

Luftdruck / Atmosphären druck

Vom Luftdruck und seinen Wirkungen

Wir leben auf dem Grunde eines Luft„meeres“, das die Erde bis in Höhen von 100 km und mehr einhüllt. Die Luft besteht aus vielen Teilchen, die alle von der Erde angezogen werden. Sie können deshalb nicht in den Weltraum entweichen, sondern drängen sich zur Erde hin mehr und mehr zusammen (Bild 5). An der Erdoberfläche sind die Luftteilchen soweit zusammengedrängt, daß sich etwa 27 Trillionen in 1 cm³ befinden. Hier ist der Luftdruck auch wesentlich größer als weiter oben (Schweredruck). Die Skala in der Mitte der Luftsäule in Bild 5 gibt an, wieviel Prozent davon nach oben hin jeweils noch vorhanden sind.

Der Luftdruck nimmt mit der Höhe ab.

Unser Körper ist dem Luftdruck an der Erdoberfläche angepaßt. Schon wenn man im Fahrstuhl in einem Fernsehturm hochfährt, spürt man den veränderten Druck in den Ohren. Noch deutlicher können das Bergsteiger und „Luftfahrer“ erleben. In großen Höhen kann sogar das Blut aus Mund und Nase treten. Das hängt damit zusammen, daß der Druck in den Adern etwa so groß ist wie der Luftdruck in Erdnähe. Nimmt der Luftdruck ab, so überwiegt der Druck in den Adern. Höhenflugzeuge und Raumschiffe besitzen deshalb abgedichtete Druckkabinen, in denen der Luftdruck künstlich aufrecht erhalten wird.

Sehr eindrucksvoll hat im Jahre 1654 der Magdeburger Bürgermeister und Naturforscher OTTO VON GUERICKE den Luftdruck nachgewiesen. Mit einer selbst erfundenen Luftpumpe ließ er aus zwei aufeinander gepaßten Halbkugeln Luft auspumpen. Acht Pferde auf jeder Seite waren nicht in der Lage, die Halbkugeln auseinanderzureißen (Bild 6). Der äußere Luftdruck hielt sie zusammen. Als dann der Hahn geöffnet wurde und die Luft wieder einströmte, fiel die Kugel von selbst in ihre beiden Hälften.

