



DIE FIREBUSTERS

DIE ADIABATISCHE KOMPRESSION

Von der Luftpumpe zum pneumatischen Feuerzeug

Als früher begeisterter Radfahrer kenne ich noch die historische Luftpumpe, mit der wir unsere defekten Fahrradschläuche aufgepumpt haben. Es war dies eine Kolbenpumpe, welche die Luft aus der Umgebung angesaugt und durch rasche Pumpbewegungen in den Schlauch gepresst hat. Dabei wurde die Pumpe manchmal so heiß, dass wir den Pumpvorgang unterbrechen mussten. Der Physiker würde diesen profanen Vorgang als adiabatische Kompression beschreiben. Was ist das?

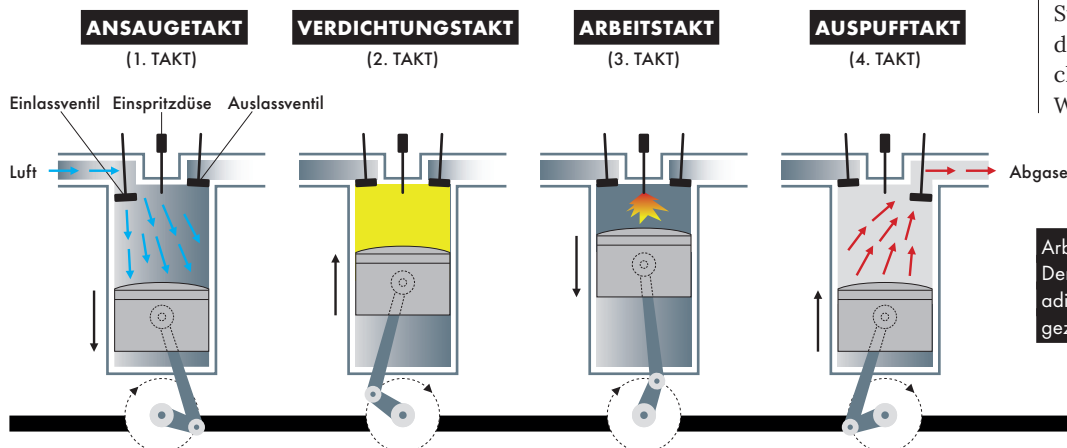
Adiabatische Kompression? Es ist dies ein Prozess, bei dem ein Gas komprimiert (verdichtet) wird, ohne dass eine wesentliche Wärmeübertragung mit der Umgebung erfolgt. Ein *adiabatischer* Vorgang muss daher sehr schnell vor sich gehen, dass die Wärme nicht ausgetauscht werden kann (griechisch *adiabainein* bedeutet so viel, wie „nicht durchgehen“).

Die Temperatur steigt! Die Folge von adiabatischen Prozessen ist eine Temperaturerhöhung. Diese ist

gewaltig: Wird nämlich ein Gas bei Zimmertemperatur plötzlich auf ein 1/10 seines Volumens komprimiert, so steigt seine Temperatur von 20 °C auf rund 460 °C an. Mit dem Teilchenmodell kann man sich das so vorstellen: Beim Verdichtungsprozess auf ein wesentlich kleineres Volumen erhöht sich die Zahl der Teilchen (Moleküle bzw. Atome) pro Volumeneinheit. Gleichzeitig wird ihre Energie ebenfalls in diesem kleineren Volumen verdichtet. Daher steigt die Temperatur (siehe Luftpumpe) an!

Anwendungen. Was bei der Luftpumpe eher ein negativer Effekt ist, kann in der Technik seine Vorteile haben. Die adiabatische Kompression wird in Verbrennungsmotoren (Dieselmotor), Kältemaschinen und Kompressoren etc. angewendet. Der Dieselmotor ist beispielsweise ein Viertakt-Kolbenmotor, bei welchem ein adiabatischer Verdichtungsprozess der Luft auf etwa 50 bar erfolgt. Dadurch erhöht sich die Temperatur auf über 600 °C und der eingespritzte Dieselmotorkraftstoff kann von selbst (ohne Zündkerze) gezündet werden.

Das pneumatische Feuerzeug („Feuerpumpe“). Eine früher gebräuchliche spezielle Variante des Feuerzeugs, nämlich sogenannte pneumatische Modelle, nutzten ebenfalls die Hitzeentwicklung durch Kompression gezielt aus. Dabei wird ein Kolben in einem dickwandigen Rohr rasch nach unten gedrückt. Die im Zylinder vorhandene Luft erhitzt sich durch die plötzliche Verdichtung so stark, dass sich ein Stück Feuerschwamm (Zunder) am Rohrende dadurch entzündet. Diese Art von Feuerzeug wird auch heute noch als Überlebensausrüstung von Wanderern, Sportlern, Campern und auch Survival-Experten verwendet, die mehrere Tage oder gar Wochen ohne fremde Hilfe in der Wildnis ausharren müssen.



