

## Überblick: HYDRO- UND AEROMECHANIK

### D) Hydro- und Aerostatik

#### 1. Druck in schwerelosen Flüssigkeiten und Gasen

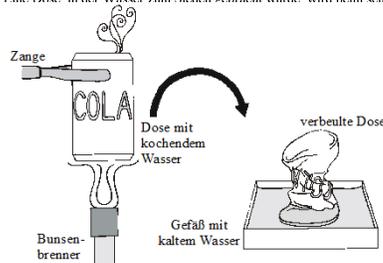


Cartesianische Taucher.avi

#### Die implodierende Dose

Druck – Luftdruck – Kondensation

Fine Dose in der Wasser zum Sieden gebracht wurde, wird beim schnellen Abkühlen durch den Luftdruck zusammengedrückt.



Mär 1-14:39



Link (Klammer) für den Film anklicken! (ev. Verknüpfung kontrollieren)

## Material

leere Getränkedose  
Gefäß mit kaltem Wasser  
Bunsenbrenner oder andere starke Wärmequelle  
Zange, Handschuhe o.Ä., um die Dose über der Wärmequelle zu halten

#### Aufbau und Durchführung

Man gibt ein wenig Wasser in eine Getränkedose und bringt es in ihr über einer Wärmequelle zum Kochen. Taucht man die Dose mit der Öffnung nach unten mindestens 1 cm tief in kaltes Wasser, wird sie schlagartig zusammengedrückt.

#### Erklärung

Wenn das Wasser in der Dose kocht, füllt sie sich mit heißem Wasserdampf. Da die Dose oben offen ist, hat der Wasserdampf in der Dose den gleichen Druck wie der Luftdruck in der Umgebung der Dose. Taucht man die Dose mit der Öffnung nach unten in kaltes Wasser, sinkt schlagartig die Temperatur des Wasserdampfes in der Dose, der daraufhin zum größten Teil kondensiert. Dadurch sinkt der Druck in der Dose weit unter den Umgebungsdruck. Da ein Druckausgleich über Einströmen von kaltem Wasser und Außenluft durch die Dosenöffnung nicht schnell genug erfolgt (auf Grund der durch die Öffnung begrenzten Durchflussmenge), wird die wenig stabile Blechdose vom Luftdruck zusammengedrückt.

#### Bemerkungen

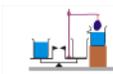
Erstaunlich ist, dass ein so geringes Eintauchen der Dose genügt, um sie und den in ihr enthaltenen Wasserdampf stark und schnell genug abzukühlen.  
Ein ähnliches Phänomen beobachtet man bei dünnwandigen Aluminiumflaschen, die aus Gewichtsgründen oft beim Wandern mitgenommen werden und luftdicht verschlossen werden können. Hat man z.B. heißen Tee eingefüllt und die Flasche fest verschlossen, so wird die Flasche nach Abkühlen des Tees Einbeulungen aufweisen.

Mär 1-14:40

**Auftrieb:**

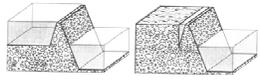
Experimentieren mit verschiedenen Auftriebswerten liefert ein Java Applet von Walter Fendt:

<http://www.walter-fendt.de/ph11d/auftrieb.htm>



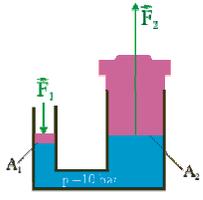
Was passiert, wenn der Stein in das Gefäß eintaucht???

**Hydrostatische Paradoxon:**  
Bei dieser Stauwasser ist es unabhängig wie breit der Stausee ist. Wichtig ist nur die Höhe der Flüssigkeitssäule!



**Hydraulik: Als Einstieg ein Film der Uni Heidelberg (BRD)**  
[http://www.uni-heidelberg.de/media/physik/anderthalb/hydraulische\\_presse\\_lan.aspx](http://www.uni-heidelberg.de/media/physik/anderthalb/hydraulische_presse_lan.aspx)

**Anwendungen:**

Auch die Luft bewirkt einen Auftrieb auf alle Körper. Verschwindet die Luft (Vakuum) so fällt auch der Auftrieb weg!



Univ. Wzbg.  
auftriebVakuglock

Klammer anklicken!  
(zur Vergrößerung kontrollieren)

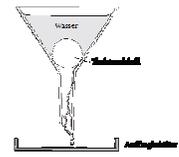
Mär 1-14:40

**II) Hydro- und Aerodynamik**

[http://www.weltderphysik.de/\\_media/freihand\\_Trichter.ram](http://www.weltderphysik.de/_media/freihand_Trichter.ram)



Ping Pong im Trichter



**Der Tischtennisball im Trichter**

Auftrieb – Gewichtskraft – Druck – Hydrostatischer Druck  
Im Experiment wird das Prinzip des Auftriebs in Flüssigkeiten verdeutlicht. Ein Körper kann nur Auftrieb erfahren, wenn auch unter ihm Flüssigkeit vorhanden ist.

