

Worcester machte selbst Versuche, um sich von der Widerstandsfähigkeit des Materials einen Begriff zu machen, indem er ein abgebrochenes Kanonenrohr verstopfte und verschraubte, teilweise mit Wasser füllte und dem Feuer aussetzte; nach 24 Stunden zersprang dasselbe mit lautem Knall. Vermöge der Kombination zweier Gefäße, die abwechselnd mit dem Kessel in Verbindung gebracht wurden, konnte ein ununterbrochener Wasserstrahl von 40 Fuß Höhe erzielt werden. Worcesters Versuch mit der Kanone läßt auch darauf schließen, daß er hochgespannten Dampf benutzte, somit seine Experimente bereits als Anfang der **Hochdruck-Dampfmaschine** angesehen werden können, wenn auch der Apparat als solcher noch keine Ähnlichkeit mit einer Dampfmaschine hatte. Spätere Berichte in Worcesters *Century of Inventions* erwähnen einen Entwurf, welcher unter dem Namen „*Water-commanding-Engine*“ bekannt war, von Seite des Staates unterstützt und von Worcester im großen Stile experimentell erprobt wurde. Auch diese Berichte sind so mangelhaft, daß daraus das Wesen dieser Erfindung nicht klar genug hervorgeht; die Maschine scheint viel mehr ein Perpetuum mobile als eine Wärmekraftmaschine gewesen zu sein. Die Experimente führten auch zu keinem praktischen Ergebnis.

Erst zu Ende des 17. Jahrhunderts gelangte die Dampfmaschine zu praktischer Bedeutung. **Thomas Savery** erhielt 1698 ein Patent auf eine Wasserhebemaschine (Fig. 2), in welcher bereits die Expansivkraft des Dampfes sowie das Vakuum vereint zur Wirkung gelangen.

Von dem Hauptkessel *F* gelangt Dampf abwechslungsweise in eines der ovalen oder blasenförmigen Gefäße *A* und drückt mittelst des Rückschlagventiles *B* das in demselben befindliche Wasser in die Höhe. Sobald das Gefäß *A* entleert ist, wird die Dampfzufuhr unterbrochen und der rückständige Dampf kondensiert, indem sich aus einer höher

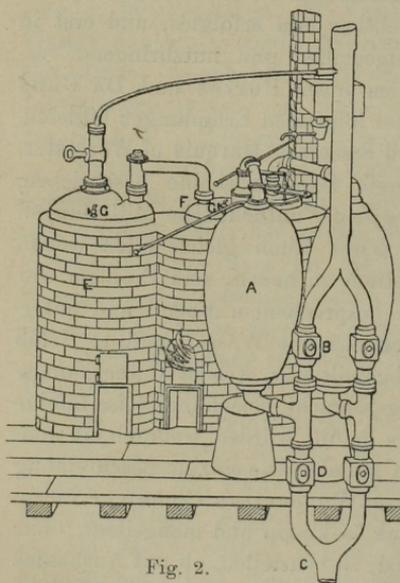


Fig. 2.

Saverys Pumpmaschine, 1698.

gelegenen Zisterne ein Strahl kalten Wassers über das Gefäß *A* ergießt und dessen Wandung abkühlt; infolge des gebildeten Vakuums wird das Gefäß durch das Rohr *C* und das Ventil *D* neuerdings gefüllt. In-

zwischen wurde das andere Gefäß entleert und auf diese Weise wechselt das Spiel fortwährend ab. Die beiden Ventile oder Klappen *B* und *D* öffnen nur aufwärts, um sich beim Überdruck zu schließen.

Der Hauptkessel *F* wird von einem Speisekessel *E* aus gespeist; dieser wird im kalten Zustande gefüllt; sobald er angeheizt ist, funktioniert er in gleicher Weise wie der Kessel von De Caus, indem er das in ihm befindliche Wasser in den Hauptkessel drückt.

Die **Probierhähne** (*G*) zur Bestimmung des Wasserstandes im Kessel sind gleichfalls ein bemerkenswertes Detail.