Arbeitsweise eines Dieselmotors: Der Dieselmotorkraftstoff wird durch adiabatische Kompressionswärme gezündet. Quelle: www.lernhelfer.de



EXPERIMENT NR. 53 DIE ADIABATISCHE KOMPRESSION



Die Feuerpumpe „Petromax“. Die hier vorgestellte und im Internet angebotene Feuerpumpe besteht aus einem Kolben und einer Kolbenhülse. Der Baumwollzunder und das Schmiermittel (Vaseline) für einen reibungslosen Zündvorgang findet man in den jeweiligen Vorratsbehältern an den Enden der beiden Geräteteile. Außerdem kann der leicht entzündliche Baumwollzunder gesondert in einer Zunderdose geliefert werden.

Inbetriebnahme. Zur Inbetriebnahme gibt es im Internet eine Anleitung in sechs Schritten. Nachdem man den Zunder im kleinen Loch des Kolbens verstaut hat, müssen die Dichtungsringe mit Gleitgel geschmiert werden. Nun wird der Kolben aufrecht auf eine gerade Fläche gestellt, der Zylinder darübergestülpt und dieser mit der Handfläche nach unten geschlagen. Zieht man den Zylinder vom Kolben hat sich (hoffentlich!) Glut gebildet. Anmerkung: Nicht jeder Versuch gelingt zum ersten Mal!

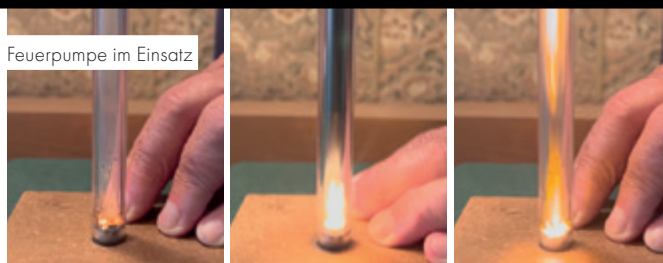
Adiabatische Expansion. Interessant ist aber auch die Umkehrung des Prozesses, nämlich die adiabatische Expansion. Wenn sich Gase ausdehnen, tritt hier ein Kälteeffekt auf, den wir beispielsweise bei Vereisungssprays feststellen können. Dies ist der physikalische Joule-Thomson-Effekt, den wir schon im Kapitel „Expansionskälte“ behandelt haben. Die adiabatische Expansion tritt beispielsweise auch beim Öffnen einer Sekt- oder Mineralwasserflasche auf. Dort kann es vorkommen, dass das austretende Gas so abkühlt, dass die vor der Flasche vorhandene Luftfeuchtigkeit kondensiert und kleine Nebeltröpfchen bildet. Achten Sie einmal beim Öffnen einer Sektflasche auf diesen Effekt. Und dann Prost!

Die Petromax Feuerpumpe ist eine Zündquelle im Hosentaschenformat



Handliche
Gerätetasche
Zunderdose
Feuerpumpe

Eine heute am Markt angebotene Feuerpumpe, welche die adiabatische Kompression zum Feuermachen anwendet. Quelle: Martin Gebhardt



Feuerpumpe im Einsatz

EXPERIMENT: DIE FEUERPUMPE

Im folgenden Experiment wollen wir uns mit einer Feuerpumpe auf dem Prinzip der adiabatischen Kompression beschäftigen. Es handelt sich dabei um das Pneumatische Feuerzeug der Fa. 3B Scientific, welches über das Internet erworben werden kann.

Experiment Pneumatisches Feuerzeug:

Im genannten Druckluftfeuerzeug, welches aus einem dickwandigen Reagenzglas mit einem abgedichteten Stahlstempel besteht, wird an der Unterseite des Stempels etwas Watte bzw. Pyrowatte befestigt. Nun drückt der Experimentator den Stempel schnell hinunter. Wenn dieser fast den Boden erreicht, kommt es zu einem Lichtblitz, die Watte hat gezündet.

! WARNHINWEIS !
Keine leicht brennbare Unterlage verwenden! Alle dargestellten Versuche bergen bei unsachgemäßer Ausführung Gefahren in sich. Bei Unfällen wird seitens der Redaktion keine Haftung übernommen.

Erklärung: Durch das schnelle Hinabstoßen des Kolbens wird die eingeschlossene Luft komprimiert (zusammengedrückt). Da die Kompression sehr schnell durchgeführt wird, bleibt der eingeschlossenen Luft keine Zeit, um Wärmeenergie mit der Umgebung auszutauschen. In der Folge erwärmt sich die Luft stark und die Watte wird gezündet!

Vorsicht! Bei der Verwendung von Pyrowatte ist nur eine kleine Menge zu verwenden, da diese sehr brisant abbrennen und sogar den Stoßkolben aus dem Gerät schleudern kann!

MATERIAL



ZUNDER AUS
WATTE BZW.
PYROWATTE

PNEUMATISCHES FEUERZEUG
(FA. 3B SCIENTIFIC)

Fotos: Ovid; Literaturhinweise: DITTMAR-JÜGEN H.: Adiabatische Kompression – eine Erklärung aus der Physik, www.helpster.de.; GEBHARDT M.: Was ist eine Feuerpumpe? – Mit dem Wissen unserer Urfahren Feuer machen; www.survival-kompass.de.; KOSCHORRECK C.: Zündvorgänge – Adiabatische Kompression; ECOMED Verlag, Landsberg am Lech.