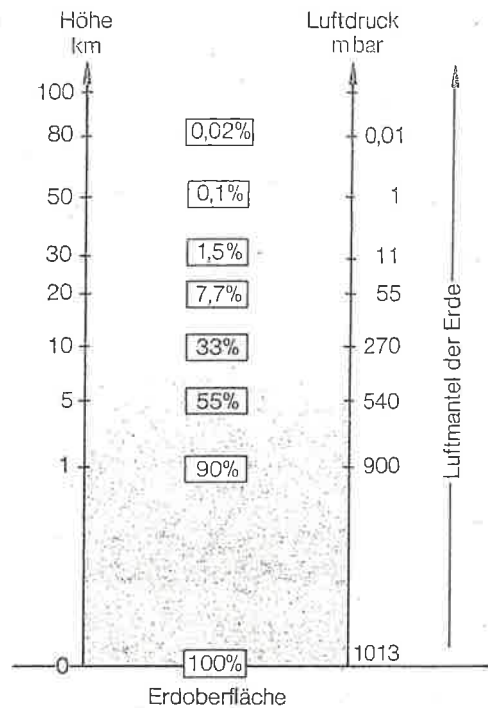


Bild 5: Der Luftdruck nimmt zur Erde hin zu

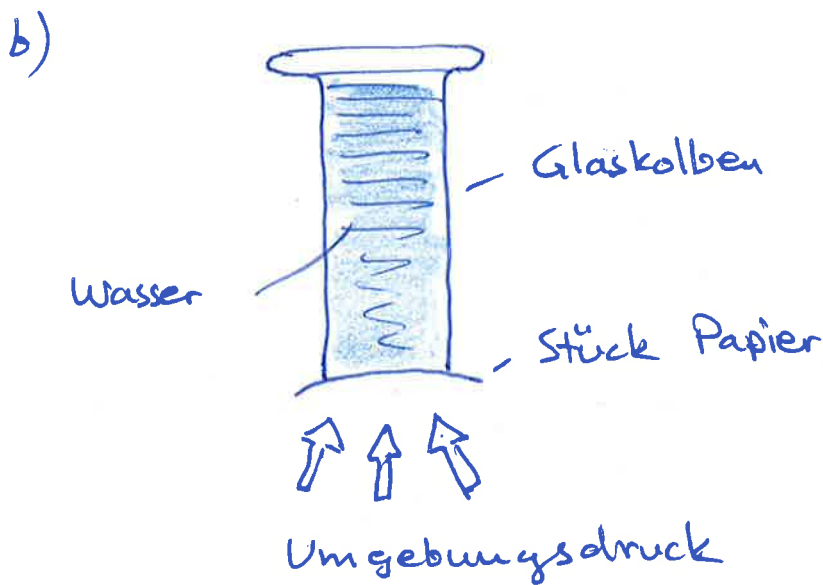
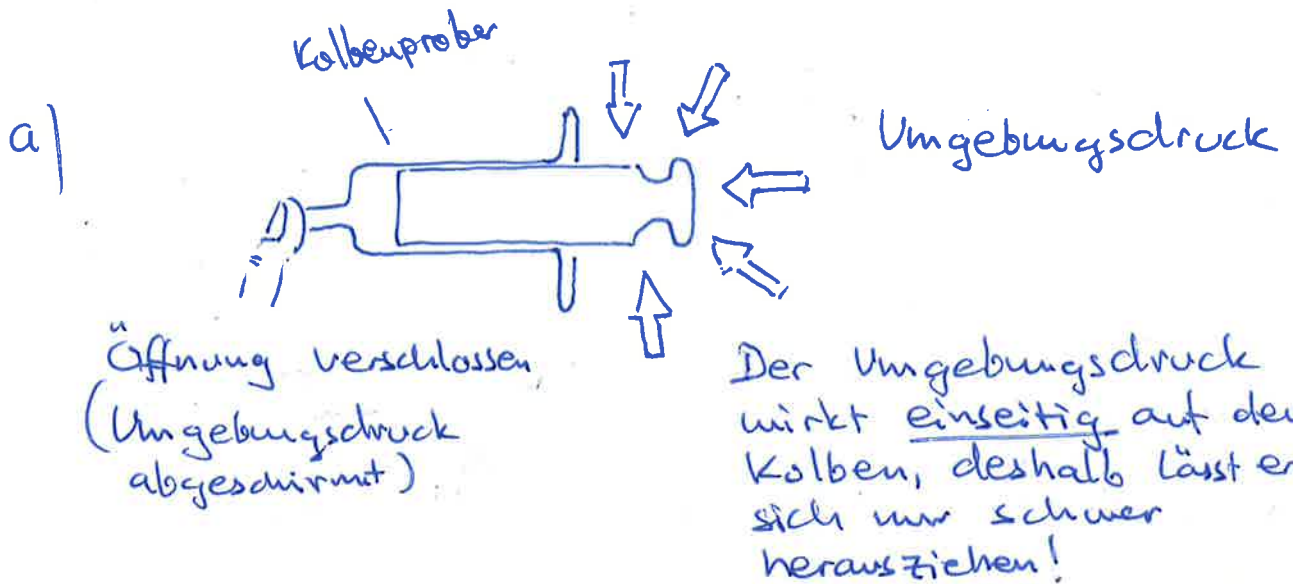


Bild 6: Magdeburger Halbkugeln

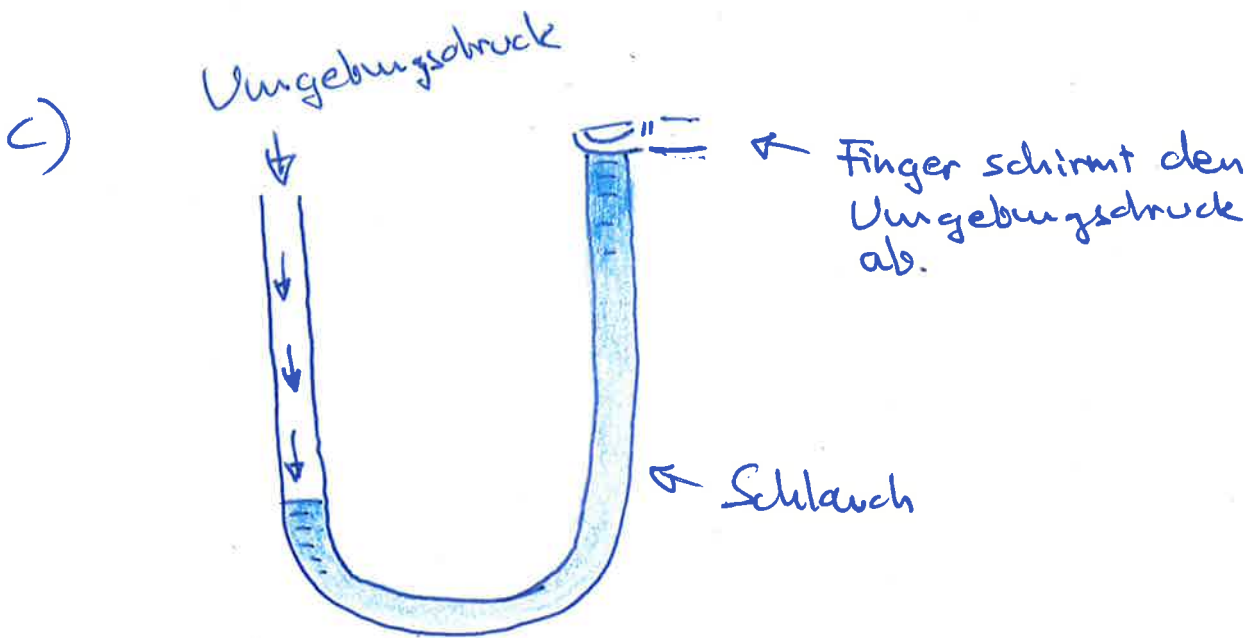
Druckeinheiten:

$$\begin{aligned} 1 \text{ bar} &= 1000 \text{ mbar} \\ &= 100'000 \text{ Pa (Pascal)} \\ &= 1000 \text{ hPa (Hektopascal)} \\ &= 760 \text{ mm Quecksilbersäule} \end{aligned}$$

Versuch: "Umgebungsdruck / Unterdruck"



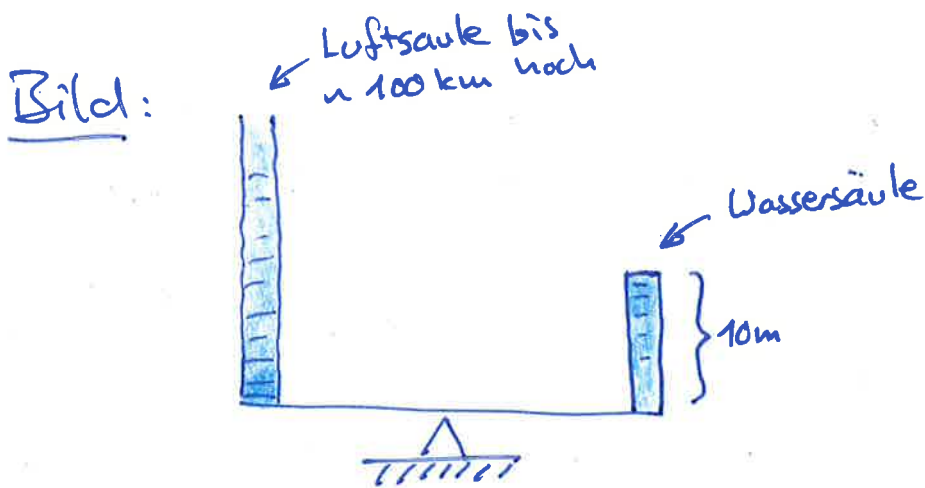
Das Wasser wird vom Umgebungsdruck im Glaszylinder gehalten!



Der Umgebungsdruck vermag das Wasser im Schlauch zu halten.

Bemerkung:

Der Umgebungsdruck beträgt 1 bar, er vermag also eine bis zu 10 m hohe Wassersäule zu halten (siehe Tiefendruck).



im Gleichgewicht!

Luftdruckmessung nach Torricelli (1608-1647)