Saverys Maschine wurde auch mit nur einem Wassergefäße, also einfachwirkend ausgeführt. Savery gebürt somit das Verdienst, die Kondensation durch künstliche Mittel durchgeführt und zum Ansaugen des Wassers von einem tiefer gelegenen Niveau ausgenützt zu haben; jedenfalls war die von Savery durchgeführte Arbeitsmethode ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der von Worcester vorgeschlagenen, vielleicht auch benützten Methode der Wasserförderung und seine Maschine die erste wirklich brauchbare Dampfpumpmaschine. Die Maschine fand daher auch zahlreiche Verwendung im Bergbau, zur Hebung von Wasser in Häusern und Städten, sogar zur Speisung von Wasserrädern. Die Verwendung als Bergbaupumpe war allerdings dadurch beschränkt, daß die Förderhöhe von der Dampfspannung abhängig und somit begrenzt war, obgleich Pressungen bis 8 sogar 10 Atmosphären und nebenbei bemerkt ohne Sicherheitsventil verwendet wurden. Diese hohen Spannungen bereiteten Savery große Sorge; die gewöhnlichen Lötmitel schmolzen und sah er sich gezwungen, schwer schmelzbares Lot anzuwenden. Außer diesem Übelstande war der Verbrauch an Brennmateriale ein enormer infolge der Kondensation des Dampfes an den nach jedem Spiel abgekühlten Gefäßwandungen und der steten Berührung mit dem Wasserspiegel selbst. Nach den Mitteilungen Saverys über den Brennstoffverbrauch dürfte dieser für gleiche Leistung mindestens 20 mal größer gewesen sein, als der Verbrauch einer heutigen guten Dampfmaschine. In einer Abhandlung „*The Miner's Friend*“ (des Bergmanns Freund) äußert sich Savery hierüber mit folgenden Worten: „Soweit das Gefäß innen mit dem Kesseldampf in Berührung steht, ist es außen trocken und so heiß, daß man es mit der Hand ohne sich zu verbrennen, nicht berühren kann; aber soweit die jeweilige Wasserfüllung reicht, ist die Außenwand kalt und so naß, als ob das Gefäß durchlässig wäre. Mit dem Sinken des Wasserspiegels verschwindet auch die äußere Kälte und Feuchtigkeit des Gefäßes.“

Saverys Maschine wurde in späteren Jahren durch Desaguliers insofern verbessert, als derselbe einerseits Sicherheitsventile (erfunden durch Papin) anwendete und andererseits die Oberflächenkondensation durch

direkte Berührung des Dampfes mit einem Strahle kalten Wassers ersetzte, welcher in das Gefäß eingespritzt wurde.

Savery soll auch als erster den Ausdruck „Pferdestärke“ zum Messen der Leistung seiner Maschine gebraucht haben.

Es sei an dieser Stelle einer Maschine gedacht, welche allerdings außer Zusammenhang mit der stufenweisen Entwicklung der Dampfmaschine steht, jedoch als erster Vorläufer unserer neueren Wärmemotoren angesehen werden kann, wenngleich dieselbe über das Stadium des Experimentes nicht hinauskam, daher auch keine praktischen Erfolge zu erzielen vermochte. Etwa 20 Jahre vor dem Zeitpunkte von Saverys Patent wurde von verschiedenen Erfindern der Vorschlag gemacht, die Explosionskraft des Schießpulvers zum Heben von Wasser auszunützen. Wieweit diese Versuche zurückreichen, läßt sich überhaupt nicht genau bestimmen; nach einzelnen Quellen soll Abbé Hautefeuille 1678 die erste Idee einer **Pulvermaschine** gefaßt haben; seine Idee soll dann 1680 von Huygens in einem Versuchsmodelle verkörpert, von Papin jedoch verbessert und 1688 als seine Erfindung beschrieben worden sein. Diese Probleme gipfelten darin, in einem geschlossenen Gefäße Pulver zur Explosion zu bringen und die sich momentan entwickelnden Gase durch nach außen offene Klappen auspuffen zu lassen. Die im Gefäße zurückbleibenden Gase ziehen sich nach dem Erkalten zusammen, es bildet sich ein teilweises Vakuum, welches nun dazu benutzt werden soll, Wasser von einem entsprechend tiefer gelegenen Niveau zu heben.

Huygens verkörperte dieses Problem und indem er bei seinem Versuchsmodelle einen Cylinder und Kolben anwendete, war er zugleich der erste, welcher diese beiden hochwertigen Elemente bei dem Baue der Wärmemaschine einführte.

Huygens Pulvermaschine bestand aus einem stehenden Cylinder, in welchem sich ein Kolben bewegte; vor Explosion der Pulverladung stellte er den Kolben an das obere Ende des beiderseits geschlossenen Cylinders. Nach der Explosion der Pulverladung, deren Produkte durch Klappen ins Freie schlugen, bildete sich unter dem Kolben ein teilweises Vakuum und der Kolben ging unter dem Drucke der Atmosphäre arbeitverrichtend nach abwärts. Die Bewegung wurde mittelst Schnur und Rolle auf ein Gewicht übertragen und dieses gehoben. Huygens Explosionsmaschine beruhte somit auf demselben Arbeitsprinzipie, welches ca. 200 Jahre später in der atmosphärischen Gaskraftmaschine mit durchschlagendem Erfolge zur Anwendung gelangte.

Im Jahre 1690 kam Denis Papin, welcher zehn Jahre vorher das Sicherheitsventil ersonnen und angewendet hatte, auf die Vermutung,