

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Theoretische Maschinenlehre**

in 4 Bänden

Theorie der Kraftmaschinen

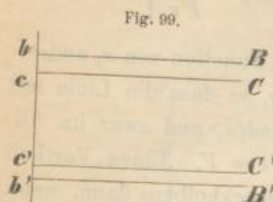
**Grashof, Franz**

**Leipzig, 1890**

d. Schwungräder von Dampfmaschinen

[urn:nbn:de:bsz:31-282943](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282943)

Es bedarf keiner näheren Erläuterung, wie jetzt das vollständige Kolbendiagramm mit Berücksichtigung der schädlichen Räume und des Raumes der Zwischenkammer gezeichnet werden kann, indem die parallelen Geraden  $bB$ ,  $cC$ ,  $c'C'$ ,  $b'B'$ , Fig. 99, in



den Abständen  $bc = mV$ ,  $cc' = R$ ,  $c'b' = m'V'$ , (für den Massstab, in welchem  $V = OA$ , Fig. 98, ist) gezeichnet werden und das vorbesprochene aus geraden Linien bestehende Diagramm von  $K'$  unterhalb  $b'B'$  als  $x$ -Axe, das bei der Woolf'schen Maschine gleichfalls aus Geraden, bei der wechselläufigen Zweicylindermaschine (mit  $\omega = 90^\circ$ ) aus Halbkreisen bestehende Diagramm von  $K$  oberhalb  $bB$  als  $x$ -Axe verzeichnet wird.

Schliesslich ist einleuchtend, dass dasselbe Diagramm auch dann gelten würde, wenn die Hublängen beider Kolben thatsächlich verschieden wären, falls nur immer der Längen- und der Volumenmassstab so gewählt werden, dass die Hublänge des Hochdruckkolbens und das Hubvolumen des Niederdruckzylinders durch gleich grosse Strecken  $= OA$ , Fig. 98, dargestellt werden.

#### d. Schwungräder von Dampfmaschinen.

Das Schwungrad einer Dampfmaschine kommt hier nur bezüglich der Grösse seiner auf den Kurbelzapfen reducirten Masse (§. 90) in Betracht, welche nötig ist, um den Ungleichförmigkeitsgrad

$$\delta = \frac{v' - v''}{v_m}$$

der Rotation der Kurbelwelle eine gewisse Grösse nicht überschreiten zu lassen, insoweit derselbe lediglich durch die Ungleichförmigkeit des treibenden Tangentialdrucks auf den Kurbelzapfen bedingt ist bei constanter Grösse  $Q$  des entgegengesetzt gerichteten auf diesen Zapfen reducirten gesammten Widerstandes. Der Forderung eines gewissen Werthes von  $\delta$  entspricht zunächst eine gewisse Grösse der betreffenden ganzen reducirten rotirenden Masse  $M$ , welche aber, um diejenige des Schwungrades zu ergeben, in der Regel nur kleine Abzüge mit Rücksicht auf sonstige rotirende Maschinetheile zulässt.

Die Bestimmung von  $M$  ist auch insofern von Bedeutung, als die Lagerreibung der durch das Schwungrad belasteten Kurbelwelle einen wesentlichen Bestandtheil der Nebenwiderstände ausmacht, mit Rücksicht

auf welche der demnächst zu besprechende Nutzeffect mehr oder weniger kleiner ist, als der im vorigen Abschnitt besprochene indicirte Effect der Maschine.

§. 102. Eineylindermaschinen.

