

Der zu untersuchende Dampf strömt in ein von außen gekühltes Rohr; zum Zwecke der Kühlung wird dasselbe durch ein mit Wasser gefülltes Gefäß geleitet, das Kühlwasser fließt gleichmäßig zu und wieder ab, nachdem es durch den Dampf erwärmt wurde; der ganze Apparat ist daher dem Wesen nach ein Oberflächenkondensator. Bevor mit den erforderlichen Ablesungen begonnen wird, muß der Apparat einige Zeit funktionieren, damit bezüglich der Temperaturen des zu- und abfließenden Kühlwassers und des Kondensators ein gewisser Beharrungszustand eingetreten ist. Nun werden die Temperaturen t_1 und t_2 des Kühlwassers beim Eintritt und Austritt gemessen, sowie das Gewicht des im Rohre kondensierten Dampfes, nachdem das Kondensat durch eine mit Regulierventil und Wasserstandsglas versehene Vorrichtung, wie in Fig. 59 skizziert, abgelassen wurde, ermittelt, und dessen Temperatur t_3 abgelesen; desgleichen wird das Gewicht des in derselben Zeit durch das Kühlgefäß geleiteten Wassers gemessen.

Ist W die Kühlwassermenge, welche zur Kondensation der Dampfmenge w benützt wurde, dann bestimmt sich q aus der Gleichung

$$w(qL + h - h_2) = W(t_2 - t_1);$$

der Wert von q bedarf auch hier einer, wenn auch geringfügigen Korrektur hinsichtlich der Ausstrahlung an Wärme, welche durch Bestimmung der Zeit, welche das mit Wasser von der mittleren Temperatur $\frac{t_1 + t_2}{2}$ gefüllte Kalorimeter benötigt, um auf die Temperatur der Außenluft abzukühlen, ermittelt werden kann.

113. Feuchtigkeitsbestimmung des Dampfes durch Drosselung desselben. Bereits an früherer Stelle (§ 52) wurde auf die Trocknung des Dampfes durch Drosselung hingewiesen; diese Erscheinung liegt einem Verfahren zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes des Dampfes von Professor Peabody zu Grunde*). Ein einfacher Apparat, dessen Anordnung aus Fig. 60 (s. S. 246) ersichtlich ist, beruht in seiner Wirkungsweise darauf, daß der zu untersuchende feuchte Dampf soweit gedrosselt wird, daß er in den trockenen oder wenig überhitzten Zustand übergeht.

Der Dampf gelangt nach Passierung des Drosselventiles A in die Kammer B , welche gegen Wärmeaustausch durch eine wärmedichte Hülle geschützt ist; Temperatur und Spannung des Dampfes in B werden durch ein Thermometer C und ein Manometer D gemessen. Aus dem Gefäße B gelangt der expandierte Dampf durch das Regulierventil E in die Atmosphäre oder einen Kondensator. Die Ventile werden so eingestellt,

*) *Thermodynamics of the Steam-Engine*, pag. 237.

daß der Dampf in der Kammer *B* leicht überhitzt ist, was durch einen Vergleich der beobachteten Temperatur mit der Sättigungstemperatur des Dampfes bei der beobachteten Spannung leicht erkannt werden kann. Der Grad der Überhitzung, sowie der Spannungsabfall, der diese Überhitzung zur Folge hatte, werden notiert.

Sei p_1 die beobachtete Dampfspannung in der Kammer *B*, t_1 die Temperatur des gesättigten Dampfes dieser Spannung, und t_1' die beobachtete wirkliche Temperatur, dann besteht nach früher die Gleichung

$$qL + h = L_1 + h_1 + c_p(t_1' - t_1),$$

worin c_p die mittlere spezifische Wärme bei konstantem Druck des von der Sättigungstemperatur t_1 auf t_1' überhitzten Dampfes bedeutet.

