

# **Neuere Konzepte zur Behandlung des Drucks in der Sekundarstufe I**

**RITA WODZINSKI  
LMU MÜNCHEN**

**LEHRPLAN FÜR DIE BAYERISCHE REALSCHULE  
(Wahlpflichtfächergruppe II und III)**

## **Stempeldruck in Flüssigkeiten**

- gleichmäßige Druckausbreitung
- Erklärung des Stempeldrucks
- Meßgeräte für den Stempeldruck
- hydraulische Kraftwandler

# WAS IST DRUCK?

## Schüleraussagen vor Unterricht

*Druck ist ...*

- *die Kraft, die auf Gegenstände einwirkt.*
- *eine Kraft, die Gegenstände an die Seite drückt.*
- *eine Kraft, die etwas fortbewegt.*
- *eine Kraft, die auf etwas drückt.*
- *wenn eine Kraft auf eine andere Sache einwirkt.*
- *Das ist, wenn Kräfte sich gegen Gegenstände oder andere Kräfte drücken.*
- ...

Druck ist Kraft / Druck ist, wenn Kraft ausgeübt wird
---

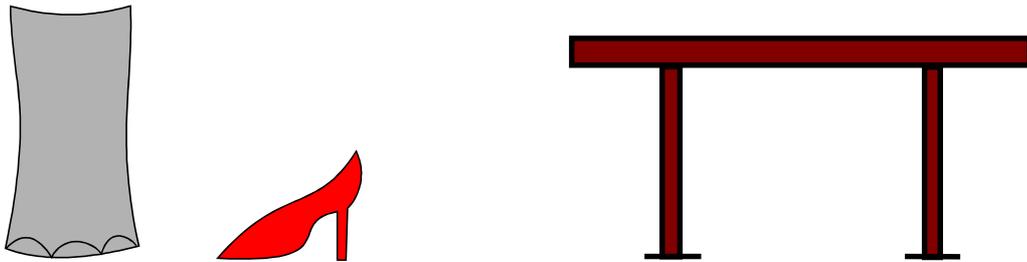
### **Anders gesagt:**

⇒ Druck beschreibt die Einwirkung auf einen Körper.

⇒ Druck ist gerichtet.

## Schüleraussage nach gängigem Unterricht

Druck ist Kraft pro Fläche,  $p=F/A$



**Anders gesagt:**

⇒ Druck beschreibt die Einwirkung auf eine Fläche.

⇒ Druck ist gerichtet.

## Erhoffte Schüleraussage nach neuem Konzept

Druck beschreibt das **Gepreßtsein** eines Gases oder einer Flüssigkeit.

Man kann dem Druck einen Zahlenwert zuordnen, indem man die Kraft pro Flächeneinheit bestimmt, die das Gas oder die Flüssigkeit auf eine Begrenzungsfläche ausübt.

### Anders gesagt:

⇒ Druck beschreibt einen Zustand eines Gases oder einer Flüssigkeit.

⇒ Druck bezieht sich auf ein Volumen (bzw. Raumpunkt).

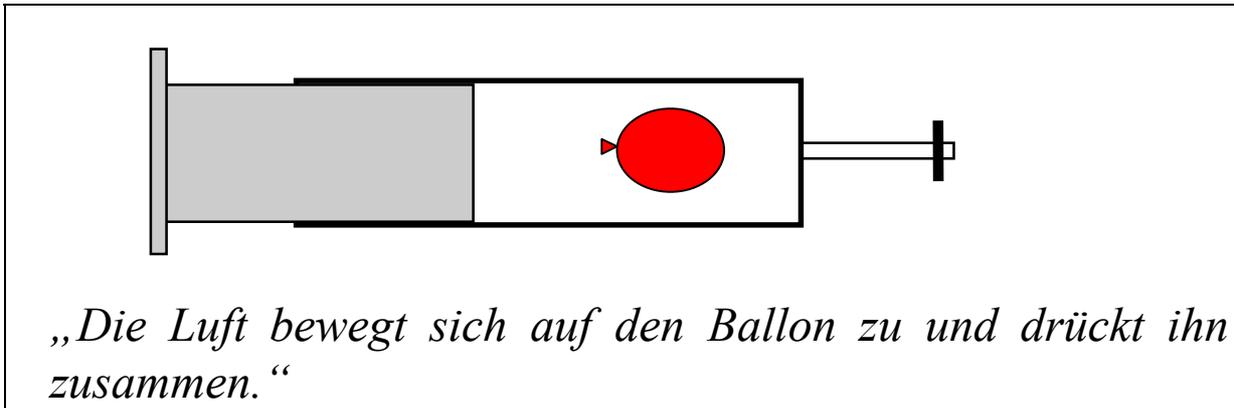
⇒ Druck hat keine Richtung.