Wie  $M$  durch ein graphisches Verfahren gefunden werden kann, ist für diesen einfachsten Fall als Beispiel zur Erläuterung des Wesens dieses Verfahrens überhaupt im §. 90 gezeigt worden. Die rechnerische Bestimmung kann, wenigstens bei Abstraction von dem Einflusse schädlicher Räume und der Compression vor dem Kolben, gemäss §. 97, Bd. II, geschehen; nach Gl. (12) daselbst ist:

$$M = \frac{\alpha}{\delta} \frac{Q \pi r}{v_m^2} - \frac{\alpha_1}{\delta} M_1 \dots \dots \dots (1)$$

mit der Bezeichnung  $v_m$  für die dort mit  $e$  bezeichnete mittlere Geschwindigkeit des Kurbelzapfens. In dieser Gleichung hat  $Q$  die oben angeführte Bedeutung, und ist  $r$  die Kurbellänge = der halben Hublänge  $s$ , so dass

$$Q \pi r = \frac{1}{2} L_i = \frac{1}{2} F s p_i \dots \dots \dots (2)$$

die halbe indicirte Arbeit für einen Hub bedeutet.  $M_1$  ist die Kolbenmasse (die Masse des Kolbens und der mit demselben hin- und hergehenden Maschinentheile); setzt man

$$M_1 = \frac{k F}{g} \dots \dots \dots (3),$$

so ist, sofern die dampfberührte Kolbenfläche  $F$  hier immer in Quadratcentimetern ausgedrückt verstanden wird, nach §. 88 im Mittel ungefähr

- $k = 0,32$  Kgr. bei Condensationsmaschinen,
- $k = 0,28$  Kgr. bei Auspuffmaschinen.

Mit Rücksicht auf (2) und (3) erhält Gl. (1) die Form:

$$M = \frac{F}{\delta} \left( \frac{\alpha s p_i}{2 v_m^2} - \frac{\alpha_1 k}{g} \right) \dots \dots \dots (4).$$

Die Coefficienten  $\alpha$  und  $\alpha_1$  in dieser Gleichung hängen ab vom Füllungsgrade  $e_1$ , vom Verhältnisse  $\lambda$  der Kurbellänge zur Länge der Kurbelstange, und vom Verhältnisse  $\beta$  des mittleren Vorderdampfdrucks zum Mittelwerthe  $p_1$  des Hinterdampfdrucks bei der Einströmung; dieses letztere Verhältniss ist gemäss §. 92:

$$\beta = \frac{f_2 p_2}{p_1}$$

wenn  $p_2$  den Mittelwerth des Vorderdampfdrucks bei der Ausströmung bezeichnet. Nach den Rechnungsergebnissen, welche in §. 97, Bd. II, angeführt sind, ist übrigens  $\alpha_1$  nur so wenig von  $\lambda$  abhängig, dass es genügt, der Bestimmung dieses Coefficienten den Mittelwerth  $\lambda = 0,2$  zugrunde zu legen; auch seine Verschiedenheit je nach dem Werthe von  $\beta$  ist wenigstens nur eine solche, dass es genügt, in dieser Hinsicht nur die beiden Fälle einer Condensationsmaschine und einer Auspuffmaschine zu unterscheiden, für welche durchschnittlich gesetzt werde:

$$\beta = 0,05 \left( \text{z. B.} = \frac{0,2}{4} \right) \text{ für Condensationsmaschinen,}$$

$$\beta = 0,2 \left( \text{z. B.} = \frac{1,2}{6} \right) \text{ für Auspuffmaschinen.}$$

Nun ist nach §. 97, Bd. II, im Falle  $\lambda = 0,2$

für  $e_1 = 0,25$  und  $\beta = 0,05$  ( $k = 0,32$ ):

$$\alpha_1 = 0,4043, \text{ somit } \alpha_1 k = 0,129;$$

für  $e_1 = 0,25$  und  $\beta = 0,2$  ( $k = 0,28$ ):

$$\alpha_1 = 0,4512, \text{ somit } \alpha_1 k = 0,126;$$

für  $e_1 = 0,5$  und  $\beta = 0,05$  ( $k = 0,32$ ):

$$\alpha_1 = 0,2033, \text{ somit } \alpha_1 k = 0,065;$$

für  $e_1 = 0,5$  und  $\beta = 0,2$  ( $k = 0,28$ ):

$$\alpha_1 = 0,2365, \text{ somit } \alpha_1 k = 0,066.$$

Ohne erheblichen Fehler kann hiernach das Produkt  $\alpha_1 k$  als nur durch  $e_1$  bedingt betrachtet, und zwar gesetzt werden:

