

Gewichtsdruck in Flüssigkeiten

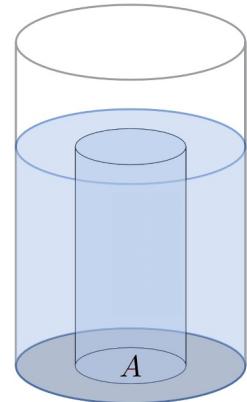
Die Flüssigkeit über einer Fläche A erzeugt durch ihr Gewicht einen Gewichtsdruck p_G .¹

Masse der Flüssigkeitssäule: $m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot h^2$

Gewichtskraft dieser Säule: $F_G = m \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g^3$

Gewichtsdruck: $p_G = \frac{F_G}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}^4$

$$p_G = \rho \cdot h \cdot g$$



Beachte: Über der Flüssigkeit herrscht zusätzlich der Druck der Atmosphäre, den wir addieren müssten. Er wird meist weggelassen.⁵

Bsp.: Wasser $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h = 10 \text{ m}, 20 \text{ m}, 30 \text{ m}$

$$h = 10 \text{ m}: \quad p_G = \rho \cdot h \cdot g \approx 1000 \cdot 10 \cdot 10 = 100.000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

$$h = 20 \text{ m}: \quad p_G = \quad = 200.000 \text{ Pa} = 2 \text{ bar}$$

$$h = 30 \text{ m}: \quad p_G = \quad = 300.000 \text{ Pa} = 3 \text{ bar}$$

⇒ Der Schweredruck⁶ nimmt in Wasser je 10 m Tiefe um ~1 bar zu.⁷

Versuche:

1. a) drehbare Gummimembran: Der Druck pflanzt sich in Flüssigkeiten (und Gasen) in alle Richtungen gleichmäßig fort. („Druckfortpflanzungsgesetz“)⁸

b) Kugel mit verschiedenen ausgerichteten Düsen⁹

c) kommunizierende Gefäße (vgl. Gieß-, Teekanne)¹⁰

1 Wir schauen uns in dem gezeichneten Gefäß die Flüssigkeitssäule in der Mitte an, deren Grundfläche A ist.

2 Die Dichte ρ (rho) ist bekanntlich $\rho = m/V$ (Masse pro Volumen), deswegen ist $m = \rho \cdot V$. Weiters ist das Volumen dieser Wassersäule das eines Zylinders, also Grundfläche mal Höhe: $A \cdot h$.

3 Hier setzen wir das $m = \dots$ von der Zeile weiter oben einfach wieder ein.

4 Und hier setzen wir das F_G von oben wieder ein und kürzen das A. Es ergibt sich die einfache, eingerahmte Form. Der Druck ist also proportional zur Dichte der Flüssigkeit und zur Tiefe der Flüssigkeit. (g ist eh weitgehend konstant.) Das werden wir gleich noch genauer besprechen.

5 Das ist ähnlich wie bei der Fußnote zu den atü und dem Fahrradreifen. Man beachtet den Luftdruck auch hier meist nicht, weil er sowieso überall herrscht.

6 Also der Druck, der allein auf das Gewicht des Wassers zurückzuführen ist. Freilich kann man Wasser auch anders unter Druck setzen, z.B. durch eine Pumpe.

Ein schöner Versuch dazu: [youtube.com/watch?v=K5g6P8-GmBg](https://www.youtube.com/watch?v=K5g6P8-GmBg) (ab 1:20)

Allgemein: Die Versuche werden im Unterricht alle vorgeführt. Die Videos also nur ansehen, wenn man gefehlt hat oder man es wiederholen will.

7 Merk dir das auswendig. In 1000 m Tiefe herrschen also 100 bar. (In Salzwasser ist er etwas höher, weil es eine höhere Dichte hat.)

8 Ein ähnlicher Versuch: 0:00-1:30 von [youtube.com/watch?v=d5kVxSxMH-s](https://www.youtube.com/watch?v=d5kVxSxMH-s). Tatsächlich funktioniert es auch „nach oben“, also wenn in dem Video eine gebogenen Röhre einen Ballon nach oben aufblasen würde. Es ist nur schwer, einen solchen mit Wasser zu füllen, ohne dass Luft drinnen bleibt.

9 Das Gerät www.grund-wissen.de/physik/_images/druckausbreitung.png wird im Video [youtube.com/watch?v=boknX3frujs](https://www.youtube.com/watch?v=boknX3frujs) gezeigt. Hier wird der Druck einmal nicht durch die Wassersäule, sondern durch den Kolben verursacht.

10 siehe [youtube.com/watch?v=C3KeXyuZ8tQ](https://www.youtube.com/watch?v=C3KeXyuZ8tQ)

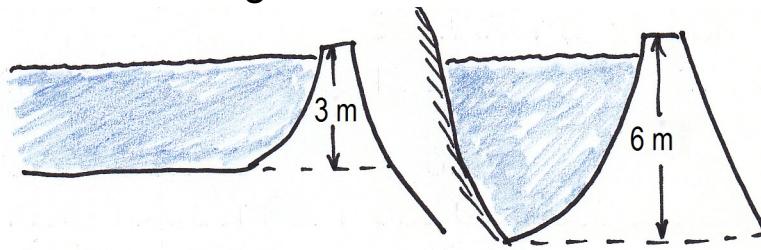
2. a) verschiedenen geformte Gefäße über Gummimembran¹¹

b) Schlauchwaage¹²

Offenbar ist der Druck auch nicht von der Form des Gefäßes abhängig. („Hydrostatisches Paradoxon“¹³)

Beachte:

- Die den Druck entsprechende Kraft steht immer im rechten Winkel („normal“) auf die entsprechende Oberfläche.¹⁴
- Die Dicke eines (Wasser-)Damms hängt nur von seiner Höhe, nicht von der Länge des Stausees ab!



- Die Stärke der Betonschalung hängt auch nur von der Höhe der Wand, nicht von ihrer Dicke ab!
- Ein dünner hoher Schlauch kann ein Fass zum Zerbersten bringen.¹⁵
- Rohrleitungssystem¹⁶

11 siehe [youtube.com/watch?v=I3ORAky39Ac](https://www.youtube.com/watch?v=I3ORAky39Ac) Leider in sehr schlechter Qualität.

12 Erklärung: [youtube.com/watch?v=3jbxWOIIIPbw](https://www.youtube.com/watch?v=3jbxWOIIIPbw)

Praktische Anwendung (evtl.): [youtube.com/watch?v=6aPBOuWQb2o](https://www.youtube.com/watch?v=6aPBOuWQb2o)

13 Ein Paradoxon ist eine Tatsache die auf den ersten Blick widersinnig (= paradox) erscheint. Es ist im ersten Moment tatsächlich paradox, dass am Boden eines Gefäßes immer der gleiche Druck herrscht, egal wie breit es oben ist.

14 Deswegen ist es beim Druck wie gesagt nicht nötig, eine Richtung zu definieren. Er ist durch die Oberfläche, auf die er ausgeübt wird, eindeutig vorgegeben.

15 Siehe Fragenkatalog: Versuch von Pascal.

16 In einem Haus sind die Trinkwasserrohre alle kommunizierende Gefäße, d.h. der Druck, der vom Wasserwerk zur Verfügung gestellt wird, ist zumindest auf einem Stockwerk überall ca. gleich. Ein Stockwerk höher ist er freilich schon geringer, weil der Druck im Wasser ja von der Höhe abhängt: Alle 10 m um 1 bar weniger. Das heißt, dass in Hochhäusern der Wasserdruk in den oberen Stockwerken durch Pumpen künstlich erhöht werden muss.