### Anknüpfungspunkte im Alltagsverständnis:

- Luftdruck
- Blutdruck
- Reifendruck
- Druck in einer Preßluftflasche
- ...

# SCHÜLERVORSTELLUNGEN UND LERNSCHWIERIGKEITEN

## Blickrichtung auf Bewegungen



- Beschreibung von Phänomenen über Bewegungen  
Druckzustände werden nicht in den Blick genommen.
- Gesucht wird nach einer einzelnen Ursache, nicht nach Druckunterschieden.

## Keine Bewegung - keine Kraft

- Bei Druck größer als der atmosphärische Luftdruck werden Kräfte nur dann angenommen, wenn sich etwas bewegt.
- Gleichgewicht = Abwesenheit von Kräften

## **Konsequenzen für Unterricht**

1. Druckzustände und Druckänderungen wahrnehmbar und beschreibbar machen.
2. Aufmerksamkeit weglenken von Bewegungen hin zu Druckzuständen.
3. Denken in Druckdifferenzen sorgfältig begründen.

## Vorstellungen zu Druck in Gasen

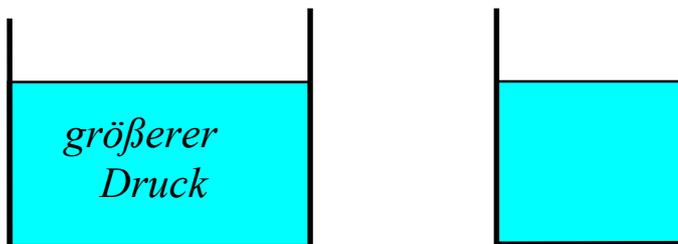
(Séré 1982, 1986)

- Luft unter atmosphärischem Luftdruck ist normal, d.h. übt keine Kraft aus.
- Vakuum (Unterdruck) saugt.  
vor dem Unterricht: 50%  
nach dem Unterricht: 50%

## Vorstellungen zum Schweredruck in Flüssigkeiten

(Engel Clough, Driver 1985, 1986)

- Das Wasser drückt stärker nach unten als zur Seite.  
vor dem Unterricht: 50%  
nach dem Unterricht: 25%
- Der Druck nimmt mit der Tiefe zu.  
vor dem Unterricht: 60%
- Der Druck hängt vom Gesamtvolumen des Gefäßes ab.  
vor dem Unterricht: 40%



# **KRITIK AN TRADITIONELLEM UNTERRICHT ZUM DRUCK**

## **frühes Hinsteuern auf $p=F/A$**

- Vernachlässigung einer qualitativen Begriffsbildung
- Verfestigung von Alltagsvorstellungen durch Lenkung der Aufmerksamkeit auf Kräfte an Grenzflächen