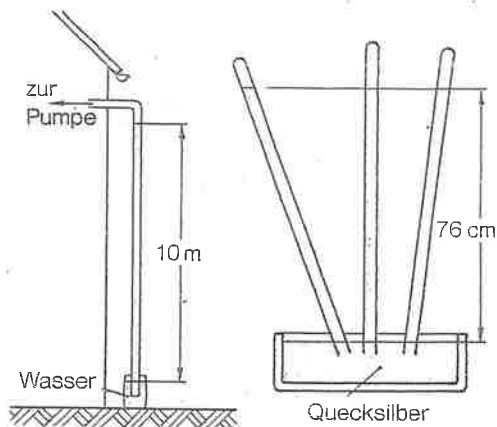


Bild 1: Wasser- und Quecksilberbarometer

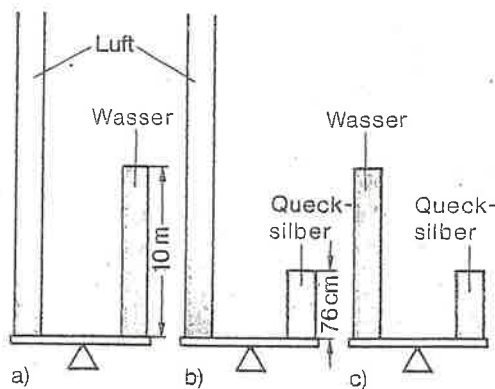


Bild 2: Luft- und Flüssigkeitssäule: gleicher Druck

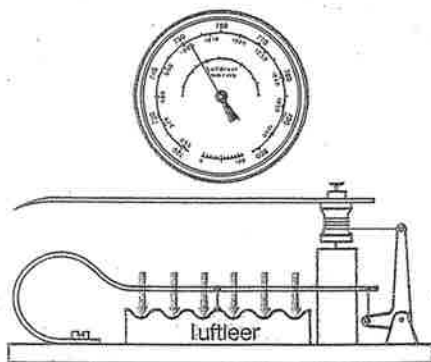


Bild 3: Dosenbarometer

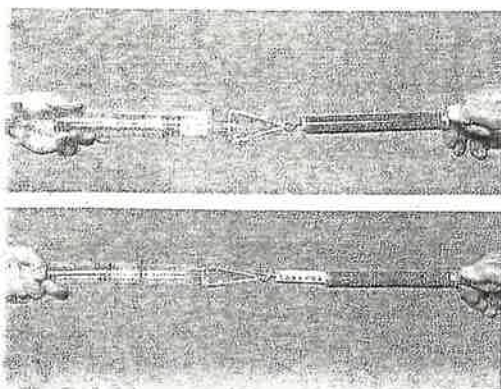


Bild 4: Luftdruckbestimmung mit Kolbenprober

Der Luftdruck wird gemessen

Zu GALILEI (vgl. S. 49) kamen eines Tages die Pumpenmacher von Florenz. Sie fragten ihn, wie es käme, daß auch die besten Pumpen das Wasser nicht höher als 32 Fuß (etwa 10 m) aus der Erde pumpen könnten. GALILEI wußte keine rechte Erklärung dafür und beauftragte einige seiner Schüler damit, diese Beobachtung zu prüfen und Erklärungen dafür zu suchen. 1640 berichtete ein Schüler GALILEIS, wie er die Beobachtung nachgeprüft habe: An der Wand eines hohen Hauses befestigte er eine lange Rohrleitung, die er unten in einen Bottich mit Wasser leitete. Von oben pumpte er die Luft aus dem Rohr, und das Wasser stieg hoch, tatsächlich aber nur 10 m (Bild 1 a). Er hatte den ersten Luftdruckmesser — ein Wasserbarometer — erfunden.

1644 veränderte TORRICELLI, ein anderer Schüler GALILEIS, die Versuchsbedingungen. Anstelle von Wasser benutzte er Quecksilber, das 13,6 mal schwerer ist. Er füllte es in ein an einer Seite zugeschmolzenes, 1 m langes Rohr. Dieses setzte er umgekehrt in ein Gefäß mit Quecksilber. Die Quecksilbersäule senkte sich auf 760 mm (Bild 1 b). Darüber ist dann luftleerer Raum, ein Vakuum. Diese Versuche ließen vermuten, daß die Gewichtskraft der Flüssigkeitssäule jeweils so groß ist wie die Gewichtskraft der Luftsäule (Bild 2), und deshalb beide Säulen den gleichen Druck ausüben.

1648 erbrachte der Franzose PASCAL den Beweis dafür, daß diese Vermutung richtig ist. Er überlegte dazu: Luftdruck und Quecksilberdruck sind gleich groß. Die Quecksilbersäule muß also sinken, wenn man damit auf einen Berg steigt, denn nach oben nimmt der Luftdruck ab. Bei einer Bergbesteigung erwies sich diese Vermutung als richtig: 11 m Höhenzuwachs läßt die Quecksilbersäule um 1 mm absinken. TORRICELLIS Versuchsgerät läßt sich also sowohl als Luftdruckmesser (*Barometer*) als auch als Höhenmesser verwenden.

Alle diese Forscher begnügten sich nicht damit, über die Probleme des Luftdrucks zu diskutieren, sie befragten die Natur selber mit Hilfe von Experimenten. So haben sie dem von GALILEI begründeten experimentellen Forschungsverfahren (vgl. S. 49) zur allgemeinen Anerkennung verholfen.

Heute werden meistens Dosenbarometer zum Messen des Luftdrucks verwendet (Bild 3). Die Metalldose ist fast luftleer. Sie wird mit einer starken Feder gegen den Luftdruck auseinandergezogen. Sobald der Luftdruck zunimmt, drückt er die Dose zusammen. Dieser Ausschlag wird mit Hebeln vergrößert und durch einen Zeiger auf einer Skala angezeigt.

Auch mit einem Kolbenprober läßt sich feststellen, wie groß der Luftdruck ist (Bild 4): Bei einer Kolbenfläche von 5 cm^2 ist als Gegenkraft zum Luftdruck eine Zugkraft $F = 50 \text{ N}$ erforderlich. Der Luftdruck beträgt: $p = F : A = 50 \text{ N} : 5 \text{ cm}^2 = 10 \text{ N/cm}^2$.

Auf der Erdoberfläche herrscht ein Luftdruck von durchschnittlich $10 \text{ N/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar}$.