

Fällen wird die Wirksamkeit des Mantels dadurch gesichert, daß man den gesamten Dampf auf seinem Wege vom Kessel zum Cylinder durch den Mantel leitet; man muß bei diesem Verfahren jedoch Sorge tragen, daß das im Mantel niedergeschlagene Wasser nicht in den Cylinder gelangt.

Der Einfluß des Dampfmantels auf den Wirkungsgrad verschiedenartiger Maschinen soll durch die im nachfolgenden angeführten Versuche klargelegt werden; hier sei des Zusammenhanges wegen nur erwähnt, daß bei keinem einzigen dieser Versuche sich die Wirkung des Mantels als eine nachteilige ergeben hat oder mit anderen Worten, daß der Verbrauch an Manteldampf größer gewesen wäre, als die durch den Dampfmantel erzielte Ersparnis an Arbeitsdampf; in vielen Fällen, wie durch diese und andere Versuche ermittelt, beträgt der Nettogewinn an Dampf zwischen 10 und 20 Prozent. Die besten Resultate ergeben sich in jenen Fällen, wo durch die lokalen Verhältnisse bedingt, ohne Dampfmantel eine sehr bedeutende anfängliche Kondensation platzgreifen würde; hingegen ist bei Maschinen mit hoher Umlaufzahl der Einfluß des Mantels verhältnismäßig gering\*).

Der Vorteil des Dampfmantels kann durch Erhöhung seiner Temperatur über jene des Admissionsdampfes gesteigert werden; die Wiederverdampfung wird beschleunigt und nachdem sie beendet ist, gibt der Mantel nur wenig Wärme ab. Bryan Donkin erzielte gute Resultate durch den Versuch mit einer kleinen Maschine, den Cylinder derselben durch eine Gasflamme heiß zu erhalten und es wurde daher vorgeschlagen, die vom Kessel abziehenden heißen Gase zur Heizung des Dampfzylinders zu benutzen\*\*).

### **37. Einfluß der Geschwindigkeit und Größe der Maschine, sowie des Expansionsverhältnisses.**

Es ist von größtem Interesse, wenn auch nur von allgemeinen Gesichtspunkten ausgehend, den Einfluß zu untersuchen, welchen die speziellen Arbeitsverhältnisse einer Maschine auf den durch die Cylinderwandungen verursachten Arbeitsverlust ausüben. Alle Verhältnisse, welche einerseits das Temperaturgefälle, welchem die Wandungen bei jedem Hube unterworfen sind, erhöhen, andererseits eine größere metallene Oberfläche der Einwirkung einer gegebenen Dampfmenge aussetzen, endlich die Berührungsdauer, während welcher Wärmeaustausch stattfindet, verlängern, erhöhen beziehungsweise fördern die an-

\*) Siehe die Berichte des von der *Institution of Mechanical Engineers* eingesetzten Komitees zur Untersuchung des Wertes des Dampfmantels; *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 1889, 1892 und 1894.

\*\*) Bezüglich dieser Versuche siehe: *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 1889, Vol. XCVIII.

fängliche Kondensation. Der Einfluß der Zeit ist von besonderer Wichtigkeit, denn die ganze Wirkung beruht auf der Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme seitens der Arbeitssubstanz an das Metall abgegeben beziehungsweise von demselben aufgenommen wird.

Die Temperaturveränderungen, welche das Metall erfährt, erstrecken sich hauptsächlich nur auf die Oberfläche; die abwechselnde Erhitzung und Abkühlung der inneren Oberfläche erzeugt in dem Eisen Schwingungen höherer und niedriger Temperatur, welche sich jedoch nur auf geringe Tiefe erstrecken, und je rascher diese abwechselnden Erwärmungs- und Abkühlungsprozesse aufeinander folgen, desto mehr erstreckt sich der Einfluß derselben nur auf die Oberfläche\*).

In einer Maschine von ungemein hoher minutlicher Umlaufzahl würden sich die Cylinderwände wie wärmedicht verhalten und die Wirkungsweise der Arbeitssubstanz wäre adiabatisch. Man kann daraus schließen, daß eine Maschine, wenn sie mit hoher Tourenzahl arbeitet, unter sonst gleichen Verhältnissen einen höheren thermodynamischen Wirkungsgrad ergibt, als wenn sie mit geringerer Geschwindigkeit arbeiten würde.

