

IX. Abschnitt.

Regulierung.

149. Methoden der Regulierung der von einer Dampfmaschine geleisteten Arbeit. In jeder Betriebsmaschine sind die in derselben auftretenden bewegenden und die denselben widerstehenden Arbeiten in beständiger Veränderung begriffen. Die Ursachen dieser Veränderung und als Folge derselben die unvermeidlichen Differenzen zwischen erzeugter und verbrauchter Arbeit, selbst bei eingetretener Beharrungszustande der Maschine, liegen im allgemeinen:

a) in dem Schwanken der Triebkraft zufolge des veränderlichen Druckes auf den Receptor (Kolben) verursacht durch Drosselung, Expansion und Krompression der Arbeitsflüssigkeit, Veränderungen der Kesselspannung, Veränderungen in dem Mischungsverhältnisse von Brennstoff und Luft der Explosions- und Verbrennungsmotoren, sowie durch den Einfluß der bewegten Massen bei allen Maschinen mit absetzender Bewegung;

b) in dem Schwanken des äußeren (nutzbaren) und des inneren Widerstandes der Maschine;

c) in der Art der Kraftübertragung durch den Kurbelmechanismus bei allen Kolbenmaschinen.

Diese Veränderungen der bewegenden und widerstehenden Arbeiten äußern sich im Gange der Maschine durch stete Schwankungen der Geschwindigkeit derselben, sodaß ein fortwährend regulierender Einfluß erforderlich ist, um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu erzielen.

Die periodisch wiederkehrenden Veränderungen, bei Kolbenmaschinen durch den Kurbelmechanismus bedingt, gleicht man durch Vermehrung der rotierenden Massen, durch sogenannte Schwungräder aus, welche in jenen Perioden des Hubes, wo die Triebkraft den Widerstand überwiegt, durch Vergrößerung ihrer Geschwindigkeit, somit auch ihrer lebendigen Kraft, Arbeit ansammeln, um diesen Arbeitsüberschuß bei gleichzeitiger Verringerung der Geschwindigkeit, also auch der lebendigen Kraft, wieder

an die Kurbelwelle abzugeben, sobald die Triebkraft unter den Widerstand herabsinkt. Ein Schwanken der Geschwindigkeit bleibt daher trotz der Anwendung von Schwungrädern bestehen, doch kann dasselbe, d. h. das Abweichen von einer gewünschten mittleren Geschwindigkeit der Maschine, durch dieselben auf ein beabsichtigtes Maß reduziert werden.

Treten Änderungen der inneren oder äußeren Arbeit ein, indem bei ungeänderter innerer Arbeit die Widerstandsarbeit oder umgekehrt bei konstant bleibender Widerstandsarbeit durch irgend eine Ursache die innere Arbeit eine Änderung erfährt, dann ist das Schwungrad allein nur insofern imstande den Gang der Maschine zu beherrschen, daß dasselbe jedesmal einen neuen Beharrungszustand mit pro Zeiteinheit geänderter Umlaufzahl herstellt. Für Betriebsmaschinen im allgemeinen wird jedoch gefordert, daß der neue Gleichgewichtszustand bei konstant bleibender Tourenzahl erreicht werde, d. h. daß die von der motorischen Substanz im Cylinder geleistete Arbeit sich beständig der äußeren oder Widerstandsarbeit anpasse, ohne daß hierdurch die Umlaufzahl der Maschine einen einmal angenommenen oberen beziehungsweise unteren Grenzwert überschreite. Diese Aufgabe fällt den Regulatoren zu, welche dafür zu sorgen haben, daß der Motor keine anderen Gleichgewichtslagen anzustreben sucht, als diejenigen, welche dem gegebenen Tourenintervall entsprechen.

Es seien zunächst die Reguliermethoden und Regulatoren der Dampfmaschinen besprochen, während auf die Unterschiede in der Wirkungsweise und allgemeinen Anordnung der Regulatoren der Explosions- und Verbrennungsmotoren an späterer Stelle, bei Besprechung dieser Wärmekraftmaschinen, hingewiesen werden soll.

