

Blaise Pascal und das Hydrostatische Paradoxon



Klassische Beobachtungen und ihre Schlussfolgerungen

Vermeintlich logische Überlegung



Welcher Druck ist höher?



Wasserturm Leipzig-Möckern

Höhe: 48 Meter
Volumen: 350.000

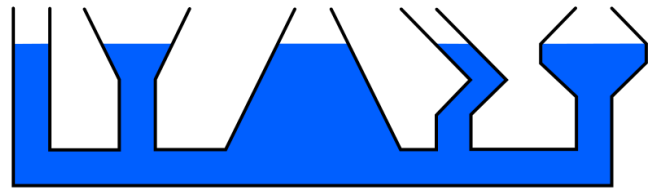
Gartenschlauch

Höhe: 48 Meter
Durchmesser: 2cm
Volumen: 60 Liter

Als vermeintlich logische Überlegung gilt, dass größere Mengen Wasser einen deutlich größeren Druck am Boden aufweisen müssten.

Diese Vorstellung entsprach den Eigenschaften, die man von Festkörpern kannte.

Tatsächliche Beobachtung



Die tatsächliche Beobachtung zeigte, dass in verbundenen Gefäßen die Wasserstände stets gleich hoch sind, ganz egal welche Form (bzw. welches Volumen) sie aufwiesen.

Der hydrostatische Druck kann somit nicht vom Volumen abhängig sein.

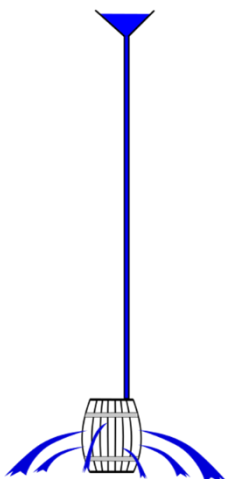
Das Paradoxon

Als hydrostatisches Paradoxon gilt genau dieser Widerspruch zwischen der vermeintlich logischen Überlegung und der tatsächlichen Beobachtung, dass der Druck nicht vom Volumen abhängt.

Diesen Effekt, der seit der Antike bekannt ist, konnten sich Wissenschaftler über Jahrhunderte hinweg nicht erklären. Die endgültige Aufklärung brachte erst Blaise Pascal im Jahr 1653

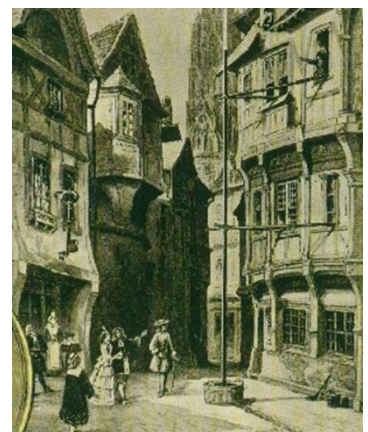
Wichtige Schritte zur Lösung des Paradoxons

- Um **1590 Simon Stevin** führt das erste Experiment zum Druck durch und bestätigt die klassischen Beobachtungen nochmals.
- 17.Jh.: der Brunnenmeister des Herzogs Cosimo II. de' Medici beobachtet das er das Wasser mit seiner Pumpe nicht höher als 32 Fuß pumpen kann
- **Galileo Galilei** und **E.Torricelli** werden beauftragt das Phänomen zu untersuchen und sie erlangen erste Erkenntnisse über eine Einwirkung des Luftdrucks und finden die Abhängigkeit des Druckes von der Dichte des Stoffes heraus. (→Erfindung des Quecksilber-Barometers)
- **1648: Pascal** nutzt das neu erfundene Barometer und unternimmt Messungen in einer tief gelegenen Stadt und auf dem Gipfel eines Berges. Er beweist so die Existenz einer Lufthülle und deren Einwirkung auf die Erde (Luftdruck) in Abhängigkeit der Höhe
- **1653: Pascal** führt sein Fass-Experiment durch und beweist endgültig die Abhängigkeit des Druckes von der Höhe. Er stellt seine, bis heute gültige, Formel zur Beschreibung des Sachverhaltes auf:



$$p(h) = \rho * g * h$$

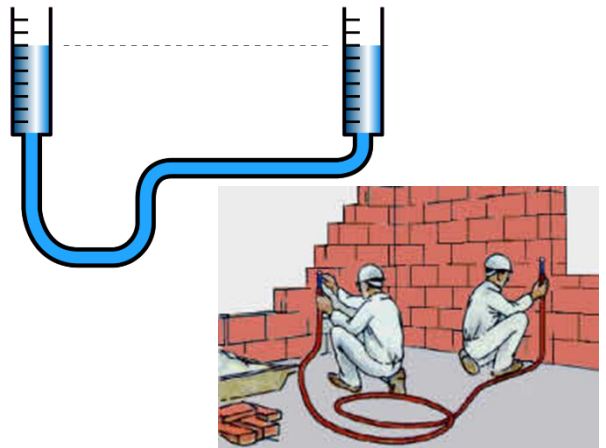
g ... Erdbeschleunigung
 h ... Höhe
 ρ ... Dichte des Mediums



Anwendungen des Effektes

➤ Schlauchwaagen

Schlauchwaagen nutzen das Prinzip der verbundenen Gefäße und dienen zum exakten ausloten einer gleichen Höhe an zwei Punkten die weit auseinander liegen können.



➤ Wassertürme

Der erste Wasserturm wurde um 1830 errichtet. Die Funktion solcher Anlagen ist die konstante Aufrechterhaltung des Drucks. Dabei werden Pumpen nur zum Befüllen des Turms benötigt. Bei der Abnahme des Wassers ist zu beachten, dass der Turm stets höher als Abnahmeort sein muss.



➤ Geruchsverschlüsse/ Siphons

Auch Geruchsverschlüsse, wie sie in Waschbecken oder Toiletten vorkommen nutzen das Prinzip der verbundenen Gefäße um eine „Sperrschicht“ für Gase aus der Kanalisation zu bilden. Gleichzeitig wird somit in Toiletten ein stets konstanter Wasserstand erzeugt.