$$\text{für } e_1 = 0,25 : \frac{\alpha_1 k}{g} = \frac{0,1275}{9,81} = 0,013$$

$$\text{für } e_1 = 0,5 : \frac{\alpha_1 k}{g} = \frac{0,0655}{9,81} = 0,0067.$$

Diese Werthe entsprechen sehr nahe der Gleichung:

$$\frac{\alpha_1 k}{g} = \frac{0,0033}{e_1},$$

nicht weniger indessen der Formel:

$$\frac{\alpha_1 k}{g} = 0,015 \frac{1 - e_1}{0,6 + e_1} \dots \dots \dots (5),$$

welche zugleich dem Umstande Rechnung trägt, dass  $e_1 = 1$  und  $\alpha_1 = 0$  entsprechende Werthe sind (§. 97, Bd. II), und wodurch es vermieden wird, dass  $\alpha_1$  unendlich gross wird für  $e_1 = 0$ .

Der Coefficient  $\alpha$  in Gl. (4) wurde a. a. O. näherungsweise gefunden

$$\alpha = A + B(1 - e_1)(1 - ae_1 + be_1^2) \dots \dots \dots (6)$$

mit  $A = 0,2105(1 + 0,96\lambda + 0,81\lambda^2)$

$$B = 0,0864 + 1,333\beta - (0,0645 + 0,125\beta)\lambda$$

$$a = 0,808 + 5,65\beta - (2,095 - 7,50\beta)\lambda$$

$$b = 0,321 + 4,75\beta - (1,890 - 6,75\beta)\lambda.$$

Die entsprechenden Werthe von  $\alpha$  sind für einige Werthe von  $e_1$ ,  $\beta$  und  $\lambda$  in der folgenden Tabelle enthalten, welcher zugleich in der letzten Zeile die betreffenden Werthe von  $\frac{\alpha_1 k}{g}$  gemäss (5) beigefügt sind.

$e_1 =$	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	
$\beta = 0,05; \lambda =$	0	0,321	0,309	0,298	0,288	0,271	—
	0,2	0,363	0,353	0,344	0,335	0,319	—
	0,25	0,376	0,366	0,357	0,349	0,333	—
$\beta = 0,2; \lambda =$	0	—	0,398	0,369	0,342	0,301	0,272
	0,2	—	0,440	0,413	0,389	0,350	0,322
	0,25	—	0,453	0,426	0,402	0,364	0,336
$\frac{\alpha_1 k}{g} =$	0,0170	0,0150	0,0132	0,0117	0,0090	0,0068	

Bei erheblicher Compression sind die Werthe von  $\alpha$  nach Schätzung zu vergrössern, indem dadurch die Abnahme des resultirenden Dampfdrucks auf den Kolben während eines Hubes verstärkt wird, analog wie durch Verkleinerung von  $e_1$ . Bei geringer Compression kann dieser Umstand dadurch als aufgewogen betrachtet werden, dass die Abnahme des Hinterdampfdrucks bei der Expansion durch den schädlichen Raum etwas vermindert wird. Bei sehr erheblicher Compression ist das graphische Verfahren vorzuziehen, ebenso wie auch bei ungewöhnlicher Grösse der Kolbenmasse.

Die Gleichung (4) ist zur Berechnung von  $M$  auch dann nicht hinlänglich zuverlässig, wenn bei kleiner Füllung und schnellem Gang der Maschine das zweite Glied mit  $\alpha_1$  nicht erheblich kleiner ist, als das erste Glied, so dass es nicht mehr (wie in II, 97) nur als modificirende Ergänzung desselben bezüglich auf den Einfluss der hin- und hergehenden Kolbenmasse betrachtet werden kann. Wäre z. B.

$$s = 1 \quad p_i = 2 \quad e_1 = 0,15 \quad v_m = 4,$$

entsprechend einer mittleren Kolbengeschwindigkeit  $= \frac{2}{\pi} \cdot 4 = 2,55$  Sekundenmeter, so wäre gemäss der Tabelle mit

$$\lambda = 0,2 \quad \text{und} \quad \beta = 0,05$$

$$\frac{\alpha \cdot s p_i}{2 \cdot v_m^2} = 0,023 \quad \text{und} \quad \frac{\alpha_1 k}{g} = 0,017.$$

Auch in solchem Falle würde die Berücksichtigung der Kolbenmasse besser durch die graphische Methode zu geschehen haben, um ohne Weitläufigkeiten hinlänglich zutreffend zu sein.

