

Habt ihr schon gewusst - 338 Experimente mit der Thermoskanne

Idee aus ... Praxis der Naturwissenschaften – Heft 3/57-2008

Ein Alltagsgerät mit „experimentellem Potenzial“ ist die Thermoskanne, die man wohl in jedem Haushalt findet. Ausgangspunkt für diese Experimente war die Frage einer Schülerin: „Warum pfeift meine Thermoskanne in unterschiedlichen Tönen, wenn ich sie mit Kaffee fülle und dann fast ganz zuschraube?“

Wir haben sicher beim Öffnen einer Thermoskanne festgestellt, dass ein Druckausgleich stattfindet – das damit verbundene Geräusch haben sicher schon alle Schülerinnen und Schüler gehört. Die Mehrzahl meiner Schülerinnen und Schüler meinte, dass das Geräusch so zu deuten ist, dass in der Thermoskanne ein Unterdruck herrscht und beim Öffnen Luft von außen in die Thermoskanne einströmt.

Wenn man heißen Kaffee einfüllt und den Deckel fast ganz zudreht, hört man eine ganze Zeit ein „pfeifende Geräusch“. Es liegt nahe anzunehmen, dass hier ein Überdruck in der Thermoskanne vorliegt, der dazu führt, dass Luft von Innen nach außen strömt.

Naheliegender sind also folgende Fragen:

- ... herrscht am Anfang ein Überdruck.
- ... herrscht nach einer längeren Abkühlungsphase ein Unterdruck.
- ... wird das p-t-Diagramm also zunächst oberhalb des normalen Luftdrucks verlaufen und fällt es dann nach einiger Zeit unter den normalen Außendruck.

Diese Vorhersagen sollen in Experimenten überprüft werden ... UND es sollen Erklärung der experimentellen Ergebnisse gesucht werden.

Experimentelle Idee der SuS ...

- ❖ Zur Überprüfung des Überdrucks am Anfang wird eine Flaumfeder an den Schlitz gehalten ...
- ❖ Eine zweite Gruppe benetzt die Öffnung mit Seifenlauge ... die dann Blasen bildet ... Also herrscht beim Einfüllen des heißen Wassers in die Thermoskanne ein Überdruck.
- ❖ Um das p-t-Diagramm aufzunehmen führen alle Teams folgendes Experiment durch: Mit einem Gummistopfen (zwei Bohrungen) wird die Öffnung der Thermoskanne verschlossen. In eine der beiden Öffnungen wird eine Thermometer eingeführt; in die andere Öffnung wird der Anschluss-Schlauch des Drucksensors des Xplorer-GLX eingeführt. Nach dem Einfüllen des heißen Wassers und dem Verschluss der Öffnung wird die p-t- und die T-t-Messung gestartet.
- ❖ Verschiedene Gruppen füllen die Thermoskannen (alle mit einem Fassungsvermögen von 1 Liter) mit unterschiedlich großen Mengen an heißem Wasser und lassen die Messung über mehr als eine Zeitstunde laufen.

FAZIT ... aus Lehrersicht ☺

Nach dem Verschließen der Flasche steigt der Druck auf seinen maximalen Wert, der nach etwa einer Minute erreicht wird. Die Temperatur liegt dabei knapp unter 100°C, wenn man kochendes Wasser einfüllt!

Der Druck und die Temperatur fallen in der nächsten Stunde ab. Der Druck sinkt ab und erreicht nach etwa einer Zeitstunde den Wert des Außendrucks bei einer erstaunlich hohen Temperatur von über 80°C. Anschließend beginnt die Unterdruckphase.

Der Überdruck hat wohl seine Ursache in der Dampfentstehung nach dem Einfüllen des heißen Kaffees. Wesentlich ist hierbei, dass der Dampfdruck bei 100°C bei 1bar liegt.

Dass die Schülerteams einen höheren Druck messen, muss also an der eingeschlossenen Restluft liegen.

Nach dem Daltonschen Gesetz ist der gemessene Druck die Summe der Partialdrücke des Wasserdampfes und der eingeschlossenen Restluft. Daher übersteigt der gemessene Druck den Außendruck von 1 bar.

Wesentlich bei diesem Experiment ist auch die Komprimierung dieser Restluft, wenn man den Stopfen nach dem Einfüllen des kochend-heißen Wassers in die Öffnung drückt ... damit das Volumen verkleinert und den Druck entsprechend erhöht.

Kühlt die Thermoskanne nun ab, sinkt die Temperatur und immer mehr Wasserdampf kondensiert und trägt nicht mehr zum Dampfdruck bei (die Dampfkonzentration sinkt exponentiell mit der Temperatur) ... die Restluftmenge kühlt auch ab und der Partialdruck der Restluftmenge sinkt ebenfalls ... beide Effekte zusammen führen dann zu dem gemessenen Unterdruck.

Literatur

- ❖ Praxis der Naturwissenschaften – Heft 3/57-2008
- ❖ Internet ... unübersehbar viele Beiträge ☺