

| Absoluter Anfangsdruck in kg/qcm | $W$<br>Wärmeeinheiten | Absoluter Anfangsdruck in kg/qcm | $W$<br>Wärmeeinheiten |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 8,0                              | 166,5                 | 12,5                             | 182,4                 |
| 8,5                              | 168,7                 | 13,0                             | 183,7                 |
| 9,0                              | 170,7                 | 13,5                             | 185,0                 |
| 9,5                              | 172,7                 | 14,0                             | 186,3                 |
| 10,0                             | 174,6                 | 14,5                             | 187,6                 |
| 10,5                             | 176,3                 | 15,0                             | 188,8                 |
| 11,0                             | 177,9                 | 15,5                             | 190,1                 |
| 11,5                             | 179,4                 | 16,0                             | 191,3                 |
| 12,0                             | 180,9                 |                                  |                       |

**100. Mechanischer Wirkungsgrad der Maschine.** Die numerischen Werte der Tabellen X und XI, sowie der Leistung und des Dampfverbrauches der in den vorhergehenden Paragraphen herangezogenen Beispiele beziehen sich auf die indizierte Leistung, welche vom Dampf an den Kolben der Maschine abgegeben wird. Die indizierte Leistung einer Maschine, oder die durch indizierte Pferdekkräfte ausgedrückte Arbeit derselben, ist immer um die Eigenreibungsarbeit der Maschine selbst größer als die an die Kurbelwelle beziehungsweise nach außen abgegebene, durch effektive oder Bremspferdekkräfte ausgedrückte Nutzarbeit der Maschine. Das Verhältnis dieser beiden Leistungen ( $\frac{\text{effektive Leistung}}{\text{indizierte Leistung}}$ ) nennt man den mechanischen Wirkungsgrad der Maschine; derselbe ist unter allen Umständen kleiner als Eins und kann für Dampfmaschinen guter Bauart mit im Mittel 0,85 angenommen werden; 15 Prozent der indizierten Arbeit werden daher durch die passiven Widerstände der Bewegung der Maschine unter normalen Verhältnissen aufgezehrt. Ausnahmsweise erreicht die Nutzarbeit 90 Prozent der indizierten Arbeit; im allgemeinen bleibt sie jedoch unter diesem Werte und fällt bei kleineren Maschinen auch bis 80 Prozent ab.

Dient eine Dampfmaschine zum direkten Antrieb einer einzigen Arbeitsmaschine, dann wird die effektive Leistung der Maschine zumeist durch die Leistung der betreffenden Arbeitsmaschine bestimmt; so wird z. B. in dem Falle des direkten Antriebes einer Dynamomaschine gewöhnlich der Vergleich zwischen der elektrischen, im Falle einer direkt gekuppelten Pumpe der Vergleich zwischen der Förderleistung (aus Volumen und Förderhöhe der Flüssigkeit) derselben und der indizierten Leistung des Motors gezogen; in beiden Fällen setzt sich somit, Kraft- und Arbeitsmaschine als ein einziger Mechanismus aufgefaßt, der mechanische Wirkungsgrad aus jenem der Dampfmaschine und der Dynamomaschine beziehungsweise Pumpe zusammen. Bei der in § 98 als Beispiel besprochenen Worthington-Maschine betrug die Förderleistung der Pumpe 84 bis 85 Prozent der indizierten Dampfarbeit; bei den Versuchen

mit der Pumpmaschine der Boston Main Drainage Works wurde diese Leistung mit 84 Prozent gemessen; die Versuche von Prof. Reynolds ergaben das Verhältnis der mittels Bremse gemessenen Leistung und der indizierten Arbeit der Maschine unter den günstigsten Verhältnissen mit 0,82.

Wenn eine Maschine mit unveränderter Tourenzahl läuft, dann ist die Eigenreibungsarbeit derselben gewöhnlich nahezu konstant, ob die Maschine mehr oder weniger belastet ist; der mechanische Wirkungsgrad wird daher bei abnehmender Belastung der Maschine gleichfalls abnehmen. Im folgenden Abschnitt wird auf diesen Gegenstand näher eingegangen und der Weg zur Ermittlung der Energieverluste der Maschine erörtert werden.

Mit Rücksicht auf den mechanischen Wirkungsgrad einer Maschine ist es unrationell, mit der Expansion des Dampfes bis zur Vollständigkeitsgrenze zu gehen; der Grund hierfür hängt jedoch in keiner Weise mit der in § 87 besprochenen Vermehrung der Kondensationsverluste zusammen.

Wenn das Indikatordiagramm bis zur Grenze vollständiger Expansion ausgedehnt wird, dann ist der letzte Teil des Kolbenhubes hinsichtlich der äußeren Arbeit nicht nur unwirksam, sondern geradezu nachteilig, denn obgleich durch diese Diagrammspitze die Fläche des Diagramms etwas vergrößert wird, wird dennoch die zu leistende äußere Arbeit vermindert. Der Verlust an effektiver Arbeit beginnt, sobald mit zunehmender Expansion der Druck auf den Kolben eben noch ausreicht, um die Eigenbewegungswiderstände der Maschine zu überwinden; es ist daher hinsichtlich der Nutzleistung der Maschine ein entschiedener Vorteil, die Diagrammspitze abzuschneiden, beziehungsweise das Auslaßorgan zu öffnen, sobald diese Grenze erreicht ist. Aus demselben Grunde wäre es unrationell, die Ökonomie des Betriebes schädigend, wenn die Expansion über die Grenze der Vollständigkeit ausgedehnt, das heißt die Spannung über die Austrittsspannung vermindert würde, in welchem Falle sich im Diagramm eine Schlinge bilden würde.

#### **101. Wahl der Expansionslinie bei Entwurf des Indikatordiagrammes einer Dampfmaschine gegebener Abmessungen.**

So sehr auch der Dampfverbrauch einer Maschine durch die Wechselwirkung zwischen Cylinderwandung und Dampf beeinträchtigt wird, so wenig bemerkbar macht sich der Einfluß derselben auf die Form und den Verlauf der Expansionslinie; in Wirklichkeit ist diese Kurve sehr wenig von einer rechtwinkligen Hyperbel verschieden. Die einfache Annahme, daß sich der Druck während der Expansionsperiode im umgekehrten Verhältnisse zum Volumen ändert, genügt zur Konstruktion des