

Bei den Compound-Maschinen fallen die Cylinder-Volumenverhältnisse $\frac{v}{V}$ (max.) für gleiche Arbeitsverteilung auf beide Cylinder im Vergleiche mit den übrigen Zweicylinder-Maschinen sehr groß und hiermit die Maschinen selbst sehr teuer aus. Man kommt bei den Compound-Maschinen auf bedeutend kleinere, und zwar nahezu auf dieselben Cylinder-Volumenverhältnisse, wie bei den Receiver-Woolf-Maschinen, wenn man anstatt der gleichen Arbeitsverteilung auf beide Cylinder vielmehr jene auf die vier Quadranten des Kurbelkreises als Bedingung hinstellt, und hiermit der Natur der Sache gemäß eine möglichst gleichförmige Rotation anstrebt. Diese (mit jenen der Receiver-Woolf-Maschinen nahe übereinstimmenden) Volumenverhältnisse empfehlen sich jedoch für die Anwendung nur in jenen seltenen Fällen, wenn die Compound-Maschine nie bedeutend über ihre Normalleistung zu beanspruchen ist, d. h. nie eine bedeutend größere als die in Betracht gezogene (reducierte normale) Füllung zu erfahren hat. Man halte in dieser Beziehung beiläufig fest, daß der Hochdruck-Cylinder einer Compound-Maschine selbst bei deren Maximalbeanspruchung nicht mehr als etwa zu $0,4$ gefüllt werden darf, wenn die Maschine auch diesfalls ohne Spannungsabfall arbeiten soll. Aus dieser Rücksicht wird man mitunter zu den in den Hilfstabellchen für $N' = \frac{1}{2}N$ angesetzten großen Werten von $\frac{v}{V}$ zu greifen veranlaßt sein, wenn man eben darauf ansteht, auch bei der größten Füllung, d. h. bei der Maximalbeanspruchung der Maschine den Spannungsabfall beim Dampfübertritt gänzlich zu vermeiden. In den meisten Fällen wird es genügen oder sich vielmehr empfehlen, bei Bemessung des Volumenverhältnisses einer Compound-Maschine der gleichen Arbeitsverteilung auf beide Cylinder einerseits und jener auf die vier Quadranten andererseits in nahe gleichem Maße Rechnung zu tragen, und dieser kombinierten Bedingung entsprechen diejenigen Werte von $\frac{v}{V}$, welche in den Hilfstabellchen als „eventuell“ die letzte Zeile einnehmen, und (bei Vermeidung des Spannungsabfalls) die „diesfalls“ notierte Beziehung $N' < \frac{1}{2}N$ (d. h. die Leistung des Hochdruck-Cylinders kleiner als die halbe Gesamtleistung beider Cylinder zur Folge haben.

Bemerkung: Ein Spannungsabfall überhaupt vermindert stets die Gesamtarbeit beider Cylinder, vermehrt jedoch den Arbeitsanteil des Hochdruck-Cylinders, und würde für gleiche Arbeitsverteilung ein kleineres Cylinder-Volumenverhältnis $\frac{v}{V}$ (also ein kleineres Volumen des Hochdruck-Cylinders), als in den Hilfstabellchen angegeben wird, gestatten; es wäre jedoch nicht gerechtfertigt, von diesem scheinbaren Vorteile des Spannungsabfalls in halbwegs bedeutenderem Maße Gebrauch zu machen, denn diese würde stets einen entsprechend größeren Dampfverbrauch (pro Pferdekraft und Stunde) zur Folge haben.

Einrichtung der Tabellen der III. Serie.

Maschinen mit hohem Dampfdruck (7 bis 14 Atm.)

A. Zweicylinder-Auspuff-Maschinen, S. 147 bis 155;

B. Dreicylinder-Condens.-Maschinen, S. 157 bis 166.

Die Einrichtung dieser Tabellen-Serie ist mit jener der I. und II. Serie im wesentlichen wohl übereinstimmend, in einigen Details jedoch etwas abweichend.

