

Anhang X.

Ueber Dampfverbrauch in Verbundmaschinen.

In einem speciellen praktischen Falle einer zweicylindrigen Auspuff-Verbundmaschine von

Hochdruckcylinderdurchmesser	400 Millim.
Niederdruckcylinderdurchmesser	602 "
Hub je	850 "
Touren per Minute	75
Kolbengeschwindigkeit	2·125 Met. per Secunde,
Admissionsspannung	7 Atm. absolut,
Totalexpansion circa	10 fach,
Mittlere indicirte Arbeit	110 Pferde,

berechnete sich der nützliche Dampfverbrauch aus den Diagrammen (Kolbenstangenflächen und Compressionsrückgewinn abgezogen) per Stunde und Pferd

aus dem Füllungsdampf im Hochdruckcylinder	8·23 Kilogr.
aus dem Enddruck im Niederdruckcylinder	9·32 "

Mit einer Eincylindermaschine vom Durchmesser des Niederdruckkolbens wäre bei gleicher Kesselspannung, Totalexpansion und Leistung der nützliche Dampfverbrauch gleich oder sogar etwas geringer als hier. Indem nämlich der Druckabfall, der Steg im Diagramm zwischen Hoch- und Niederdrucksarbeit entfiel, käme dort pro Stunde und Pferd ein Verbrauch an nützlichem Dampf von 7·5 Kilogr., aus der Füllung berechnet.

Nun wäre aber in der Eincylindermaschine der Temperaturunterschied zwischen Einström- und Ausströmperiode 60° C., indem der Ausströmdampf circa 104 und der zuströmende Dampf von 7 Atm. absolut 164° C. Wärme besitzen. Nach Hrabák würde dabei der Abkühlungsverlust 3·0 Kilogr. per Stunde und Pferd bei Verwendung eines Dampfhemdes betragen.

In den Zweicylindermaschinen des hier vorliegenden Falles hat aber der Ueberströmdampf eine mittlere Spannung von 2½ Atm. absolut und eine Temperatur von 134° C. Der Wärmeunterschied an den Wandungen des großen Cylinders ist jetzt nur 134 — 104 = 30° C. = ½ von den 60 Graden der Eincylindermaschine, und nachdem der Wärmeübergang nach Werner und Rankine mit dem Quadrat der Temperaturdifferenz wächst oder sinkt, so wird hier nur ¼ von dort, d. i. $\frac{1}{4} \cdot 3 \cdot 0 = \cdot 75$ Kilogr. per Stunde und Pferd bei gleichen Abkühlflächen durch Condensation verloren gehen.

Die Abkühlflächen der Verbundmaschine sind aber größer als jene der Eincylindermaschine; sie können im vorliegenden Falle, wo im kleinen Cylinder das gleiche Temperaturgefälle von 164 auf 134 = 30° C. wie im großen Cylinder herrscht, sämmtlich als gleichwerthig angesehen werden, und betragen (Ueberströmröhre und Receiver sind geheizt), laut Flächenberechnung:

Niederdruckcylinder allein 21 600 cm^2 per Kolbenhgang,
 Niederdruck plus Hochdruckcylinder . . 34 700 cm^2 „ „

Verhältniss der Abkühlflächen bei Eincylinder zu Verbund circa 2:3.

Daher ist der reducirte Dampfverlust nicht völliger Gewinn, sondern ist wieder theilweise durch die $1\frac{1}{2}$ mal vergrößerten Flächen der verringerten Abkühlung aufgehoben. Er beträgt daher pro Stunde und Pferd circa $0.75 \cdot 1.5 = 1.1$ Kilogr.

Der thatsächliche Dampfverbrauch wird daher:

	Eincylindermaschine	Verbundmaschine
Nützlicher Verbrauch . .	7.5	8.2
Abkühlungsverlust . . .	3.0	1.1
Summe	10.5 Kilogr.	9.3 Kilogr. per Stunde u. Pferd.

Die Totalersparniss beträgt daher trotz Druckabfall zwischen den beiden Cylindern der Verbundmaschine 1.2 Kilogr., d. i. 12 Procent an Dampf.

Mantelwässer und Rohrleitungs-, sowie eventuelle Undichtigkeitsverluste sind hier nicht mitberücksichtigt.

Nun wäre allerdings vielleicht noch eine größere Reibungsarbeit in der Verbund- als in der Eincylindermaschine zu bedenken, und das Verhältniss würde sich, auf nützliche (bremsbare) Pferde bezogen, etwas ungünstiger gestalten, als beim Vergleich mit indicirter Leistung.

Würde man aber selbst den Dampfverbrauch aus diesem Grunde um $\sim 4\%$ der Leistung, 0.4 Kilogr. auf 9.7 Kilogr., zu Ungunsten der Verbundmaschine erhöhen, so würde noch immer der Vortheil der letzteren, trotz Druckabfallsverlust zwischen den beiden Cylindern, 0.8 Kilogr., d. i. circa 8% betragen.

Dies ist das mindest günstigste Beispiel, welches ich für diesen Fall kenne. Bei anderen, und zwar Condensationsmaschinen, erhöht sich die Dampfersparniss mit einer zweicylindrigen Verbundmaschine bis 30% gegenüber einer sonst gleich arbeitenden Eincylindermaschine, und in der Wirklichkeit ist in Folge des höheren Druckes und der voller ausgenützten Expansion das Verhältniss zwischen Compound- und Eincylindermaschinen häufig 7:11 oder 6:10 Kilogr. Dampf per Stunde und Pferd selbst bei sonst gleich guten Ausführungen zu finden.

In Dreicylinder-Verbundmaschinen sinkt der Dampfverbrauch bis 5.5 Kilogr. per Stunde und Pferdekraft, wenn 12 Atm. (absoluter) Dampfdruck und Vacuumwirkung benützt sind.