

spannung Hand in Hand, denn die Verwendung hochgespannten Dampfes in Eincylindermaschinen wäre mit außerordentlichen Wärmeverlusten infolge der großen Temperaturunterschiede, welchen die metallenen Wandungen bei jedem Hube unterworfen sind, verbunden; Compoundexpansion ist daher eine notwendige Folge der Erhöhung der Dampfspannung. So lange die Dampfspannung 7 kg/qcm nicht wesentlich überschreitet, genügt die Teilung des Temperaturgefälles in zwei Teile, also die Anwendung der zweicylindrigen Compoundmaschine; für wesentlich höhere Spannungen, welche heutzutage bei größeren Landdampfmaschinen und in erster Linie bei den Schiffmaschinen fast allgemein verwendet werden, genügt die zweifache Expansion nicht mehr und sind Dreifachexpansionsmaschinen allgemein, in einzelnen Fällen auch Vierfachexpansionsmaschinen in Anwendung. Bei Zweicylindercompoundmaschinen beträgt das Temperaturgefälle pro Cylinder zumeist 50° bis 55° C; bei Dreifachexpansionsmaschinen hingegen, je nach der Eintrittspannung im Hochdruckcylinder, 40° bis 45° C pro Expansionsstufe; bei Vierfachexpansionsmaschinen 32° bis 35° C.

Der Vorteil der dreistufigen Expansion steht außer Frage; ob jedoch selbst bei den heutigen Maximalspannungen von 15 bis 16 kg/qcm Überdruck die Vorteile der vierfachen Expansion die mit den höheren Gestehungskosten und der größeren Kompliziertheit der Maschine verbundenen Nachteile überwiegen, ist zweifelhaft und kann nur fallweise beurteilt werden.

94. Zusammenfassung der Verlustquellen. In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Ursachen erörtert, welche zur Folge haben, daß die wirkliche Leistung einer Dampfmaschine hinter jener Leistung zurückbleibt, welche erreicht werden könnte, wenn sich der Dampf in jeder Beziehung dem idealen Kreisprozesse § 46 anpassen würde.

Diese Verlustquellen seien hier der Übersicht und des Zusammenhanges wegen nochmals in Kürze zusammengefaßt.

1. Drosselung während der Ein- und Ausströmung.
2. Unvollständige Expansion bei Beginn des Austrittes.
3. Unvollständige Kompression, daher Verluste infolge des schädlichen Raumes.
4. Kondensation des Dampfes während der Admission und Kompression verbunden mit Wiederverdampfung während der Expansion und Ausströmung, hervorgerufen durch den Einfluß der metallenen Wände des Cylinders und Kolbens.
5. Wärmeübertragung an die Luft durch Ausstrahlung und Wärmeleitung seitens der Dampfleitung, Steuergehäuse und aller heißen Teile der Maschine.

6. Direkte Dampfverluste durch Undichtheiten, sowie Eindringen von Luft in den Kondensator.

7. Entweichen des Dampfes infolge Undichtseins des Kolbens.

8. Drosselung oder zurückgehaltene Expansion des Dampfes beim Übergang von einem Cylinder zu einem anderen in Compoundmaschinen.

Wenn man bei einem Vergleiche der Leistung einer wirklichen Maschine mit jener der idealen Maschine als untere Temperaturgrenze die Temperatur des dem Kondensator zugeführten kalten Wassers statt jener des Speisewassers zu Grunde legt, dann kommt noch jener Verlust in Betracht, welcher sich aus der Differenz der Kondensatorspannung und jener Spannung ergibt, welche der niedrigeren Temperatur des Injektionswassers entspricht.

95. Bestimmung der Leistung einer Dampfmaschine. Es erübrigt nunmehr einige der besten Resultate anzugeben, welche durch Leistungsversuche an ausgeführten Maschinen gewonnen wurden, um daraus auf den summarischen Effektverlust infolge der im vorigen angeführten Unvollkommenheiten der Wirkungsweise der Maschine einen Rückschluß ziehen zu können; die Versuchsmethoden selbst finden im nächsten Abschnitt eingehende Berücksichtigung.

Die Bestimmung der Leistung einer Maschine kann auf verschiedene Weise erfolgen. Vergleicht man die geleistete Arbeit mit der von der Arbeitsflüssigkeit aufgenommenen Gesamtwärme, dann kann man entweder den thermodynamischen Wirkungsgrad berechnen, indem man die geleistete Arbeit durch das mechanische Äquivalent der aufgenommenen Wärme dividiert oder man drückt denselben Gedanken in etwas geänderter Form aus, indem man die Anzahl Wärmeeinheiten bestimmt, welche zur Erzeugung der Leistungseinheit, das ist der Leistung einer Pferdekraftstunde erforderlich sind. Nachdem eine Pferdekraftstunde gleich ist 270000 kgm, somit das Wärmeäquivalent derselben $\frac{270\,000}{426} = 634$ W.E. beträgt, so ist die Beziehung dieser beiden Bestimmungsmethoden gegeben durch die Gleichung

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{634}{\text{Anzahl Wärmeeinheiten erforderlich pro PS-Stunde}}$$

Bei Berechnung der geleisteten Arbeit und der hierzu verbrauchten Wärme ist es sehr empfehlenswert und bequem diese Mengen pro kg Dampf der Cylinderfüllung auszudrücken. Eine genaue Berechnung der von der Maschine geleisteten Arbeit sollte auch auf jene Arbeit Rücksicht nehmen, welche in der Speisepumpe und bei Kondensationsmaschinen in der Luftpumpe auf die Arbeitsflüssigkeit übertragen wird; der Betrag