

baute eincylindrige Hochdruckmaschine sich nicht als lebensfähig erwiesen hatte, bald die bis gegen Ende der 60er Jahre mit Dampfmantel, Ueberhitzer und Oberflächencondensator ausgerüstete Niederdruckmaschine, und es versah Dupuy de Lôme bereits im J. 1860 die französischen Panzerschiffe *Savoie* und *Reine-Blanche* mit zweicylindrigen Verbundmaschinen. Die französischen Ingenieure, denen das Verdienst gebührt, zuerst die zweifache Expansionsmaschine in Anwendung gebracht zu haben, wurden bald insofern von den Engländern überholt, als dieselben sehr bald diese Maschine in solche mit dreifacher, sogar vierfacher Expansion umwandelten. Auch in Frankreich werden diese letzteren Maschinen seit dem Jahre 1885 fast allgemein für Kriegsschiffe, sowie transatlantische Packetboote erbaut, und ebenso ist man in Deutschland mit dem Bau derartiger Maschinen nicht zurückgeblieben; die zu diesen Maschinen gehörigen Kessel arbeiten mit 10 bis 12 at Ueberdruck.

Sehr häufig construirt man die mehrfachen Expansionsmaschinen derartig, dass sie sowohl als einfache Verbundmaschinen, wie auch als dreifache Expansionsmaschinen ihren Dienst zu verrichten im Stande sind. Dies ist namentlich für Kriegsschiffe von Wichtigkeit, deren Kessel im Frieden mit natürlichem Zuge bei mässigem Feuer unterhalten werden, im Kriegsfall hingegen mit künstlichem Zuge oft bis aufs Aeusserste angestrengt werden müssen, um möglichst hochgespannten Dampf halten zu können.

Auch viele grössere Dampfschiffsreedereien haben dieses System eingeführt und es sind unter anderem die transatlantischen Packetboote *Normandie*, *Champagne*, *Bretagne*, *Bourgogne* und *Gascogne* mit derartigen Maschinen von je sechs Cylindern ausgerüstet, welche letztere drei Gruppen von je zwei über einander stehenden, auf drei um 120° gegenseitig versetzten Kurbeln arbeitenden Cylindern bilden; beim Arbeiten als zweifache Expansionsmaschine tritt der Kesseldampf in die drei oberen und dann in die drei unteren Cylinder, während derselbe bei dreifacher Expansion zunächst in dem mittelsten Cylinder der oberen Reihe, dann in den beiden Aussencylindern derselben Reihe und hierauf in den unteren Cylinder sich arbeitverrichtend ausdehnt. Man erhält mit diesen Maschinen Leistungen von 8000 bis zu 12000 HP.

Es soll nun in dem Folgenden untersucht werden, worin die Ursache des ökonomischen Betriebes der mit auf einander folgenden Expansionen des Dampfes in mehreren Cylindern arbeitenden Maschinen eigentlich besteht.

Bewirkt man die Expansion durch zwei in verschiedenen Räumen eingeschlossene Kolben, so vermindert man den Temperaturunterschied, welcher in jedem einzelnen Raume entstehen würde, zur Hälfte und reducirt hierdurch auch den schädlichen Einfluss der Cylinderwandungen und den Verlust im Condensator; dieses Resultat wird bei einer dreifachen bezieh. vierfachen Expansion des Dampfes um so sicherer erreicht werden. Die vorhergegangenen theoretischen Betrachtungen lassen den Vortheil dieser Einrichtung wohl erkennen, doch sind bisher noch wenig Versuche an im Betriebe befindlichen Maschinen angestellt worden, welche über die Vorgänge im Cylinder und den Einfluss auf den Dampfverbrauch einer Maschine in Folge der Anordnung eines Dampfmantels um den Cylinder vollständige Klarheit schaffen konnten. *

Delafond, Ingénieur en chef des Mines, berichtet in

Annales industrielles vom 1. Februar bis 22. März 1885 über Untersuchungen, welche in den Werkstätten von *Schneider und Co.* in Creusot (1885 256 * 289) zu diesem Zwecke an einer eincylindrigen Corlissmaschine während der Dauer von 6 Monaten angestellt wurden, und zieht aus diesen Versuchen die nachfolgenden Schlüsse:

1) Die Condensationen des Einströmdampfes sind Null, wenn man mit voller Füllung arbeitet, sie vermehren sich jedoch ausserordentlich schnell, wenn die Expansion vergrössert wird.

2) Die Wichtigkeit der anfänglichen Niederschläge scheint hauptsächlich von den Abkühlungen während der Expansion des Arbeitsdampfes abzuhängen.

Bei einer Maschine mit Condensation und Dampfmantel liess sich eine allmähliche Vermehrung des absoluten Gewichtes der Niederschläge von der vollen bis zu $\frac{2}{100}$ Füllung constatiren; die Admissionsspannung betrug in diesem Falle 4,5 at und der Dampfverbrauch war bei der Füllung von $\frac{14}{100}$ des Kolbenhubes am bedeutendsten. Stellt man diese Thatsache den von *Widman* gebrachten Angaben gegenüber, welcher behauptet, dass bei einer dreifachen Expansionsmaschine bei $\frac{2}{100}$ bis $\frac{4}{100}$ Füllung die grösste Dampfersparniss erzielt wird, so wird man einen bezeichnenden Unterschied wohl erkennen können.

Weitere interessante Versuche in dieser Beziehung sind von *Willans* angestellt; man findet dieselben in den *Veröffentlichungen des Instituts der Civilingenieure zu London* auf S. 63 und 66 der Jahrgänge 1888 und 1889 eingehender beschrieben. Eine Dampfmaschine mit centraler Dampfvertheilung diente als Versuchsmaschine, bestimmt, die Vorzüge der einfachen, doppelten und dreifachen Expansion klarzulegen. Die Maschine besass senkrechte, über einander stehende Cylinder, deren Kolben auf einer gemeinschaftlichen hohlen Stange von grossem Durchmesser befestigt waren; im Inneren dieser Stange führte sich eine zweite Stange, die zur Dampfvertheilung der Cylinder dienende Kolben trug. Das Ein- und Ausströmen des Dampfes in die Cylinder erfolgte durch einfache, in die hohle Stange gebohrte Löcher, und zwar gelangte derselbe sprungweise von einem Cylinder zum anderen, wobei mehrere Umdrehungen der genannten mittleren, mit 400 Umdrehungen in der Minute laufenden Welle nothwendig waren, um die Ein- und Ausströmungen des Dampfes für je einen Cylinder zu regeln. *Willans* hat diese Maschine zu einer Anzahl ebenso belehrender als mannigfaltiger Versuche benutzt, von denen indess nur diejenigen, welche sich auf die Condensation des Dampfes durch die Cylinderwandungen beziehen, hier angeführt werden sollen. Beim Arbeiten mit nur einem Cylinder, welchem der Dampf mit 5,63 at Spannung zugeführt wurde, condensirte während der Einströmung eine Dampfmenge von 23,7 Proc., während unter denselben Verhältnissen mit einer zweifachen Expansion des Dampfes die Condensation nur 5,2 Proc. betrug; demnach wurden im letzteren Falle 18,5 Proc. erspart. Bei doppelter Expansion und einem Admissionsdrucke von 10,5 at stellte sich der Verlust bei $\frac{1}{5,6}$ Gesamtextension auf 4,09 Proc. und bei der dreifachen Expansion, welche unter sonst gleichen Umständen erfolgte, auf nur 1,32 Proc. des Arbeitsdampfes. Diese Zahlen sind bezeichnend genug und entheben uns weiterer Mittheilungen.