### §. 103. Zwillingmaschinen.

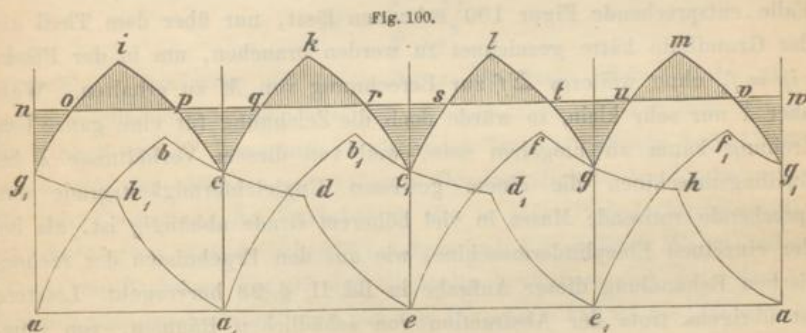
Wenn zwei gleiche und gleich betriebene Eincylindermaschinen so zu einem Zwilling combinirt sind, dass ihre Dampfkolben auf eine gemeinsame Kurbel- und Schwungradwelle wirken, deren aufeinander folgende Viertelumdrehungen den Uebergängen von den Todtlagen des einen in die des andern Kolbens entsprechen, so ist die auf die Kurbelzapfen reducirte Masse  $M$ , welche einem gewissen Ungleichförmigkeitsgrade  $\delta$  der Welle entspricht, gemäss §. 90:

$$M = \frac{F \cdot \Sigma f}{\delta \cdot v_m^2},$$

wenn  $v_m$  die (als arithmetisches Mittel des Maximums  $v'$  und des Minimums  $v''$  verstandene) mittlere Geschwindigkeit der Kurbelzapfen,  $F$  die Grösse jeder einzelnen der beiden dampfberührten Kolbenflächen und  $\Sigma f$  die Arbeit der specifischen (auf die Einheit von  $F$  bezogenen) Tangentialdrucke auf beide Kurbelzapfen zusammen beim Uebergange vom Minimum  $v''$  zum Maximum  $v'$  ihrer Geschwindigkeit bedeutet, insoweit dieselben beschleunigend wirken, nämlich nicht durch den als constant vorausgesetzten Widerstand verbraucht werden. Man findet diese Drucke graphisch mit Hilfe des betreffenden Tangentialdruckdiagramms: Fig. 100.

Die Grundlinie (Abscissenlinie)  $aa$  stellt den Umfang  $= 2\pi r$  des Kurbelkreises dar und ist in den Punkten  $a_1, e, e_1$  in vier gleiche Theile getheilt. Ueber derselben sei für einen Doppelhub der einen von beiden combinirten Maschinen gemäss den Erläuterungen im §. 90 das Tangentialdruckdiagramm  $abcdefgha$  gezeichnet, dessen zweiter Theil  $efgha$  (auch bei gleichen Füllungen auf beiden Seiten des Kolbens) vom ersten Theile  $abcde$  um so mehr verschieden sein wird, je grösser das Verhältniss  $\lambda$  der Kurbellänge  $r$  zur Länge  $l$  der Kurbelstange ist; die Zeichnung entspricht sehr geringer Compression, widrigenfalls die Curventheile  $de$  und

