

## Dreicylinder-Verbundmaschinen.

Die Vortheile der zweicylindrigen Verbundmaschinen sind bei der Anwendung von drei Cylindern noch weiters gesteigert. Hier kann noch höhere Kesselspannung und höhere Expansion benützt werden, ohne gefährliche Größen der Hochdruckcylinder zu bedingen, und es erwächst eine noch größere Ersparniss an entfallendem Dampf durch die inneren Abkühlungen, bei den näheren Stufen des Wärmeniederganges in den einzelnen Cylindern.

Aber auch deren Nachtheile steigern sich mit der gehäuften Zahl. Ob eine weitere Theilung der Arbeit auf vier Cylinder noch vortheilhaft wird, ist eine Frage, welche fast, und welche für noch mehr Cylinder mit voller Bestimmtheit verneint werden muss, wie gleich nachgewiesen werden soll.

Schon die Dreicylindermaschine ist wesentlich complicirter in Bau und Wartung als die früheren Systeme. Die Reibungsverluste bedingen ein noch ungünstiges Verhältniss zwischen indicirter und nützlich erhaltener Arbeit, und der größere Oelconsum, aber insbesondere die schwierigere Regulirung der Geschwindigkeit bei der großen Menge des in der Maschine vorrätigen Dampfes lässt ihre Verwendung nur für große Maschinen mit fast constantem Widerstand als zweckmäßig erscheinen.

Maschinen dieser letzten Art sind die Schiffsmaschinen, dann solche für Pumpen und Gebläse, und endlich große Fabrikmotoren.

Schiffsmaschinen, insbesondere jene für Kriegsfahrzeuge, sind in der Höhe, d. i. bei stehender Anordnung dem Hube nach, beschränkt, während eine Ausbreitung der Länge nach gewährt werden kann. Da nun hier größtmögliche Leistungen, Effecte von vielen Hunderten und Tausenden an Pferden zu erzeugen sind, so bot sich hiefür in deren Vertheilung auf drei Cylinder und drei

Kurbeln fast der einzig sichere Weg. Auch die Dampf- und Kohlensparniss wurde bei den großen Ausführungen beträchtlich, wo die Reibungsverluste nicht so arg ansteigen als in kleinen Maschinen.

Dass das Dreicylindersystem gerade für Schiffsmaschinen erstand, erklärt sich noch mit aus dem Umstande, dass die räumlich beschränkten Schiffskessel aufs höchste beansprucht werden müssen und daher unter minderm Druck zum Ueberkochen geneigter wären als bei hoher Spannung. Je höher nämlich die Spannung, desto kleiner ist das Volumen der aus den Wasserspiegeln der Kessel aufsteigenden Dampfblasen und desto trockener der Erhalt.

Schon mit der Locomotive wurde die Erfahrung gewonnen, dass die mit dem Blasrohre forcirten, durchschnittlichen 30—40 Kil. Dampf per  $1 m^2$  Heizfläche und Stunde nur bei  $\sim 10$  Atm. Druck für sicheren Betrieb genügend trocken erhaltbar sind. Nun ist in der Locomotive die Heizfläche 60—80 mal so groß als der Rost, auf welch letzterem bis über 400 Kil. Kohle per  $1 m^2$  und Stunde verbrennen.

Soll der Schiffskessel mit seiner gehäuften Heizfläche gleich  $\sim 30$  mal der Rostfläche durch künstlichen Zug zu ähnlich reicher Verbrennung von Kohle, d. i. an Kraftleistung, herangezogen werden, und ist dem Ueberkochen nur mit hohem Druck des Dampfes vorzubeugen, so musste auch hier um 30—50 Kil. genügend trockenen Dampf und mehr per  $1 m^2$  und Stunde zu gewinnen, zu Dampf von 10—13 Atm. übergegangen werden, und da für diesen und den verlangten großen Effecten der Maschinen die Hochdruckcylinder von zweifachen Expansionsmaschinen schon bedenkliche Wandstärken und unsichere Festigkeit erhalten würden, ergab sich die Verwendung eines eigenen dritten Cylinders für den hochgespannten Kesseldampf als Nothwendigkeit.