Bei geringer Überhitzung ist der Wert von c_p unsicher (siehe § 65), daher es für die Benützung dieser Untersuchungsmethode von größter Wichtigkeit ist, die Temperaturdifferenz ($t_1' - t_1$) so klein als möglich zu erhalten. Wenn diese Vorsicht nicht beobachtet wird, können die Messungsergebnisse auch keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben. Der gewöhnlich angenommene Wert von c_p für überhitzten Dampf gleich 0,48 führt wahrscheinlich zu einer Unterschätzung des Feuchtigkeitsgehaltes, nachdem in den ersten Stadien der Überhitzung der Wert von c_p größer als 0,48 erwartet werden kann.

Da keine Notwendigkeit vorhanden ist, t_1' wesentlich größer als t_1 zu erhalten, so mache man diese Differenz nur so groß, daß der Dampf in der Kammer *B* mit Sicherheit als trocken angenommen werden kann; nur wenn der zu untersuchende Dampf bereits nahezu trocken ist, wird er durch die Drosselung etwas überhitzt oder mindestens noch trockener werden.

Die Feuchtigkeitsgrenze, über welche hinaus der Apparat, selbst wenn der Dampf durch die Drosselung nur getrocknet wird, nicht mehr benützt werden kann, ist nicht hoch; wenn z. B. Dampf von 7 Atm. Druck derartig gedrosselt wird, daß die Spannung in der Kammer gleich jener der Atmosphäre ist, können nur ca. 4% der Feuchtigkeit beseitigt werden; bei Vorhandensein eines Kondensators kann die Spannung in der Kammer so weit erniedrigt werden, daß dieser Betrag 6% erreicht.

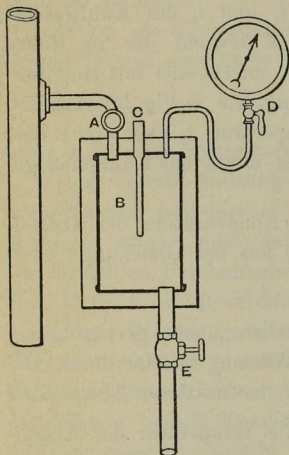


Fig. 60.

Prof. Barrus*) hat diesen Apparat insofern abgeändert, daß anstelle des Gefäßes *B* ein Rohr tritt, welches von dem Dampfrohre durch eine Scheidewand getrennt ist; in dieser Wand befindet sich eine kleine Öffnung, durch deren Passierung der Dampf gedrosselt wird. Zwischen diesem Drosselapparate und dem Dampfrohre ist noch ein sogenannter „Separator“ eingeschaltet, zur Trennung beziehungsweise Abscheidung des größten Teiles der Feuchtigkeit oder Nässe des Dampfes vor Drosselung desselben; durch diesen Apparat wird es möglich, diese Untersuchungsmethode selbst auf ursprünglich sehr feuchten oder nassen Dampf auszudehnen, da der Separator so wenig Feuchtigkeit in dem Dampf zurückläßt, daß durch die darauffolgende Drosselung der Dampf vollständig getrocknet wird. Das vom Separator gesammelte Wasser ist bei Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes des untersuchten Dampfes selbstverständlich in Rechnung zu ziehen.

Ein poröser Spund ist behufs Drosselung des Dampfes dem Drosselventil, sowie der vorhin erwähnten kleinen Öffnung einer Scheidewand, vorzuziehen, denn der Dampf verliert bei seinem Austritte sehr rasch die Überhitze; es ist daher notwendig, daß das Thermometer zur Messung der Temperatur nach erfolgter Drosselung so nahe als möglich an der Austrittsstelle des Dampfes angebracht werde, was jedoch beim Drosselventil als auch beim Mundloch aus dem Grunde nicht zulässig ist, weil die kinetische Energie des Dampfstromes vorerst vernichtet sein muß, bevor derselbe mit dem Thermometer in Berührung kommt. Wenn aber auch der Voraussetzung entsprochen wird, daß zwischen dem Momente der Drosselung und jenem der Temperaturbestimmung keine Wärme verloren geht, kann diese Methode im günstigsten Falle nur dazu dienen, den Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes unmittelbar vor dessen Eintritt in die Drossel zu ermitteln; ob dieser Zustand der gleiche ist, wie jener an den verschiedenen Punkten des Dampfzuleitungsrohres, bleibt eine offene Frage, denn der für den Zweck der Untersuchung entnommene Dampf ist auf seinem Wege zum Drosselapparat der Abkühlung, beziehungsweise teilweisen Kondensation ausgesetzt, infolgedessen die Messung voraussichtlich eine größere Feuchtigkeit ergeben wird, als der Dampf in der Leitung wirklich besitzt. Andererseits dürfte sich an der inneren Oberfläche des Dampfzuleitungsrohres zur Maschine ein Niederschlag bilden, welcher durch den Dampfstrom mitgerissen und der Maschine zugeführt wird, während durch ein von diesem Rohre abzweigendes, zum Kalorimeter führendes Rohr, wenn es nicht so angeordnet ist, daß ein entsprechender Teil dieses tauartigen Niederschlages in dasselbe gelangen kann, Dampf