## **unglückliche Versuche**

- Kraft-Druck-Gerät
- Spritzkugel

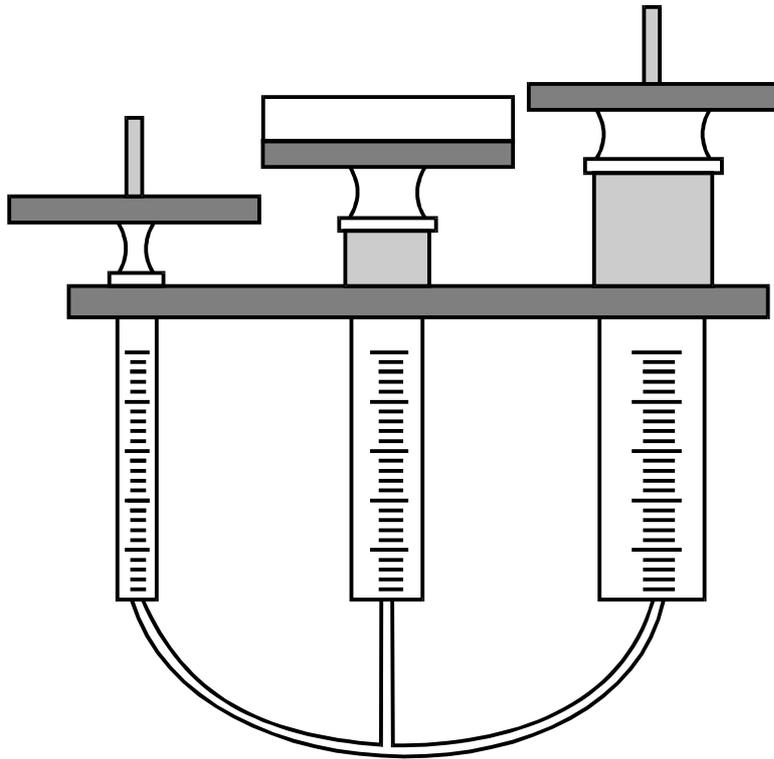
## **unglückliche Formulierungen**

- „Druckausbreitung“
- „Druckkraft“
- Sprechweisen
  - Druck wird ausgeübt
  - Druck auf die Wand
  - Druck nach oben

"Pressure is a scalar quantity, but teachers and authors do not appear to believe this in their hearts."

(McClelland, 1987)

## Versuch mit dem Kraft-Druck-Gerät



### Was sieht man?

Man muß unterschiedlich stark auf die Kolben drücken, damit sich nichts mehr bewegt.

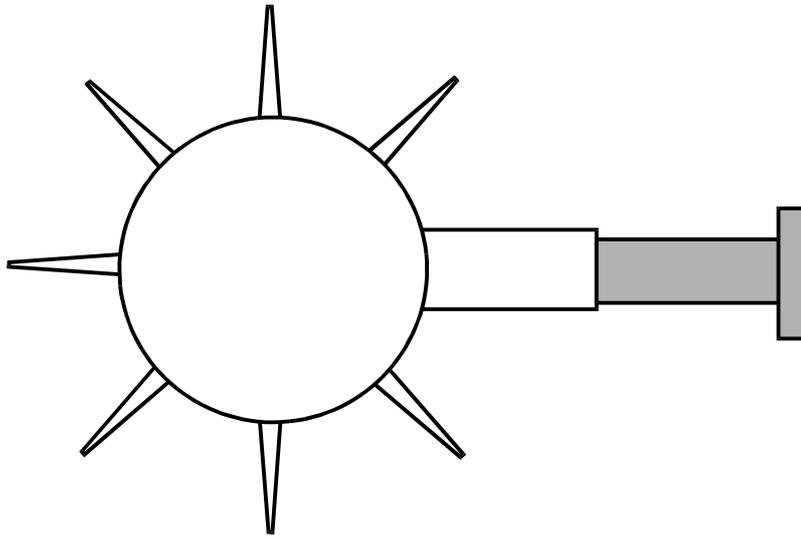
Der Druck in der Flüssigkeit spielt keine Rolle.

### Was soll man sehen?

Kräfte auf unterschiedlich große Grenzflächen der Flüssigkeit werden gleichzeitig gemessen.

Wichtig sind nicht die auffälligen Auflageflächen, sondern die Stempelflächen.

