- Der Auftrieb des Körpers entspricht der Gewichtskraft des verdrängten Wassers. Wenn man einen schwimmenden Körper z.B. tiefer eintaucht, dann verdrängt der Körper mehr Wasser und der Auftrieb auf den Körper wird größer.

## Hinweise zum Schweben

---

- Wenn ein Körper im Wasser schwebt, dann hat dieser Körper die gleiche Dichte wie das Wasser. Sollte der Körper nicht homogen sein, dann ist seine durchschnittliche Dichte so groß wie die Dichte des Wassers.
- Bei einem ganz untergetauchten Körper, der im Wasser schwebt, ist die Auftriebskraft auf den Körper genau so groß wie seine Gewichtskraft.

## Hinweise zum Schwimmen

---

- Körper, deren durchschnittliche Dichte kleiner ist als die Dichte von Wasser, schwimmen an der Wasseroberfläche.
- Legt man solch einen Körper auf die Wasseroberfläche, dann sinkt er soweit in das Wasser ein, bis die Gewichtskraft des verdrängten Wassers genau der Gewichtskraft des Körpers entspricht. Bei schwimmenden Körpern wird dieser Zustand erreicht, während noch ein Teil des Körpers aus dem Wasser heraus ragt – der Körper schwimmt also an der Wasseroberfläche.

## Hinweise zum Sinken

---

- Körper, deren durchschnittliche Dichte größer ist als die Dichte von Wasser, sinken auf den Boden des Gefäßes.
- Bei solch einem Körper bleibt die Auftriebskraft durch das verdrängte Wasser immer kleiner als die Gewichtskraft; deshalb sinkt der Körper nach unten.