Der Anstieg, der zur Dreicylindermaschine führte, zeigt sich also ungefähr in folgendem Bilde:

Dampferzeugung pr. 1 m <sup>2</sup>	Zeit: 1850	1870	1890
Kesselheizfläche und Stunde	12	25	50 Kil.
Dampfspannung . . . . .	4	8	12 Atm.
Expansion . . . . .	5	10	15fach
Dampfverbrauch per Stunde u. Pferd	12	8	6 Kil.
Kohlenverbrauch per Stunde u. Pferd	2	1	7 Kil.
Zahl der Verbundcylinder . . . .	1	2	3

Dass sich nunmehr ein wesentlich geringerer Dampfverbrauch für gleiche Leistung herausstellte, ist hauptsächlich der Verwendung des höher gespannten Dampfes zu verdanken, der eine ~ 15fache Expansion bei, mit dem früheren Systeme gleichbleibenden Enddruck zulässt. Er verlangt zu seiner Erzeugung fast nicht mehr Wärme als solcher von niedriger Spannung, aber die Arbeit, die er in dem, gleichsam einer Zweicylinder-Verbundmaschine vorgebauten dritten Cylinder leistet, ist reiner und kostenloser Gewinn, wenn der Dampfconsum oder Kohlenverbrauch allein in Betracht kommt.

Der hochgespannte Dampf gestattet hoch beanspruchte, viel Wasser zu kleinen Dampfvolumen verdampfende, also im Verhältniss kleine Kessel, und die gehäufte Zahl der Cylinder bietet je ein geringes Temperaturgefälle mit dem geringen Abkühlungsverluste.

So erweist sich für Schiffszwecke die Dreicylinder-Verbundmaschine als allseitig begründet, und eine Ausbeute der dem Dampfe innewohnenden Leistungsfähigkeit bis ~ 80% wurde mit ihr erreicht.

Ein Uebergang zu vier Cylindern erscheint nur unter gleichzeitigem weiteren Anstieg der Beanspruchung der Heizfläche

und der Dampfspannung gerechtfertigt. Diese scheinen aber schon der Festigkeit und Wärmeübertragungsfähigkeit nach die Grenzen des mit dem irdischen Materiale und der heutigen Herstellungsweise Erreichbaren zu streifen, und da auch der Gewinn an Arbeit mit der Verwendung noch höherer Spannungen und Expansionen nicht mehr wesentlich höher kommen kann und die anderen Gegenfactoren immer schwerer in's Gewicht fallen, wird der Vortheil einer Steigerung der stufenweisen Expansion über drei Cylinder schon fraglich, über vier Cylinder hinaus aber wohl für immer ausgeschlossen.

*Heute ganz  
wieder liegt!*

Für stationäre Zwecke, wo sich der Raum für mäßig beanspruchte Kessel bietet, ist die Verwendung des Dreicylindersystems nicht mehr so allseitig bedingt, und nur bei ganz großen Maschinen durch die Kohlenersparniss allein berechtigt. Für gleiche Leistungsfähigkeit kommt hierbei der Anschaffungspreis der Dreicylindermaschinen bei einseitiger Tandem-Anordnung zweier Cylinder nicht wesentlich höher als jener der zweicylindrigen, was sich durch die kleineren Dimensionen erklärt. Ein geringerer Kohlenaufwand wird aber nur dann bestimmt erreicht, wenn hoch gespannter Dampf von mindestens 12 Atm. abs. gleichzeitig zur Verwendung gelangt. Ein höherer Oelverbrauch und die theuerere Kesselanlage, das etwas ungünstigere Verhältniss zwischen indicirter und bremsbarer Pferdekraft und die sonst erwähnten Factoren werden daher die Erwägung für die einzelnen Fälle leiten müssen, ob Drei- oder Zweicylindermaschinen vortheilhafter sind. Würde die Kohle nichts kosten, so verschwänden die Dreicylindermaschinen vom festem Lande — aber nicht aus den Schiffen.