$ha$  in der Nähe von  $e$  und  $a$  bis etwas unter die Grundlinie hinab reichen würden. Das Tangentialdruckdiagramm der andern Maschine ist von dem der ersteren an und für sich nicht verschieden; damit es aber die gleichzeitigen spezifischen Tangentialdrucke als Ordinaten für gleiche Abscissen darstelle, ist es längs der Grundlinie in der Figur um ein Viertel des Kurbelkreises nach  $g_1 h_1 a_1 b_1 c_1 d_1 e_1 f_1 g_1$  verschoben, und zwar im Sinne  $aa_1$  unter der Voraussetzung, dass die zweite Maschine sich jeweils nach einer Viertelumdrehung in der gleichen Todtlage befindet, wie die erste. Durch Summation der Ordinaten beider Einzeldiagramme, welche gleichen Abscissen entsprechen, ergibt sich das Tangentialdruckdiagramm des



Zwillings in der Linie  $g_1 i c k e l g m g_1$ ; die von dieser Linie, von der Grundlinie  $aa$  und von den Ordinaten  $ag_1, ag_1$  begrenzte Fläche stellt die indicirte Hubarbeit des Zwillings für die Einheit von  $F$  und ihr Wachsthumsgesetz dar. Jene Endordinaten und die resultirende Drucklinie  $g_1 i \dots g_1$  seien nun von einer mit der Grundlinie parallelen Geraden in den Punkten  $n, o, p, q, r, s, t, u, v, w$  so geschnitten, dass die Summe der in der Figur horizontal schraffirten Flächen  $f_1, f_3, f_5, f_7, f_9$  = der Summe der vertical schraffirten Flächen  $f_2, f_4, f_6, f_8$  ist, wobei die Indices im Sinne von  $f_1 = ng_1 o$  bis  $f_9 = vg_1 w$  verstanden sind. Die Abscissen der Punkte  $o, q, s, u$  entsprechen den relativen Minimalwerthen, die Abscissen der Punkte  $p, r, t, v$  den relativen Maximalwerthen der Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle; das absolute Minimum der letzteren entspricht demjenigen der ersteren Punkte, bis zu welchem die mit einem ungeraden Index abschliessende algebraische Summe

$$-f_1 + f_2 - f_3 + \dots \text{ am kleinsten} = \Sigma_1 f,$$

das absolute Maximum demjenigen der letzteren Punkte, bis zu welchem die mit einem geraden Index abschliessende algebraische Summe

$$-f_1 + f_2 - f_3 + \dots \text{ am grössten} = \Sigma_2 f$$

ist. Durch Planimetrierung der einzelnen Flächen  $f$  sind  $\Sigma_1 f$  und  $\Sigma_2 f$  leicht zu ermitteln. Die im obigen Ausdrücke von  $M$  vorkommende Summe ist dann schliesslich:

$$\Sigma f = \Sigma_2 f - \Sigma_1 f.$$

Wäre  $\lambda = 0$ , das Schubkurbelgetriebe durch ein Kreuzschieberkurbelgetriebe (Bd. II, §. 42, Fig. 56) ersetzt, so wären die beiden Theile  $abde$  und  $efha$  des Tangentialdruckdiagramms für jede der combinirten Einzelmaschinen congruent, das resultirende Druckdiagramm für die Zwillingsmaschine würde sich selbst bei den einzelnen Viertelumdrehungen der Kurbelwelle in gleicher Weise wiederholen, so dass es, wie die diesem Falle entsprechende Figur 100 erkennen lässt, nur über dem Theil  $aa_1$  der Grundlinie hätte gezeichnet zu werden brauchen, um in der Fläche  $oip = f_2$  ohne weiteres  $\Sigma f$  zur Berechnung von  $M$  zu erhalten. Wäre aber  $\lambda$  nur sehr klein, so würde doch die Zeichnung für eine ganze Umdrehung kaum zu umgehen sein, weil von diesem Verhältnisse  $\lambda$  bei Zwillingsmaschinen die einem gewissen Ungleichförmigkeitsgrade entsprechende rotirende Masse in viel höherem Grade abhängig ist, als bei der einzelnen Eincylindermaschine, wie aus den Ergebnissen der rechnerischen Behandlung dieser Aufgabe in Bd. II, §. 98 hervorgeht. Letztere ist übrigens trotz der Abstraction von schädlichen Räumen, von Compressionen und selbst von Kolbenmassen allzu umständlich, als dass sie zur Anwendung auf Einzelfälle der Praxis sich eignete. Auch ist ihre beispielsweise Benutzung am angeführten Orte nicht umfassend genug zur Ableitung empirischer, hinlänglich angenäherter Regeln. Immerhin kann für die gewöhnlich vorkommenden Fälle, in welchen  $\lambda$  nahe = 0,2 und die Füllung nahe = 0,25 ist, behufs vorläufiger Festsetzung aus jenen Rechnungen gefolgert werden, dass die rotirende Masse einer Zwillingsmaschine behufs eines gewissen Ungleichförmigkeitsgrades ungefähr im Verhältnisse von 0,27 kleiner sein darf, als sie unter sonst gleichen Umständen für die zwei Einzelmaschinen zusammen sein müsste, wenn diese unabhängig von einander angeordnet wären; mit  $\lambda$  wächst aber die erforderliche Grösse jener rotirenden Masse bei Zwillingsmaschinen in erheblichem Grade.