## Versuch mit der Spritzkugel



### Was sieht man?

Druck wird erzeugt durch Bewegung des Stempels.

Druck äußert sich in Bewegung:  
Wasser spritzt mit "Druck" heraus.

Druck in der Flüssigkeit spielt keine Rolle.

### Was soll man sehen?

Druck in der Flüssigkeit wird erhöht.

Wasser übt in alle Richtungen gleich große Kräfte aus.

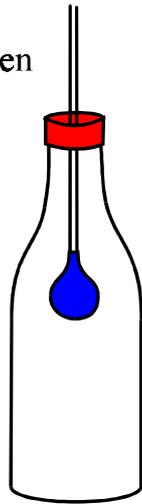
# DAS UNTERRICHTSKONZEPT ZUM DRUCK

## Grundideen:

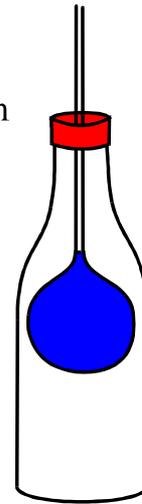
- Druck als Zustandsgröße im Zentrum
- qualitative Schlüsselidee:  
Druck als Maß für das Gepreßtsein
- Definitionsgleichung für den Druck so spät wie möglich
- viel Raum für eigene Erfahrungen mit dem Druck
- korrekte Sprechweise

## 1. Einfache Versuche zum Druck

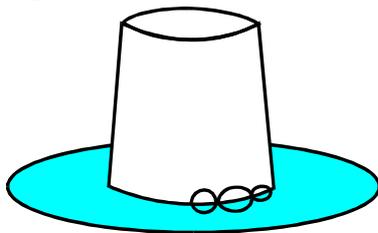
Flasche schließen  
blasen



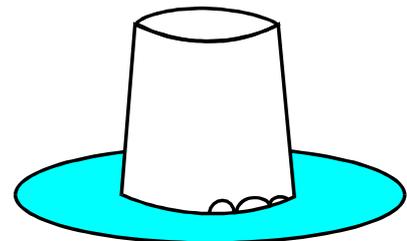
Flasche öffnen  
blasen  
Flasche schließen



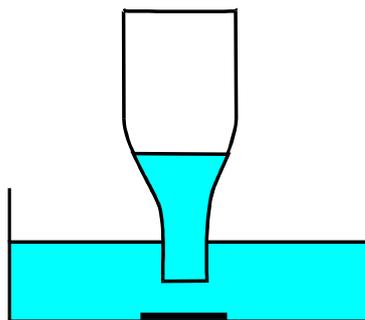
Becher anwärmen (heißes Wasser)  
kopfüber in Seifenwasser stellen  
Blasen außen



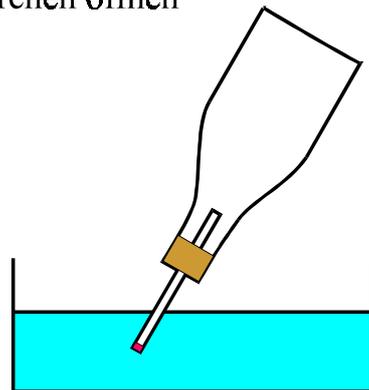
wie links, nach einer Weile  
Blasen innen



Flasche anwärmen (heißes Wasser)  
kopfüber in kaltes Wasser  
Öffnung abdichten  
etwas warten: Flasche anheben



Röhrchen verschließen  
Flasche mit Hand erwärmen  
Röhrchen öffnen



Luft läßt sich zusammendrücken.

