PHYSIKALISCHE BLÄTTER
22. JAHRGANG HEFT 3 (1966)

„SUFFI“, eine merkwürdige kleine Dampfmaschine

von J. Sauer



„Suffi“, eine merkwürdige kleine Dampfmaschine

Von
Dipl.-Ing. *J. Sauer*
Berlin

Abb. 1: Suffi beugt sich zum Wassernapf, um den porösen Oberflächenbezug des Schnabels neu anzufeuchten.

In Schaufenstern sieht man gelegentlich als Blickfang etwas seltsame Vögel ausgestellt, die aus einem vor ihnen stehenden Becher Wasser trinken (Abb. 1). Zwischen den Vogelbeinen, die aus einem Gestell von dünnem Blech gebildet werden, kann der Körper mit seinem ovalen Rumpf, seinem langen Hals und runden Kopf wie ein Waagebalken pendeln. Der Körper schwingt vor und zurück; nach und nach wird die Bewegung langsamer, bedächtig neigt sich der Vogel zum Becher und steckt seinen Schnabel ins Wasser. Dann schnellt er hoch und setzt sein munteres Schwingen fort.

Neuerdings werden solche Vögel in Spielwarengeschäften unter der Bezeichnung „Suffi, die trinkende Ente" angeboten. Die Vögel, die aus Hongkong kommen sollen, sehen in ihrer bunten Aufmachung tatsächlich chinesisch aus, obwohl andererseits auch Donald Duck seine Mitwirkung bei ihrer Entstehung nicht leugnen dürfte.

Man steht einige Zeit davor und überlegt sich, wie die Anordnung wohl funktioniert. Zwar erkennt man bei näherem Zusehen, daß der Kopf mit einer saugfähigen Schicht überzogen ist, die sich auf dem Wege über den Schnabel mit Wasser vollsaugt. Der Kopf wird also durch Verdunstung kalt gehalten. Der Höcker auf dem Kopf sieht so aus, als wäre hier ein evakuiertes Glasrohr abgezogen. Besteht nun der Körper aus einem solchen Rohr, das eine leicht verdampfende Flüssigkeit enthält, so kann man sich vorstellen, daß diese im Kopf kondensiert. Damit wird der Kopf schwer und läßt den Körper nach vorne kippen. Aber warum geht er dann sofort wieder hoch? In dem Augenblick, in dem der Schnabel eintaucht, muß offenbar im Innern des Vogels eine Veränderung stattfinden, so daß der Rumpf wieder schwerer und der Kopf leichter wird.

Die Lösung des Problems liegt darin, daß der Hals des Vogels sich in den Rumpf fortsetzt und so ein Steigrohr bildet (Abb. 2). Sowohl im Rumpf als auch im Kopf befindet sich über der Flüssigkeit Äther-Sattdampf. Der Dampfdruck p1 im Rumpf entspricht etwa dem der Zimmertemperatur, der Druck p2 im Kopf ist geringer, da dessen Temperatur wegen der Wasserverdunstung tiefer hegt. Gibt man den Druck als Höhe h der Säule der verwendeten Flüssigkeit an, so gilt also

$$h = p_1 — p_2$$

Der Körper ist so aufgehängt, daß sein Schwerpunkt S — wenn die Flüssigkeit sich unten im Rumpf befindet — unterhalb des Drehpunktes D liegt. Wenn die Flüssigkeit infolge der Temperaturdifferenz zwischen Kopf und Rumpf nach oben steigt, verschiebt sich der Schwerpunkt nach oben. Steigt er über den Aufhängepunkt, so kippt der Körper bis nahezu in die Waagerechte, und der Schnabel taucht ins Wasser. Die Flüssigkeitsmenge muß so bemessen sein, daß das untere Ende des Tauchrohres jetzt heraustaucht. Nun fließt die Flüssigkeit aus dem Hals heraus, während der Dampf aus dem Rumpf als Blase zum Kopf steigt. Der Schwerpunkt verschiebt sich wieder nach unten, und der Körper richtet sich auf. Der Körper darf sich bei dem Vorgang natürlich nicht soweit neigen, daß der Kopf tiefer als der Rumpf zu liegen kommt. Wenn das geschieht, kann die Flüssigkeit nicht ausfließen, und der Vogel vermag sich nicht aufzurichten. Um das zu verhindern, ist ein kleiner Anschlag vorgesehen. Während die Flüssigkeit im Rohr nur langsam steigt, so daß der Körper sich nur langsam neigt, fließt sie schnell heraus. Der Körper kommt also ruckartig hoch und schwingt dann einige Zeit hin und her. Dieses Schwingen fördert die Verdunstung am Kopf und auch den Wärmeübergang von der Raumluft zum Rumpf, der sich ja wegen der Verdunstung der Flüssigkeit laufend abkühlt.

