

Christian Ucke und Hans-Joachim Schlichting

Das Goethe-Barometer

Im Besitz des deutschen Dichters und - weniger bekannt - Naturforschers Johann Wolfgang von Goethe befand sich ein dekorativer Wandschmuck, der in Deutschland seither Goethe-Barometer, Goethe-Glas, Goethe-Wetterglas oder auch einfach Wetterglas genannt wird. Unter dieser Bezeichnung findet es sich in manchen Einrichtungsgeschäften und wird im Versandhandel vertrieben [1, 2]. Entgegen einiger Werbeanpreisungen hat es aber nicht Goethe selbst erfunden.

Speziell in den Niederlanden ist dieses Gerät seit 1619 sicher bekannt und verbreitet und wird dort als Donnerglas bzw. auch als Wetterglas bezeichnet [3]. Seefahrer verwendeten ebenfalls eine derartige Konstruktion. Den Pilgrimfathers wird nachgesagt, sie hätten dieses Instrument bereits 1620 von Holland nach Amerika mitgenommen.

Aus der Abbildung 1 ist ersichtlich, daß es sich um ein abgeschlossenes, bauchiges Glasgefäß mit einer langen 'Ausgußöffnung' handelt. Die Ausgußöffnung nennen wir wie bei einer Teekanne Schnabel. Der flache Teller unter dem Glasgefäß dient als Tropfenfänger.

Man füllt das Gefäß bei einem mittleren Luftdruck mit abgekochtem oder destilliertem Wasser etwa halbvoll. Dadurch vermeidet man Blasenbildung und Verkalkung im schlecht zugänglichen Inneren. Im Gefäß und Schnabel soll das Wasser gleich hoch stehen. Durch Anfärben des Wassers lassen sich zusätzliche dekorative Wirkungen erzielen.

Bei hohem Luftdruck sinkt der Flüssigkeitsspiegel im Schnabel, bei niedrigem steigt er (Abbildung 2). Wegen dieses verbalen Gegensatzes heißt das Gerät auch Goethes Kontrabarometer [4]. Vorausgesetzt wird dabei eine konstante Temperatur. Da dies aber unter normalen Wohnbedingungen kaum garantiert werden kann, ist das Gerät als Barometer praktisch ungeeignet. Aus diesem Grund wurde es im 19. Jahrhundert als Meßinstrument ganz aufgegeben. Als ästhetisch-historisches Relikt hat es sich erhalten. Und wenn heute die Werbung sagt, daß das Wetterglas genauer als so manche amtliche Vorhersage sei, so ist das ein netter Gag.

Eine kleine Abschätzung kann die Empfindlichkeit des Wetterglases für Luftdruckänderungen bei konstanter Temperatur aufzeigen. Wenn die Flüssigkeitsspiegel im Gefäß und im Schnabel gleich hoch sind, ist der Innendruck gleich dem Außendruck. Hier sei die Annahme gemacht, daß dies bei Normalluftdruck der Fall ist. Sinkt der Außendruck, steigt der Spiegel im Schnabel. Der Spiegel im Gefäß sinkt kaum, da sich die Querschnitte von Gefäß und Schnabel um den Faktor 50 und mehr unterscheiden. Das bedeutet zugleich, daß sich der Druck im Inneren praktisch nicht ändert. Wenn der Wasserspiegel im Schnabel 1cm höher als im Gefäß ist, besteht eine Druckdifferenz von 1hPa zwischen Innen- und Außendruck (1000cm Wassersäule entsprechen etwa dem normalen Luftdruck von 1010hPa; das ergibt sich aus der



Abb.1: Ein typisches Goethe-Barometer. Im bauchigen Gefäß befindet sich Wasser. Die Höhe des Wasserspiegels im Schnabel zeigt den Luftdruck an. Ein Tropfenfänger dient zum Schutz bei überlaufendem Wasser.

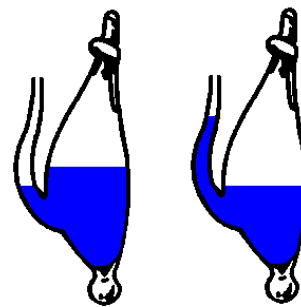


Abb.2: Bei hohem Luftdruck steht der Wasserspiegel im Schnabel des Goethe-Barometers tief, bei tiefem Luftdruck umgekehrt hoch.

Formel für den hydrostatischen Druck $p = \rho gh$ mit $\rho =$ Dichte von Wasser $\approx 1\text{gcm}^{-3}$, $g =$ Erdbeschleunigung $\approx 10\text{ms}^{-2}$, $h =$ Höhe der Wassersäule). Da der Luftdruck zwischen 990 hPa (Tief) und 1030hPa (Hoch) schwankt, sollte der Schnabel des Wetterglases eine Höhe von etwa 40cm aufweisen, um diese Unterschiede anzeigen zu können. Tatsächlich ist etwa diese Größe realisiert. Bei größeren Luftdruckschwankungen läuft aus dem Schnabel Wasser heraus bzw. es wird Luft ins Gefäß eingesogen, wodurch sich die ursprüngliche Justierung verändert.