Da nur größere Maschinen (bis zu den größten) dieser Art ausgeführt werden, so konnten alle in Betracht gezogenen Maschinengrößen von $O = 0,08$ bis $7_{,00}$ Qu.-Met. (bezw. von $D = 0,32$ bis $3,03$ Met.) in zusammen 100 Abstufungen auf je zwei Spalten verteilt werden. Da ferner von der fertigen Angabe der Netto-Leistung hier abstrahiert und für jede Maschine bei jeder der angesetzten (hohen) Spannungen bloß fünferlei Füllung in Betracht gezogen wurde (indem ja derlei Maschinen für eine große Veränderlichkeit der Füllung ohnehin füglich nicht geeignet sind), so konnten jene zwei Spalten je auf einer einzigen (gespaltenen) Seite des Buches Platz finden, wobei auf jeder Seite oben noch so viel Raum übrig blieb, daß die betreffenden Hilfstabelchen (ähnlich wie bei den Zweicylinder-Condens.-Maschinen) daselbst angebracht werden konnten.

Demnach findet man auf einer einzelnen Seite für jede Maschine einer beliebigen Größe (in 100 Abstufungen) bei einer beliebigen der in Betracht gezogenen Spannungen

$$p = 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 \text{ Atm.}$$

und für fünf Füllungen, wovon die „beste normale“ beiläufig in der Mitte liegt und fett markiert (außerdem im Kopfe der letzten Einzelspalte notiert) ist, die nachstehenden Angaben, welche im allgemeinen ein Dampfhemd mindestens am Hochdruck-Cylinder (bei den Dreicylinder-Maschinen auch am Mitteldruck-Cylinder) und äußerlich geheizte Receiver voraussetzen:

erstlich die indicierte Leistung $\frac{N_i}{c}$ in Pfdk. (pro 1 Meter Kolbengeschwindigkeit);

zweitens die subtractive Compressionsleistung (ebenfalls pro $c = 1$ m); diese subtractive Größe ist selbst für nicht geheizte Receiver (bezw. für etwas feuchten Dampf) hinreichend bemessen und kann bei gehöriger Heizung der Receiver und der Cylinder wohl auf 50 % herabgebracht werden. Die tabellarischen Angaben beziehen sich auf 4 % schädlichen Raum, — bei größerem oder kleinerem schädlichen Raume ändert sich die subtractive Compressionsleistung beiläufig in demselben Verhältnisse. Bei den in Rede stehenden Maschinengattungen versteht sich die Einrichtung der Compression in beiden (bezw. in allen drei) Cylindern bis nahe zu der betreffenden Gegen-dampfspannung eigentlich von selbst;

drittens die Leergangsleistung pro $c = 1$ m in Pfdk., also die Größe $\frac{N_o}{c}$, wonach die durch den Indicator nachweisbare Leistungsdifferenz

$$\frac{N_i}{c} - \frac{N_o}{c}$$

durch die Subtraction zweier tabellarischen Zahlenwerte für jede Maschine bei jeder der angesetzten Spannungen und Füllungen leicht zu bestimmen ist;

viertens die zusätzliche Reibung betreffend, findet man in der letzten Einzelspalte einer jeden Tabelle in Querdruck die (auf 2 Decimalen) abgerundeten Werte von $\frac{1}{1 + \mu}$, während auf der letzten Seite (166) dieser Tabellen-Serie der Coëfficient μ der zusätzlichen Reibung nebst $\frac{1}{1 + \mu}$ genauer (auf 3 Decimalen) von Zeile zu Zeile der Haupttabellen erledigt ist;

hiermit ergibt sich durch einfache numerische Multiplication die Netto-Leistung (pro $c = 1$ m, in Pfdk.):

$$\frac{N_n}{c} = \frac{1}{1 + \mu} \left(\frac{N_i}{c} - \frac{N_o}{c} \right)$$

wonach einfach

$$N_n = \left(\frac{N_n}{c} \right) c$$

oder auch

$$N_n = \frac{1}{1 + \mu} (N_i - N_o)$$

folgt.

Den Dampfconsum betreffend, findet man auf jeder aufgeschlagenen Seite für jede Maschine

erstlich in dem obenan stehenden Hilfstabellchen bei jeder der angesetzten Füllungen den nutzbaren Dampfverbrauch C'_i (pro indic. Pfdk. und Stunde).

zweitens zur Ermittlung des Abkühlungsverlustes C''_i (pro indic. Pfdk. und Stunde) eben daselbst den numerischen Wert des Productes $x C''_i$; indem man aus der betreffenden Titel-Tabelle (S. 147 für Zweicylinder-Auspuff-Masch. oder S. 157 für Dreicylinder-Condens.-Masch.) den numerischen (zu $\frac{l_1}{l}$ und c gehörigen) Wert von $\frac{1}{x}$ entnimmt, hat man durch einfache Multiplication $C''_i = x C''_i \times \frac{1}{x}$, welcher Wert noch für das betreffende Hubverhältnis $l : D$ des Admissions-Cylinders mit dem dortigen „Coefficienten“ (letzte Zeile) zu corrigieren ist;

den Dampflässigkeitsverlust C'''_i entnehme man (zu N_i und c gehörig) stets aus der Tabelle S. 189 des „Anhanges“.

