

Ein Versuch zur Mechanik eingeschlossener Gase

Georg Maier

Auch die einfachsten Grundprinzipien der Thermodynamik sind nur wenig volkstümlich geworden. Dabei wird ein gewisses Verständnis für dieses Gebiet heute geradezu vorausgesetzt. Der Energiesatz, für sich allein genommen, genügt gerade dann nicht mehr, wenn die Energie knapp wird. Wärmepumpen, Wärmekraftkopplung, Gasmotoren und vieles mehr werden ins Gespräch gebracht. Diese neuere Entwicklung kann dazu anregen, den Physikunterricht auf dem Gebiet der Wärmelehre zu vertiefen. Das kann nicht bloss mit Hilfe von Formeln und Schaubildern geleistet werden. Die Thermodynamik ist bei aller bewundernswerter Vollendung so nicht für den Menschen greifbar. Bei der Wärmekraftmaschine geht man um mit mechanischen Kräften und diese sind uns letztlich nur unmittelbar in der physisch-leiblichen Auseinandersetzung zugänglich. Hier soll von Versuchen berichtet werden, bei denen eine solche Begegnung noch möglich ist. Aus dieser heraus soll gefragt werden nach der Art, wie das Wärmewesen in den mechanischen Vorgang hineingreift.

1. Erfahrung an der abgeschlossenen Kolbenpumpe

Wir nehmen eine Luftpumpe für Fahrzeugreifen mit eingebautem Manometer (*Bild 1*). Der Kolben (*Bild 2*) dichtet ab gegen den Zylinder mit einer Lederstülpe.

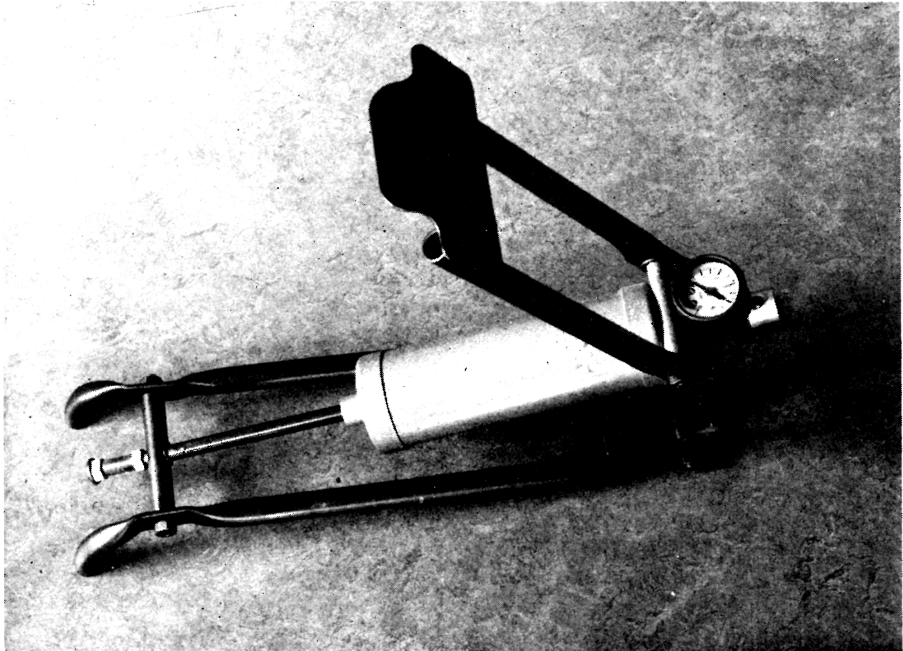


Bild 1: Abgeänderte Luftpumpe. Links im Bild ragt die Treibstange über den Steg hinaus. Da der Zylinder am Steg anstösst, werden Hub und Kompression damit verringert. Statt des Druckschlauchs ist ein Verschluss (ganz rechts im Bild) angebracht. Das Kugelventil vor dem Manometer wurde ausgebaut.

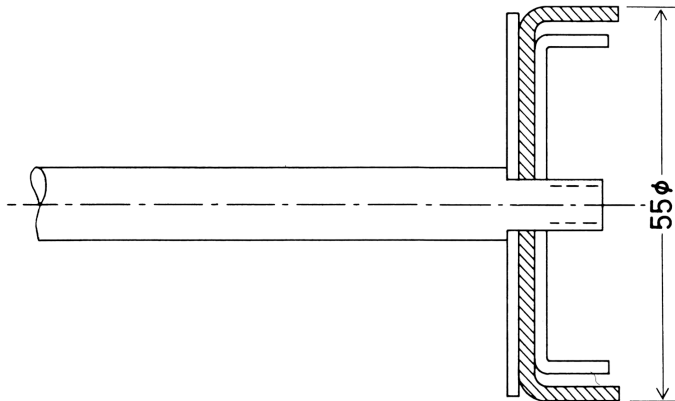


Bild 2: Kolben an Stange ohne Befestigungsmutter. Der schraffierte Teil ist aus Leder. Sobald im Innern des Zylinders ein Unterdruck entsteht, hört die Wirkung der Dichtung auf und Luft kann ins Innere fließen. Bei Überdruck im Innern dichtet die an der Zylinderfläche anliegende Fläche ab.

Er wird über eine einfache Hebelmechanik gewöhnlich mit dem Fuss bewegt. Eine Rückholfeder treibt den Kolben nach einem Hub zurück, wobei ein etwaiger Unterdruck im Zylinder die Kolbendichtung unwirksam macht: Die Lederstülpe kann als Ventil wirken.

Im folgenden wird der Ausgang der Pumpe abgeschlossen. Wenn der Kolben in den Zylinder geschoben wird, steigt der Druck an, und wir entfernen die Rückholfeder, um die rücktreibende Kraft am Kolben sich allein auswirken zu lassen. Zunächst wird der Zeiger des Manometers das obere Ende der Skala überschreiten, wenn der Kolben bis zur Endlage gebracht wird. Die sogenannte Kompression der Pumpe ist zu hoch. (Als Kompression wird bei Kolbenmaschinen das Mass der Verdichtung bezeichnet, also das Verhältnis zwischen dem Maximalvolumen und dem Minimalvolumen, welches vom Kolben im Zylinder eingeschlossen wird.) Eine Begrenzung der Kompression lässt sich relativ leicht durch eine entsprechende Veränderung am Gestänge erreichen.

a *Komprimieren*

Was jeder leicht bemerkt, ist die zunehmende Kraft, die mit zunehmendem Arbeitsdruck aufzuwenden ist. Wer den Hebel entschlossen niederdrückt, wird am Manometer den Druck ruckartig ansteigen lassen. Er wird sich zunächst wundern, dass der Druck nicht, wie zu erwarten war, beim höchsten Wert stehen bleibt, der erreicht wurde. *Vielmehr fällt der Druck wie von selbst zurück zu einem niedrigeren Wert.* Mit der abgebildeten Pumpe (*Bild 1*) wird bei rascher Kompression ein maximaler Ausschlag von etwa 3,1 bar erreicht. Innerhalb von wenigen Sekunden geht der Zeiger auf 2,1 bar zurück. Wenn man den Vorgang ohne irgendwelche weitere Erklärung zeigt, wird man mit grosser Sicherheit den Eindruck erwecken: «das ist undicht». Auch der Physiker wird kaum anders urteilen. Dies, obwohl der Zeiger ja stehen bleibt, nachdem er zunächst gefallen war. Aber nicht nur am Manometer kann das Phänomen verfolgt werden.