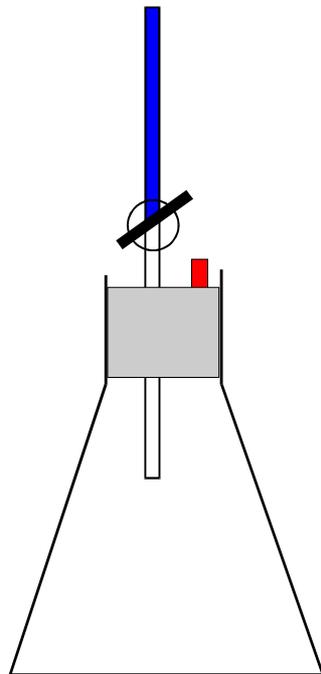
Wenn Luft oder Gas gepreßt ist, sagt man, im Gas herrscht Druck.  
Je stärker das Gas gepreßt ist, desto größer ist der Druck im Gas.

## 2. Möglichkeiten, den Druck zu verändern

Es gibt drei Möglichkeiten, den Druck zu erhöhen.

1. Man verringert das Volumen, das einer festen Gasmenge zur Verfügung steht.
2. Man erhöht die Gasmenge in einem festen Volumen.
3. Man erhöht die Temperatur des Gases.

Versuch: Demonstration der drei Möglichkeiten



1. Stopfen aufsetzen
2. Luft zupumpen
3. Kolben erwärmen

Beispiele für Temperaturabhängigkeit:

- Reifen und Luftmatratzen in der Sonne,
- Aufblasen eines Luftballons mit Körperwärme,
- Ausbeulen von Tischtennisbällen in warmem Wasser

„verhindertes Ausdehnen“ = gesteigertes Gepreßtsein

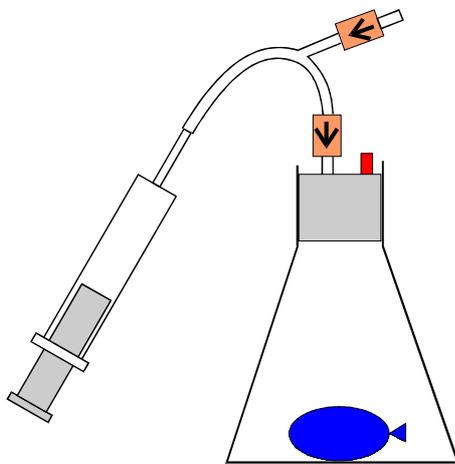
### 3. Luft hat einen Druck/Über- und Unterdruck

Sammlung von Vorerfahrungen

Luftdruck ist größer als null => Die Luft um uns herum ist schon gepreßt.

Versuch: Druckerhöhung im Glaskolben

Einfaches Gerät zur Erzeugung von Druckänderungen:

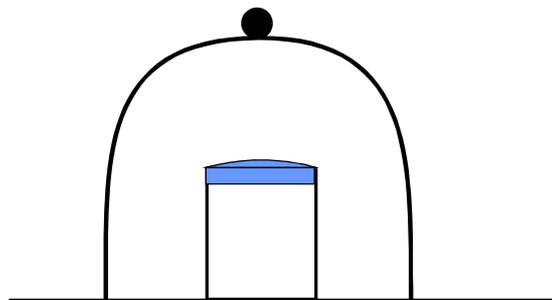


Wie groß der Druck in der Luft ist, bzw. wie stark die Luft gepreßt ist, erkennt man daran, wie stark die Luft gegen die Begrenzungen drückt. Wenn die Begrenzungen beweglich oder dehnbar sind, kann man den Druck „sichtbar“ machen.

Versuch: Druckerniedrigung in der Vakuumglocke

Warum zeigt das Meßgerät in „normaler“ Luft nichts an?

=> Vergleich innen/außen



Dosenbarometer; Größe des Luftdrucks; Über-/Unterdruck

## 4. Vakuum saugt nicht, sondern Luft drückt

Bedeutung von „Vakuum“ im Alltag

Versuche:

*Aufreißen einer Erdnußpackung*

*Kaffee-Packung unter der Vakuum-Glocke*

Wenn zwei Luftmengen mit unterschiedlich großen Drücken z.B. durch eine Trennwand getrennt sind, drückt die Luft mit dem größeren Druck stärker gegen die Wand als die Luft mit dem kleineren Druck. Nimmt man die Trennwand weg, gibt es eine Bewegung vom größeren zum kleineren Druck hin. Die stärker gepreßte Luft versucht, „sich Platz zu schaffen“.