Die gewöhnlichen Reguliermethoden der Dampfmaschinen bestehen darin, daß entweder die Spannung des Dampfes vor Eintritt desselben in den Cylinder durch ein vom Regulator betätigtes, zwischen Kessel und Maschine eingebautes Regulierorgan (Drosselklappe, Drosselventil oder Schieber) beeinflußt oder bei unveränderter Spannung die Füllung des Cylinders dem jeweiligen Kraftbedarfe entsprechend angepaßt wird. Die erstere Reguliermethode, bereits von Watt eingeführt, ist auch heute noch, namentlich bei kleinen Maschinen, ihrer Einfachheit wegen gebräuchlich. In wärmeökonomischer Beziehung ist diese Reguliermethode, da der Prozeß der Dampfdrosselung thermodynamisch nicht umkehrbar ist, verwerflich, obgleich der Dampf hierdurch getrocknet beziehungsweise überhitzt, daher die Kondensation desselben bei Berührung mit den kälteren Cylinderwandungen verringert wird. Die Regulierung durch Änderung der Füllung ist im allgemeinen vorzuziehen und namentlich dann, wenn die Belastung der Maschine starken Schwankungen unterworfen ist, daher

diese Methode heutzutage fast bei allen größeren Betriebsmaschinen Anwendung gefunden hat.

150. Selbsttätige Regulierung durch Zentrifugalregulatoren.

Der Wattsche Regulator. Innerhalb weiterer Geschwindigkeitsgrenzen kann die Regulierung sowohl nach der einen wie nach der anderen Methode von Hand aus erfolgen; diese rohe Art der Regulierung eignet sich somit nicht für Betriebe, welche einen gleichförmigen Gang erfordern; dieser kann nur durch den direkten Eingriff eines selbsttätig funktionierenden Regulators erreicht werden. Die hier in betracht kommenden Geschwindigkeitsregler sind stets Zentrifugalregulatoren, deren Bewegungen nur Zentrifugalkraft und Schwerkraft beeinflussen; zwischen beiden Kräften muß für alle innerhalb der Grenzgesehwindigkeiten der Maschine in betracht kommenden Konfigurationen des Regulators Gleichgewicht bestehen; es müssen daher beide Kräfte entgegengesetzt auf das System einwirken; nur für den Ruhestand verschwindet die Zentrifugalkraft und wird daher der Mechanismus durch die Schwerkraft allein beeinflußt. Es geht daher jeder Zentrifugalregulator von dieser Lage aus und kehrt in dieselbe wieder zurück, sobald der Einfluß der Zentrifugalkraft jenem der Schwerkraft nicht mehr das Gleichgewicht zu halten vermag.

Jeder Zentrifugalregulator besteht mindestens aus zwei Massen, welche um eine von der Maschine bewegte Spindel rotieren und durch eine Gegenkraft verhindert werden wegzufiegen. Tritt eine Vermehrung der Geschwindigkeit ein, dann ist die Gegenkraft nicht mehr imstande, die Massen in ihrer vorher innegehabten Bahn zu erhalten; dieselben bewegen sich nach außen, beziehungsweise entfernen sich von der Spindel, bis die Gegenkraft soweit zugenommen hat, um der vermehrten Zentrifugalkraft Gleichgewicht halten zu können; diese Bewegung wird in geeigneter Weise auf das Regulierorgan der Maschine übertragen.

Die von Watt ersonnene, älteste Form eines Zentrifugalregulators ist der einfache konische Pendelregulator Fig. 132.

Derselbe besteht aus zwei Kugeln, welche durch Hängestangen an einer vertikalen Spindel charnierartig befestigt sind und mit derselben rotieren; die Gegenkraft bildet das Gewicht der Kugeln selbst; indem sich dieselben bei zunehmender Beschleunigung von der Spindel entfernen, sind sie gezwungen sich zu erheben. Wenn daher die Geschwindigkeit der Maschine und damit die Umlaufzahl des Regulators

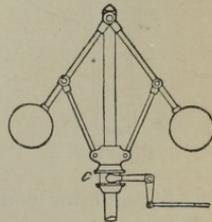


Fig. 132.

die normale Geschwindigkeit beziehungsweise Tourenzahl über- oder unterschreitet, dann bewegen sich die Kugeln aus ihrer Normallage nach außen