Hiermit ergibt sich der Dampfconsum pro indic. Pfdk. und Stunde:

$$C_i = C'_i + C''_i + C'''_i;$$

eventuell ist sodann pro Netto-Pfdk. und Stunde:

$$C_n = C_i \frac{N_i}{N_n}$$

In der letzten Einzelspalte einer jeden Tabelle ist an 8 Stellen der Dampfconsum C_i (pro indic. Pfdk. und Stunde) für die (beiläufig) beste, im Kopfe oben angesetzte Füllung, für das Hubverhältnis $l : D = 2$ des Niederdruck-Cylinders und außerdem für die unterhalb angesetzte (eingeklammerte) Kolbengeschwindigkeit c in Fettdruck fertig angegeben. Diese Geschwindigkeitsansätze können als „mäßige“ Kolbengeschwindigkeiten, welche einer Steigerung um 25% und für sehr schnell gehende Maschinen sogar um 50% fähig sind, mit zur Kenntnis genommen werden, um hiernach mittels der Beziehung $nl = 30c$ Kolbenhub und Umdangszahl einer etwa herzustellenden Maschine zu bestimmen.

Die angeführten Leistungs- und Dampfverbrauchs-Angaben beziehen sich erwähnstermaßen auf äußerlich geheizte Receiver (im Mittel zwischen durch-

greifend und nicht geheizten Receivern, wobei jedoch der Hochdruck-Cylinder in jedem Falle ein Dampfhemd besitzen soll). Bei durchgreifender Heizung kann (die Zweicylinder-Auspuff-Maschinen betreffend) N_i um 4 bis 7 % größer und C_i um eben so viel kleiner angeschlagen werden, bei mangelnder Heizung N_i um eben so viel kleiner und C_i um eben so viel größer. Bei den Dreicylinder-Condens.-Maschinen kann durchgreifende Heizung N_i um 6 bis 8 % erhöhen und C_i um eben so viel vermindern, mangelnde Heizung kann aber N_i um eben so viel vermindern und C_i um eben so viel steigern, C_i'' und C_i''' ist bei allen Modalitäten der Heizung gleich groß anzunehmen.

Die genannten tabellarischen Angaben gelten ferner durchwegs für Maschinen mit eigentlicher Expansionssteuerung; für Coulissensteuerung sind die Leistungsangaben mit den in jeder Tabelle zuunterst angesetzten „Coul.-Coëff.“ zu multiplicieren, hingegen die Angaben von C_i' mit demselben „Coul.-Coëff.“ zu dividieren; C_i'' ist bei Coulissensteuerung etwa um 10 % größer anzunehmen, C_i''' wird auch diesfalls (zu N_i und c gehörig) aus der Tabelle S. 189 des Anhanges entnommen.

Über die Einrichtung der in die III. Serie noch gehörigen Gruppe C, nämlich „Zweicylinder-Condens.-Maschinen mit Hochdruck“ (S. 167 bis 177) enthält das Notwendige die besondere Einleitung S. 167 bis 169.

Ebenso wie für die I. und II. Serie (gemäß pag. 12) ist auch bezüglich der III. Serie (Maschinen mit hohem Dampfdruck) anzuraten, den Dampfverbrauch C_i zur Controle usw. auch noch mittels des „Theoretischen Teiles“, Tabellen S. 82 und 83 auszumitteln.

Die vorstehenden Angaben und Ermittlungen gelten für eine Zweicylinder-Auspuff- bzw. für eine Dreicylinder-Condens.-Maschine ohne Rücksicht auf die Einrichtung derselben inbetreff der Kurbelverstellung; also bei einer Zweicylinder-Auspuff-Maschine ebenso für System Woolf wie für das Compound-System, und bei einer Dreicylinder-Maschine ebenso für die Dreikurbel-Maschine (Kurbeln unter 120°) wie für die Zweikurbel-Maschine (Kurbeln unter 90°); diese Angaben und Ermittlungen gelten außerdem bei beliebiger der besagten Einrichtungen ohne Rücksicht darauf, wie die gesamte Maschinenarbeit auf die einzelnen Cylinder und Kurbeln verteilt ist, wenn nur der Hauptbedingung, daß bei dem Dampfübertritte ein Spannungsabfall nicht stattfindet, entsprochen wird. Mit dem Vorstehenden ist ferner für eine etwa herzustellende Maschine: der Niederdruck-Cylinder (in bezug auf Durchmesser Hub und Umgangsanzahl) abgetan.