*) *American Society of Mech. Engineers*, 1890.

zur Untersuchung gelangt, welcher diesen Feuchtigkeitsgehalt nicht nachweist.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes nach einer der besprochenen Methoden im allgemeinen wenig geeignet ist, einen verlässlichen Schluß auf den allgemeinen Nässezustand des der Untersuchung unterworfenen Dampfes ziehen zu können*).

114. Bestimmung der von der Maschine abgegebenen Wärme.

Wie bereits bemerkt, wird die von der Maschine abgegebene Wärme dadurch bestimmt, daß die zur Kondensation des Dampfes erforderliche Wassermenge ihrem Gewichte nach sowie in Bezug auf die während des Durchflusses durch den Kondensator erfahrene Temperaturerhöhung gemessen wird. Bei kleinen Maschinen kann das Gewicht des Wassers durch direkte Abwägung ermittelt werden, indem das Wasser in einem Gefäße oder in zwei Gefäßen, deren eines entleert wird, während sich das andere füllt, aufgefangen wird. Gewöhnlich ist jedoch die Wassermenge zu groß, um auf diese Weise gemessen werden zu können; man bedient sich dann entweder eines Überfalles oder einer Ausflußöffnung genau bestimmter Größe und mißt nur die Höhe des Wasserspiegels über dem Überfall beziehungsweise über der Ausflußöffnung. Diese Messung wird gewöhnlich vorgenommen, nachdem das Wasser den Kondensator verlassen hat; es ist daher bei Einspritzkondensatoren in der abgeführten Wassermenge nicht nur das Kühlwasser, sondern auch der kondensierte Dampf enthalten; um ersteres allein zu bestimmen, ermittelt man die Speisewassermenge durch Messung oder Schätzung und zieht diesen Betrag von der Gesamtwassermenge ab.

Für große Wassermengen, also große Maschinen, ist ein offener Überfall mit rechteckiger oder V-förmiger Einschnittöffnung sehr geeignet; für kleinere Wassermengen ist jedoch eine unter dem Wasserspiegel liegende kreisrunde Öffnung empfehlenswerter, weil die Genauigkeit des Resultates durch eine Ungenauigkeit bei Messung der Druckhöhe weniger beeinflusst wird als im ersteren Falle. Beistehende Fig. 61 zeigt eine Anordnung, welche sich für solche Messungen bestens bewährt. Das Wasser fließt durch ein Rohr bei *A* in das Meßgefäß und gelangt durch eine Reihe voller und perforierter Zwischenwände zur Ruhe, bevor es die Ausflußöffnung *B* erreicht. Diese Öffnung ist nach Art der Skizze mit scharfen Rändern, nach außen sich erweiternd, versehen. Sei *h* der Abstand der Mitte der Öffnung vom Wasserspiegel unmittelbar vor der Öffnung gemessen,

*) Siehe Prof. Reynolds „*On methods of determining the dryness of saturated Steam.* Proc. Manchester Phil. Soc., 1896; ebenso enthält Brit. Assoc. Report, 1884, S. 392 einen Bericht über verschiedene Methoden der Bestimmung der Trockenheit des Dampfes.