Weitere Beispiele:

- Mohrenkopf-Versuch
- Saughaken
- „klebende“ Gläser beim Abwaschen
- gekochtes Ei in der Milchflasche

Magdeburger Halbkugeln

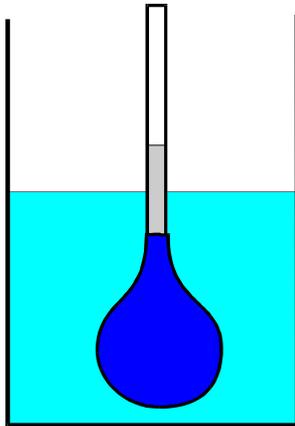
## 5. Druck in Flüssigkeiten (qualitativ)

Sammlung von Vorerfahrungen

zusammengedrückte Zahnpasta-/Senftube

Den Druck in einer Flüssigkeit erkennt man wie bei Gasen an den Kräften auf die Begrenzungsflächen.

*Versuch: Untersuchung des Drucks mit einer einfachen Drucksonde aus Luftballon und Strohhalm*



- Hängt der Druck ab von
- der Tiefe
  - der Flüssigkeit
  - der Gefäßform
  - dem Abstand zur Mitte
  - ...?

Nachweis der Richtungsunabhängigkeit mit der Druckdose:

Wasser drückt in allen Richtungen gleich stark auf eine Begrenzungsfläche, sofern die Begrenzungsfläche in der gleichen Tiefe liegt.

Erklärung der Tiefenabhängigkeit über die Gewichtskraft

## 6. Auftrieb/Druckberechnung

Versuch: Eintauchen einer wassergefüllten Flasche in ein Wasserbecken

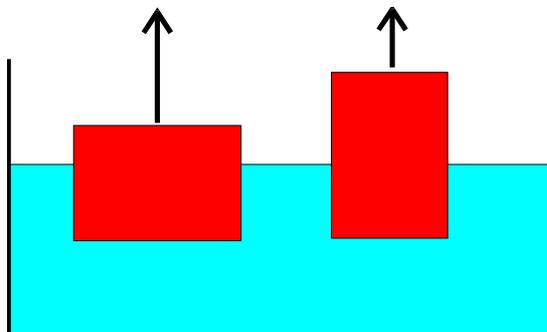
⇒ Phänomen Auftrieb, Auftriebskraft=Kraft von Wasser auf Flasche

⇒ teilweises Eintauchen: Auftriebskraft wächst mit der Eintauchtiefe.

⇒ vollständiges Eintauchen: Auftriebskraft ist konstant.

qualitative Deutung der Phänomene über den Druck

Versuch: Messung der Auftriebskraft für eine feste Tiefe an einer Safttüte



gleiche Eintauchtiefe,  
unterschiedliche Flächen

$$F \sim A$$

Die vom Wasser pro Flächeneinheit ausgeübte Kraft ist ein Maß für den Druck im Wasser.

Ganz allgemein gilt:

Man mißt den Druck in einem Gas oder einer Flüssigkeit, indem man die Kraft pro Flächeneinheit bestimmt, die das Gas oder die Flüssigkeit auf die Begrenzungsflächen ausübt.  
 $p = F/A$  oder  $F = p \cdot A$

## 7. Der Schweredruck in Wasser quantitativ

Versuch: *Messung des Drucks in Abhängigkeit von der Tiefe mit der Safttüte*

=> Der Druck steigt pro cm Wassertiefe um 1 hPa

Zusammenhang zwischen Druck und Gewichtskraft  
Vergleich von Theorie und Meßwerten

Der Schweredruck in einer Flüssigkeit ist gegeben durch $p = \rho g h$ .
---

Anwendung auf vollständiges Eintauchen:

=> Auftriebskraft = Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit

Bestätigung durch Versuch mit Überlaufgefäß