#### §. 104. Zwei- und Mehrcylindermaschinen.

Bei Zwei- und Mehrcylindermaschinen ist man zur Bestimmung des Schwungrades durchaus auf graphische Methoden angewiesen, wenn dabei den Nebenumständen (schädlichen Räumen und Compressionen, Kolben-



massen und beschränkten Kurbelstangenlängen) gebührend Rechnung getragen werden soll; denn solche Umstände können gerade hier von erheblichem Einflusse sein.

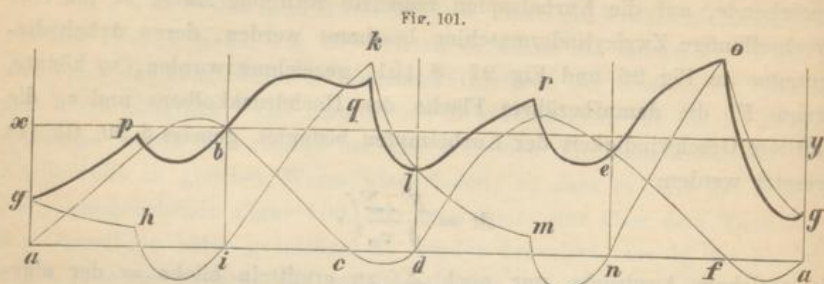
Sollte z. B. die einem gewissen Ungleichförmigkeitsgrade  $\delta$  entsprechende, auf die Kurbelzapfen reducirte rotirende Masse  $M$  für eine wechselläufige Zweicylindermaschine bestimmt werden, deren Arbeitsdiagramme in Fig. 96 und Fig. 97, §. 101, gezeichnet wurden, so könnte, wenn  $F'$  die dampfberührte Fläche des Hochdruckkolbens und  $v_m'$  die mittlere Geschwindigkeit der Kurbelzapfen bedeutet, gemäss §. 90, Gl. (1) gesetzt werden:

$$M = \frac{F' \cdot \Sigma f}{\delta \cdot v_m'^2},$$

in welchem Ausdrücke nur noch  $\Sigma f$  zu ermitteln bliebe = der algebraischen Summe der überschüssigen (beschleunigenden) Arbeiten des auf die Einheit von  $F'$  bezogenen resultirenden Tangentialdrucks beim Uebergange von der kleinsten zur grössten Geschwindigkeit der Kurbelzapfen für jede Umdrehung der Kurbelwelle, also in jeder Periode bezüglich der periodisch etwas veränderlichen Winkelgeschwindigkeit jener Welle. Indem das Arbeitsdiagramm Fig. 97 des Niederdruckeylinders s. Z. mit  $v$ -fachem Spannungsmaassstabe, verglichen mit dem Diagramm Fig. 96 des Hochdruckeylinders, gezeichnet wurde, sind in beiden die Spannungen = den Ordinaten auf die Einheit von  $F'$  bezogen. Beide Arbeitsdiagramme können nun zunächst gemäss §. 87 dazu dienen, die Ueberdruckdiagramme des Dampfes für beide Cylinder zu zeichnen und daraus mit Rücksicht auf die Kolbenmassen die Diagramme der Kurbelzapfendrucke im Sinne der die Todtpunkte verbindenden Durchmesser der Kurbelkreise abzuleiten; dabei muss natürlich der spezifische Beschleunigungsdruck für den Niederdruckkolben auch mit  $v$ -fachem Maassstabe gemessen, oder es muss, was auf dasselbe hinauskommt, unter  $k$  (§. 87) das Gewicht der betreffenden Kolbenmasse für die Einheit nicht von  $F$ , sondern von  $F'$  verstanden werden. Diese auf die Kolbenwege als Abscissen bezogenen Kurbelzapfendruckdiagramme bilden endlich die Grundlagen zur Zeichnung der auf die Zapfenwege als Abscissen bezogenen Tangentialdruckdiagramme gemäss §. 90. Letztere sind in Fig. 101 dargestellt so, wie sie sich aus den Figuren 96 und 97 ungefähr ergeben, wenn die Längen der Kurbelstangen verhältnissmässig klein = der vierfachen Kurbellänge angenommen werden.

Die in vier gleiche Theile  $ai$ ,  $id$ ,  $dn$ ,  $na$  getheilte Grundlinie  $aa$  stellt die Peripherie des Kurbelkreises dar; die Punkte  $a$  und  $i$  entsprechen den äusseren,  $d$  und  $n$  den inneren Todtlagen bezw. des Niederdruck-

und des Hochdruckkolbens, gemäss der Voraussetzung, dass die Kurbel des ersteren Kolbens der andern um  $90^\circ$  voreilt. Vom Augenblicke einer äusseren Todtlage des Niederdruckkolbens an gerechnet ist für eine Umdrehung  $abcdefa$  das Tangentialdruckdiagramm für den Niederdruck-



cylinder,  $ghiklmnog$  dasselbe für den Hochdruckcylinder; die Verschiedenheit der Theile jeder dieser Curven über den Hälften  $ad$  und  $da$  der Grundlinie lässt den Einfluss der ziemlich kleinen Kurbelstangenlänge erkennen. Die stärker ausgezogene Curve  $gpbqlreog$ , deren Ordinaten = den algebraischen Summen der entsprechenden Ordinaten jener Curven sind, ist das combinirte Tangentialdruckdiagramm der Zweicylindermaschine, bezogen auf die Einheit von  $F'$ , für dieselbe Umdrehung; ihr eigenthümlich complicirtes Bildungsgesetz würde nur mit sehr grosser Weitläufigkeit analytisch auszudrücken sein zum Zweck einer rechnerischen Ermittlung von  $\Sigma f$ . Hier erfordert diese Ermittlung nur die angenäherte Inhaltsbestimmung der Fläche, welche von der resultirenden Tangentialdrucklinie, der Grundlinie  $aa$  und den Ordinaten  $ag$ ,  $ag$  begrenzt wird, um dann das inhaltsgleiche Rechteck  $axya$  herstellen zu können, dessen Seite  $xy$  mit der resultirenden Curve und den Geraden  $gx$ ,  $gy$  die Flächen  $f$  bildet, deren grösste von einem zu einem andern Schnittpunkte (von  $xy$  mit der Curve) gerechnete algebraische Summe =  $\Sigma f$  ist, wenn diese Flächen  $f$  unterhalb  $xy$  negativ, oberhalb positiv gesetzt werden.

### e. Condensation.

#### §. 105. Einleitende Bemerkungen.

Die Condensation des Abdampfes einer Condensationsdampfmaschine erfolgt im geschlossenen Raume des Condensators entweder durch Mischung mit eingeführtem kaltem Wasser oder infolge oberflächlicher Abkühlung durch Wasser, welches die Condensatorwand umgibt. Im