Über die genannte Arbeitsverteilung entscheidet nun bei einer gewissen Maschineneinrichtung (System) das Volumenverhältnis der vorgelegten Cylinder zu dem Niederdruck-Cylinder als dem Hauptcylinder. Sonach muß für eine etwa herzustellende Maschine einer gewissen Einrichtung das Volumen des Hochdruck-Cylinders (bzw. auch des Mitteldruck-Cylinders) im Verhältnis zu dem Volumen des Niederdruck- als Hauptcylinders entsprechend bemessen werden, damit (bei steter Vermeidung des Spannungsabfalles) die gewünschte Arbeitsverteilung erreicht wird. Hierbei kommen auch die Receiver-Volumen in Berücksichtigung.

Über diese Umstände geben die in unseren Tabellen auf jeder Seite oben angesetzten, gespaltenen Hilfstabellchen den erforderlichen Aufschluß.

Bei den Zweicylinder-Auspuff-Maschinen sind die Volumenverhältnisse einerseits (links) für das Woolf-System, andererseits (rechts) für das Compound-System angegeben; die Angaben für $R = \infty$ (außer für $R = v$) sind zu benützen, um für $R > v$ die Größe des Volumenverhältnisses $v : V$ zu interpolieren; die rechtsseitigen Angaben „eventuell“ sind in Betracht zu ziehen, wenn man bei den Compound-Maschinen außer der gleichen Arbeitsverteilung in den Quadranten auch eine solche auf die beiden Cylinder teilweise mit berücksichtigen will; über diese Angaben noch hinauszugehen, wäre nicht ratsam.

Bei den Dreicylinder-Condens.-Maschinen sind die Volumenverhältnisse einerseits (links) für die Dreikurbel-Maschinen (Kurbeln unter 120°), andererseits (rechts) für die Zweikurbel-Maschinen (Kurbeln unter 90° *) angegeben; die dortigen (rechtsseitigen) Angaben der mittleren Zeile für $N_1' > N_2$ haben zum Zwecke, damit der Hochdruck-Cylinder nicht gar zu klein oder vielmehr, damit seine Füllung nicht zu groß ausfalle, wenn die Maschinenleistung zeitweilig (über die normale) gesteigert werden sollte. Die linksseitigen Angaben (für die Dreicylinder- als Dreikurbel-Maschinen) bedürfen einer (dort angesagten) Ergänzung für den Fall, wenn man neben der gleichen Arbeitsverteilung auf die Sextanten auch eine solche auf die einzelnen Cylinder teilweise mitberücksichtigen will, um eine mäßige (einer Steigerung fähige) Füllung des Hochdruck-Cylinders zu erzielen. Diese Ergänzung ist für die passenden Receivervolumina $R_1 = v_1$ und $R_2 = v_2$ (während die tabellarischen linksseitigen Angaben eigentlich für sehr große Receiver gelten) in der folgenden Tabelle enthalten, in welcher $\frac{l_1}{l}$ (reduc.) die reducierte „normale“ Füllung bezeichnet.