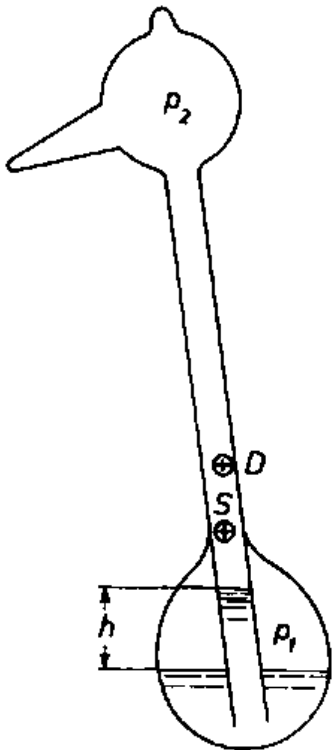


Abb. 2:
Schema der Anordnung:
D = Drehpunkt
S = Schwerpunkt

Unser Vogel ist also eine regelrechte kleine Dampfmaschine mit Dampfkessel und Kondensator: Ein Gebilde nämlich, bei dem an einem Ende Wärme zugeführt und am anderen abgeführt wird und das die Differenz dieser Wärmemengen in mechanische Arbeit verwandelt, indem die Dampfspannung ausgenutzt wird, um Teile zu bewegen. Nur ist hier der bewegte Teil nicht ein Kolben, sondern die verdampfbare Flüssigkeit selbst, die auch die Aufgabe eines Steuerorgans übernimmt. Außerdem wird hier, anders als bei den üblichen Dampfmaschinen, die Wärme bei Raumtemperatur zugeführt und bei einer infolge Verdunstung tieferen Temperatur abgeführt.

Der thermische Wirkungsgrad nach Carnot läßt sich abschätzen: Wie aus Abb. 3, dem Diagramm des Sattdampfdruckes für Äther, zu entnehmen ist, entspricht einer Temperaturänderung von 1 Grad im fraglichen Bereich eine Änderung des Dampfdruckes

um 350 mm Äthersäule. Die Äthersäule im Hals, die den Körper zum Kippen bringt, ist etwa 100 mm hoch. Es wird also eine Temperaturdifferenz von rund 0,3 Grad benötigt, und dem entspricht ein Wirkungsgrad $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ von etwa 0,1 %.

Auch die von der Anordnung entwickelte Leistung kann man ungefähr bestimmen; sie ist allerdings stark von der Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängig. Man kann messen, daß der Rumpf beim Aufrichten des Körpers mit einer Kraft von etwa 5 p nach unten zieht bei einer Fallhöhe von etwa 5 cm. Der Vogel leistet also bei jedem Spiel 25 pcm und, wenn wir für ein Spiel 25 s ansetzen, etwa 1 pcm/s, das sind rund 0,1 mW. Diese winzige Leistung verbraucht er allerdings für seinen eigenen mechanischen Bedarf, sie genügt aber, um ihn ständig in lebhafter Bewegung zu halten. Man muß nur dafür sorgen, daß sein Kopf feucht bleibt; dafür benötigt er weniger als 1 cm³ Wasser in der Stunde. Auch wenn man ihm das Wasser wegnimmt, versucht er noch lustig, zwei bis drei Stunden weiter zu trinken, bis sein Kopf getrocknet ist.

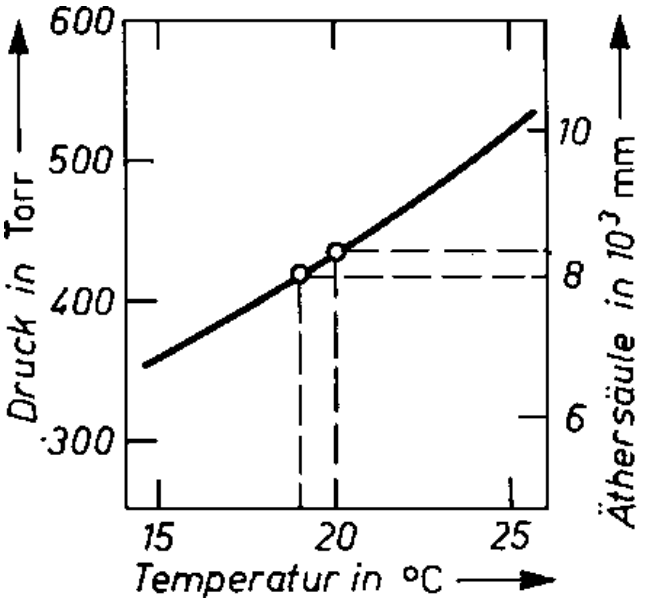


Abb. 3: Dampfdruckkurve des Äthers, der die Füllung der Anordnung Abb. 2 bildet.

Ist der thermische Wirkungsgrad des Vogels auch noch so schlecht — vom mechanischen ganz zu schweigen —, so kann man doch von einem guten „psychologischen Wirkungsgrad" sprechen, da mit einer so geringen Leistung viel Spaß beim Beschauer erzielt wird.