Das Temperaturgefälle betreffend, wird der Einfluß der Wandungen, unter sonst gleichen Verhältnissen, mit zunehmender Spannung des Dampfes zunehmen und bei Kondensationsmaschinen größer sein als bei Maschinen ohne Kondensation. In großen Maschinen wird der Einfluß der Cylinderwandung geringer sein als in kleinen Maschinen, weil das Verhältnis der Wandungsoberfläche zum Cylindervolumen kleiner ist; es wird dies auch durch die Erfahrung bestätigt, daß kleine Dampfmaschinen nicht jene Wärmeökonomie erreichen wie größere und Großmaschinen.

Die Vergrößerung des Expansionsgrades erhöht unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen die Cylinderkondensation, denn die bei adiabatischer Expansion gebildete Wassermenge nimmt mit der Vergrößerung des Expansionsgrades bekanntlich an und für sich zu; andererseits kommt hierdurch das Metall in dauerndere Berührung mit Dampf von niedriger Temperatur, und das Admissionsvolumen erfährt eine weitergehende Reduktion als die der Berührung des Dampfes während der Admissionsperiode ausgesetzten Wandungsoberflächen, da diese aus der veränderlichen Oberfläche des Cylindermantels und den konstanten Flächen des Cylinderbodens (oder Deckels) und des Kolbens bestehen; dem eintretenden Frischdampfe stellt sich daher bei abnehmender Admission eine verhältnismäßige

\*) Die Temperatur der Cylinderwandung bildete Gegenstand einer sehr interessanten experimentellen Studie Bryan Donkins, welche sich auf Maschinen mit und ohne Mantelheizung erstreckte. Siehe dessen Publikation: *Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Engineers* 1890 u. 1891, sowie *Proc. of the Inst. of Mech. Eng.* 1895.

größere Abkühlungsfläche entgegen. Aus diesen und vielleicht anderen Gründen ist anzunehmen, daß bei frühzeitigem Dampfabschluß die anfängliche Kondensation verhältnismäßig groß sein wird; diese Annahme wird auch durch die Resultate der nach dieser Richtung durchgeführten Versuche vollinhaltlich bestätigt. Diese Versuche haben auch die wichtige Tatsache ergeben, daß die über eine gewisse Grenze gesteigerte Expansion keine Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades zur Folge hat, da von diesem Grenzwerte an der Verlust an Wärme infolge des erhöhten Einflusses der Wandung größer ist, als die Erhöhung der Ökonomie infolge Erweiterung der Expansion. Aus diesem Grunde, sowie mit Rücksicht auf den mechanischen Wirkungsgrad, auf welchen in § 100 weiter eingegangen werden soll, ist es nicht zweckmäßig, die Expansion zu weit, selbst nicht bis in die Nähe vollkommener Expansion zu treiben. Bei gegebener Kesselspannung und gegebener Kolbengeschwindigkeit gibt es für jede Maschinengröße und Type einen bestimmten Expansionsgrad, für welchen der Wirkungsgrad ein Maximum wird; die Bedingungen jedoch, auf welchen dieses Maximum beruht, sind zu kompliziert, um durch theoretische Untersuchungen klargelegt werden zu können; hier ist vor allem der Weg des Experimentes angezeigt, denn es kann z. B. eine Maschine, von welcher eine bestimmte Leistung verlangt wird, bei geringerer Dampfspannung und größerer Füllung bessere Resultate ergeben, als bei Verwendung hoher Spannungen und kleiner Füllungen.

### 88. Versuchsergebnisse mit verschiedenen Expansionsgraden.

Durch die an früherer Stelle besprochenen Versuche amerikanischer und elsässischer Ingenieure wurde die Verminderung des Wirkungsgrades infolge erhöhten Einflusses der Cylinderwandung bei zunehmender Expansion nachgewiesen; die in nachstehender Tabelle III enthaltenen Zahlen sind einer diesbezüglichen Arbeit Hallauers\*) über die mit einer Eincylinder-Corlißmaschine ausgeführten Versuche entnommen.

Tabelle III.

Expansionsverhältnis	Prozentueller Wassergehalt		Stündlicher Dampfverbrauch pro indizierte Pferdekraft in kg
	mit Ende der Admission	mit Ende der Expansion	
7,3	24,2	17,8	8,04
9,4	30,8	18,6	7,95
15,1	37,5	20,8	8,00

\*) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, May 26, 1880.