Absol. Admiss.-Spannung	Mäßige (normale) Expansion (bis zur Endspannung 0,6 Atm.)						Mittlere (normale) Expansion (bis zur Endspannung 0,5 Atm.)						Starke (normale) Expansion (bis zur Endspannung 0,4 Atm.)					
	Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel vor			Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel nach			Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel vor			Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel nach			Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel vor			Mitteldruck-Kurbel eilt der Hochdruck-Kurbel nach		
	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$	$\frac{l_1}{l}$ reduc.	$\frac{v_1}{V}$	$\frac{v_2}{V}$
$p = 8$	0,075	.	.	0,075	0,21	0,53	0,062	.	.	0,062	0,19	0,49	0,050	0,15	0,48	0,050	0,16	0,45
9	0,067	.	.	0,067	0,20	0,51	0,056	0,16	0,53	0,056	0,18	0,48	0,044	0,14	0,46	0,044	0,15	0,43
10	0,060	0,17	0,56	0,060	0,19	0,50	0,050	0,15	0,51	0,050	0,17	0,46	0,040	0,13	0,45	0,040	0,14	0,42
$p = 11$	0,055	0,16	0,54	0,055	0,18	0,49	0,045	0,14	0,49	0,045	0,16	0,45	0,036	0,12	0,43	0,036	0,13	0,41
12	0,050	0,15	0,52	0,050	0,17	0,47	0,042	0,14	0,48	0,042	0,15	0,44	0,033	0,12	0,42	0,033	0,13	0,40
13	0,046	0,15	0,51	0,046	0,16	0,46	0,038	0,13	0,46	0,038	0,14	0,43	0,031	0,11	0,40	0,031	0,12	0,39
14	0,043	0,14	0,50	0,043	0,15	0,45	0,036	0,12	0,45	0,036	0,13	0,42	0,029	0,10	0,39	0,029	0,12	0,38

Die zur III. Serie außerdem noch gehörigen „Zweicylinder-Condens.-Maschinen mit hohem Dampfdruck“ sind auf S. 167 bis 177 besonders abgehandelt.

*) Hierbei wird, was das Natürliche ist, „Hochdruck und Mitteldruck an einer Kurbel“ also der Niederdruck-Cylinder isoliert gedacht.

Beziehungen für das statische Moment.

Mittels der tabellarischen Angaben von $\frac{N_n}{c}$ läßt sich mit Leichtigkeit der mittlere resultierende Kolbendruck \mathfrak{P}_m (Netto), welcher bei nahezu ganzer Cylinderfüllung und bei endlos gedachter Schubstange zugleich der Maximaldruck im Kurbelkreise ist, ferner (bei beliebiger Füllung) der mittlere Druck \mathfrak{P} im Kurbelkreise, und sonach auch das statische Moment an der Maschinenwelle (das größte M_{\max} bei ganzer Füllung, und das mittlere M bei beliebiger Füllung) feststellen, was für die Berechnung der Förderungs- und Locomotiv-Maschinen von Wesenheit ist.

Man hat einfach für einen Dampfcylinder:

$$\mathfrak{P}_m = 75 \frac{N_n}{c}$$

$$\mathfrak{P} = \frac{2}{\pi} \mathfrak{P}_m = 47,75 \frac{N_n}{c}$$

und sodann

$$M_{\max} = \mathfrak{P}_m \cdot \frac{l}{2} \text{ bei nahe ganzer Füllung;}$$

$$M = \mathfrak{P} \cdot \frac{l}{2} \text{ bei beliebiger Füllung.}$$

Bezeichnet nun

W die von einer (Zwillings-) Locomotiv-Maschine geäußerte Zugkraft (in Kgr.),

W' diejenige Zugkraft, welche — behufs Ingangsetzung des Zuges bei der toten Lage einer Kurbel — von der andern Kurbel mit Volldruck, bezw. mit der größten Füllung zu bewältigen wäre (wenn es eben darauf ankäme),

R den Halbmesser der Triebräder (in Meter) und

\mathfrak{C} die auf die Secunde bezogene Fahrgeschwindigkeit (in Met.),

so hat man außerdem

$$W'R = M_{\max} = \mathfrak{P}_m \cdot \frac{l}{2} \text{ (bei der größten Füllung)}$$

$$\frac{1}{2} WR = M = \mathfrak{P} \cdot \frac{l}{2} \text{ (bei der betreffenden Füllung)}$$

$$\text{und } \frac{c}{\mathfrak{C}} = \frac{l}{R\pi}$$

mit welchen Beziehungen alle Erhebungen bei Locomotiv-Maschinen leicht vorgenommen werden können.

Note: Der mittlere resultierende „indicierte“ Kolbendruck ist stets

$$\mathfrak{P}_i = 75 \frac{N}{c} \text{ (Kgr.)}$$

Besondere Bemerkungen zu den einzelnen Tabellengruppen.

I. Serie. S. 1—97. Maschinen gewöhnlicher Größen (bis zu einer wirksamen Kolbenfläche $O = 1$ qm, d. i. bis zu einem Kolbendurchmesser $D = 1,15$ m).

A. Auspuff-Maschinen mit Couliissensteuerung (S. 1 bis 26). Die tabellarischen Angaben wurden für eine Coulisie mit constantem