**Material**

durchsichtiger Trichter  
Tischtennisball  
Wasser und Auffangbehälter (Wanne, Becken o.Ä.)

**Aufbau und Durchführung**  
Ein Tischtennisball wird in einen Trichter gelegt. Diesen hält man über einen Auffangbehälter und schüttet Wasser hinein. Der Tischtennisball schwimmt nicht etwa auf der Wasseroberfläche, sondern bleibt im Trichter liegen (Schutzzeichnung siehe Abb. 1) und dichtet die Ausflussöffnung mehr oder minder gut ab (je nachdem, wie gut der Tischtennisball die Ausflussöffnung abdichtet, fließt oder tropft eine mehr oder minder geringe Menge Wasser aus dem Trichter). Der Tischtennisball bleibt solange an der Ausflussöffnung des Trichters, bis man den Trichter unten zuhält und so ein Ausfließen des Wassers verhindert. Dann steigt der Tischtennisball nach oben und schwimmt, wie erwartet, auf dem Wasser.

**Erklärung**  
Für den Auftrieb eines Gegenstands in einer Flüssigkeit ist der hydrostatische Druck der ihn umgebenden Flüssigkeit verantwortlich. Dieser Druck ist an der Oberseite eines Körpers kleiner als an der Unterseite, da der hydrostatische Druck mit der Tiefe zunimmt. Dieser Druckunterschied bewirkt die Auftriebskraft, die bekanntlich betragsgleich der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit ist (zur genauen Herleitung müssen die wirkenden Druckkräfte über die Körperoberfläche integriert werden). Bei diesem Experiment fühlt dem Tischtennisball zunächst der hydrostatische Druck von unten, da das Wasser ungehindert aus dem Trichter fließen kann und sich so keine Wasserschicht unter dem Tischtennisball ausbilden kann. Der Tischtennisball bleibt unter Wasser. Erst wenn man das Wasser am Ausfließen hindert, bildet sich unter dem Tischtennisball eine Wasserschicht und damit baut sich ein hydrostatischer Druck von unten auf. Der Tischtennisball erfährt jetzt eine hinreichend große Auftriebskraft, steigt zur Wasseroberfläche und schwimmt.

Mär 1-14:40

## Der schwebende Tischtennisball

Strömung – Strömungswiderstand – Reibungswiderstand – Kraft – Gewichtskraft – Statischer Druck - Druckgradient - Bernoullische Gleichung – Coanda-Effekt – Drehmoment - Magnus-Effekt  
Sein Luftwiderstand und Druckverhältnisse gemäß der Bernoullischen Gleichung halten einen Tischtennisball über einem Föhn in der Luft.

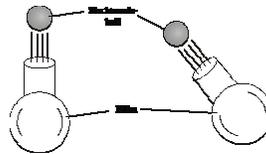
### Material

Föhn oder Staubsauger mit Gebläse  
Tischtennisball

#### Aufbau und Durchführung

Man richtet einen Föhn senkrecht nach oben und schaltet ihn ein. Ein Tischtennisball wird ca. 10 cm über die Düse des Föhns gebracht und losgelassen (siehe Abb. 1). Der Ball schwebt über der Düse und beginnt leicht zu rotieren. Man kann den Föhn auch bis zu ca. neigen, wobei der Ball über der Düse in Richtung der Strömung verbleibt (siehe Abb. 2).

Hat man eine Föhnheizung zur Verfügung, führt man das Experiment mit heißer und mit kalter Luft durch. Bei eingeschalteter Föhnheizung schwebt der Ball höher über dem Föhn. Im Experiment mit einem handelsüblichen Föhn wurde eine um ca. 3 cm höhere Ballhöhe beobachtet. Sollte der Ball nicht über dem Föhn im geneigten Zustand schweben, kann es sein, dass die Düse zu groß ist. Man muss dann eine kleinere Düse auf dem Föhn anbringen.



<http://www.physik.uni-wuerzburg.de/physikonline/video1/welcome.html>

Mär 1-14:40

Weitere Seiten mit Animationen:

z.B.:

für Auftrieb:

[http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph08/versuche/15auftrieb01/auftrieb01.htm](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph08/versuche/15auftrieb01/auftrieb01.htm)

für Auf- und Abtauchen von U-Booten

[http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph08/versuche/15auftrieb01/auftrieb01.htm](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph08/versuche/15auftrieb01/auftrieb01.htm)

für Strömung in einem Rohr (Kontinuitätsgleichung)

[http://www.bigs.de/BLH/de/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=75&Itemid=243](http://www.bigs.de/BLH/de/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=75&Itemid=243)

für das Hydrostatische Paradoxon

[http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph08/versuche/14paradoxon/paradoxon.htm](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph08/versuche/14paradoxon/paradoxon.htm)

Mär 1-14:40