Eine zweite Abschätzung zeigt die Empfindlichkeit für die Temperatur. Hier werde nun angenommen, daß der Luftdruck konstant bleibt. Gemäß dem Gay-Lussacschen Gesetz gilt für den Druck p in Abhängigkeit von der Temperatur T :

$$p = p_0(1 + \alpha\Delta T)$$

mit $p_0 = 1000\text{hPa} =$ Bezugsluftdruck, $\alpha =$ thermischer Ausdehnungskoeffizient von Luft $= 0,00367 \approx 1/273\text{K}^{-1}$, $\Delta T = T - T_0$ mit der Bezugstemperatur T_0 .

Bei einer Temperaturdifferenz von $\Delta T = 1\text{K}$ ergibt sich $p \approx 1004\text{hPa}$. Das bedeutet eine verhältnismäßig große Empfindlichkeit. Schon 5K Temperaturunterschied bewirken fast dasselbe, wie der Übergang vom Normaldruck zum Hoch bzw Tief. Bei den käuflichen Wettergläsern kann man durch Umfassen des oberen, luftgefüllten Gefäßteiles diese Abhängigkeit gut beobachten; das Wasser läuft dabei sogar leicht aus dem Schnabel heraus.

Vielen Physikern ist das letztgenannte Beispiel, bei dem die Temperatur variiert wird, im Prinzip als Gasthermometer bekannt. Die konkrete Ausführung unterscheidet sich natürlich. Weniger bekannt ist das sogenannte Gasmanometer, bei dem der Druck verändert wird.

Weitergehende quantitative Abschätzungen zu den kommerziellen Geräten sind nicht lohnend, da relevante Parameter von Gerät zu Gerät variieren und auch bei Betrachtung nur eines Gerätes kaum erfassbare Größen eine Rolle spielen. So ist das Luftvolumen im Inneren wegen des unregelmäßigen und variierenden Querschnitts praktisch nicht zu berechnen. Der Querschnitt des Schnabels ist ebenfalls nicht konstant.

Ein Wetterglas kann man sich mit einfachen Hilfsmitteln selbst bauen [5] (Abbildung 3). Hierzu nehme man eine größere, durchsichtige Plastikflasche einer bekannten Getränkefirma. Ein gutsitzender Korken wird mit einer durchgehenden Bohrung (8mm hat sich bewährt) versehen, in die ein transparenter und flexibler PVC-Schlauch mit genügender Wanddicke gesteckt werden kann. Wenn die Bohrung so knapp gewählt wird, daß der Schlauch beim Einschieben schon einigermaßen fest sitzt, hält das System nach dem Einstecken des Korkens in die Flasche meist dicht. Andere Systeme, die den Plastikschraubdeckel der Flasche selbst verwenden und durch diesen den Schlauch dicht durchführen, sind komplizierter zu realisieren. Die Flasche wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt und mit dem Korken verschlossen. Den Schlauch führt man an der umgedrehten Flasche selbst wieder hoch und befestigt ihn z.B. mit einem transparenten Klebeband.

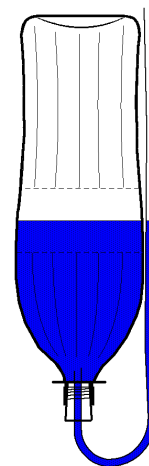


Abb.3: Selbstbau eines Wetterglases aus Getränkeflasche und Plastikschlauch.

Diese Vorrichtung läßt sich direkt als Wetterglas verwenden, auch wenn sie natürlich nicht so ästhetisch aussieht. Man kann damit aber leichter weitere Experimente durchführen als mit dem fertigen Glasgerät, da keine Bruchgefahr besteht, die Flasche leichter befüllt werden kann und der flexible Schlauch ebenfalls mehr Möglichkeiten eröffnet. Wer handwerklich begabt ist, kann sich selbstverständlich auch aus formschönen Glasflaschen ästhetisch ansprechendere Modelle zusammenbauen.

Literatur

- [1] Physik-Boutique im Stark-Verlag, Postfach 1852, 8050 Freising.
- [2] Schäfer-Boutique, Industriestr., 5240 Betzdorf.
- [3] Bolle, B.: Alte Barometer, Verlag Callwey München 1980
- [4] Dietrich, K.: Praxis der Naturwissenschaften **33**, 239 (1984)
- [5] Krause, A.; Wilke, H.-J.: Physik in der Schule **30**, 304 (1992)