

## Anhang V.

### Der Widerstandsdruck.

Bezeichnet  $Z$  den Widerstand von Seite der Last, auf den Kurbelkreis reducirt, so entfällt davon auf jede Flächeneinheit des Kolbens der Werth  $z = \frac{Z}{f}$ , dessen Größe für den Beharrungszustand doppeltwirkender Maschinen mit gleicher Dampfvertheilung dem mittleren Tangentialdruck  $t$  von Seite der Dampf Wirkung gleich sein muss.

Dieser mittlere Tangential- oder Widerstandsdruck wird in das Diagramm als horizontale Linie eingezeichnet, deren Ordinate  $t = z$  am Druckmaßstab des Kolbendiagramms gemessen, Kilogramme per Kolbenflächeneinheit darstellen. Er kann auf verschiedene Arten gefunden werden:

1. Durch Augenmaßschätzung aus dem gezeichneten Tangentialdruck-Diagramm.

Verwandelt man letzteres dem Augenmaße nach in ein Rechteck von gleicher Basislänge, so ist dessen Höhe bereits die gesuchte Ordinate.

Wird hierbei beachtet, dass an den Orten des Ueber- und Unterschneidens der Diagrammlinie gegen die Rechteckshöhe, die oben weggeschnittenen Flächen gleicher Größe mit den unten hinzukommenden Flächen am Anfang und Ende des Tangentialdruckdiagrammes sein müssen, so wird bei dem geübten Auge eines Maschineningenieurs der Fehler in belangloser Kleinheit verbleiben.

Ein oder zwei Controlrechnungen durch abermalige Verwandlung der über- und unterschneidenden dreieckähnlichen Flächen im Rechtecke und deren Flächenberechnung und Vergleich, sichert dieser einfachsten Methode, die bei den ersten Studien eines neuen Falles ihrer Kürze wegen stets anzuwenden ist, jeden gewünschten Grad von Genauigkeit.

Wird aber auch der mittlere Tangentialdruck auf andere Arten erhoben und eingetragen, so dient die Augenmaßmethode doch jedenfalls als Controle.

2. Genauer wird die mittlere Widerstandshöhe durch eine der bekannten Arten der Flächenverwandlungen in ein Rechteck vorgenommen.

a) Die Theilung der Länge (am besten mit dem Rostrat) in zehn gleiche Theile, Ausgleich starker Buckel innerhalb je zwei Theilstrichen durch das Augenmaß, Addition der mittleren Trapezhöhen und Division durch zehn ist eine beliebte, einfache und sicher zu merkende Methode.

b) Die Simpson'sche Formel. Sie ist unnöthig complicirt und auch einem normalen Gedächtniss fremd.

c) Das Planimetriren mittelst Planimeter und Division des abgelesenen Flächenwerthes durch die Diagrammlänge, respective der Diagramm-Planimeter, wobei die Spitzen auf die Länge eingestellt werden und die Ablesung der Höhe (in Millimetern) direct erfolgt, geben gleichfalls die mittlere Höhe. Das Planimetriren ist aber der nöthigen Vorbereitungen halber mehr für die Berechnung der zahlreichen Indicator-Diagramme einer längeren Versuchsreihe einer Dampfmaschinen-Consumprobe; wofür es das einzig richtige und unbestreitbare Verfahren bildet, als den einzelnen Fall einer Schwungradberechnung geeignet.

3. Am genauesten berechnet sich die mittlere Tangentialkraft (bei angenommener idealer Dampfvertheilung nach dem Mariotte'schen Gesetz) aus der bekannten Formel für den mittleren Dampfdruck am Kolben:

$$p = p_1 \left( \frac{l_1}{l} + \frac{l_1}{l} \logn. \frac{l}{l_1} - \frac{p_0}{p_1} \right)$$

mit 
$$t = z = \frac{2}{\pi} p_1 \left( \frac{l_1}{l} + \frac{l_1}{l} \logn. \frac{l}{l_1} - \frac{p_0}{p_1} \right) \dots \dots \dots (k)$$

nachdem 
$$t \frac{l}{2} \pi = p \cdot l,$$

die Dreharbeit am Kurbelhalbkreise gleich der Dampfarbeit am Kolben ist.

Dieser Vorgang ist nur für rein theoretische Untersuchung brauchbar. Für praktische Fälle hat man aber abgerundete Uebergänge der einzelnen Dampfleistungsperioden und die Compression zu berücksichtigen, daher diese Methode nichts taugt.

4. Ist der mittlere Dampfdruck am Kolben  $p$  bereits berechnet, so ergibt sich aus diesem sofort:

$$t = \frac{2}{\pi} p.$$

Gesamtleistung.

Selbstverständlich ist stets für doppelt wirkende Normalmaschinen:

$$\frac{(p \cdot f) v}{75} = \frac{(t \cdot f) w}{75} = N$$

die Leistung (indicirte Pferdestärken) der Maschine.

Bei doppelt wirkenden Maschinen ist der mittlere Tangentialdruck gleich dem auf den Kurbelkreis reducirten mittleren Widerstandsdruck, also:

$$t = z,$$

weil sowohl die Arbeit des Tangentialdruckes als auch der Widerstand der Last gleichzeitig und auf gleichen Weglängen auftreten.

Wäre die Maschine nur einseitig oder anders wirkend (z. B. im Viertact der Gasmaschinen), so wäre  $t$  nicht gleich  $z$ . Ersteres ergibt sich aus der Arbeitsperiode, letzteres aus dem durchlaufenen Kurbelweg zwischen zwei Impulsen.

Für die einseitig wirkende Maschine wäre daher:

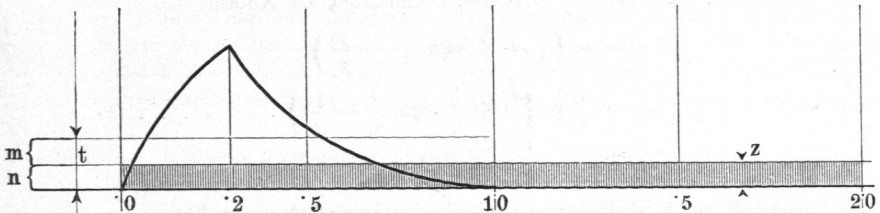
$$p l = \frac{\pi}{2} \cdot t \cdot l = \pi z \cdot l$$

also

$$z = \frac{t}{2},$$

oder der mittlere Widerstandsdruck nur halb so groß, als der nur während der halben Zeit wirkende mittlere Tangentialdruck von Seite des Dampfes. Fig. 85 zeigt diesen eben behandelten Fall der einseitig wirkenden Maschinen.

Fig. 85



Höhe  $n = m$

Die Widerstandslinie muss aber selbst nicht immer als Gerade erscheinen, sondern kann bei Maschinen, welche ganz oder theilweise einen directen Antrieb besorgen, dessen wechselnden Widerstand als Ordinaten aufweisen. So wäre beispielsweise bei einem von der Kurbelwelle aus betriebenen Gebläse oder Luftcompressor die Widerstandslinie von ähnlichem Schwung, als das Dampfdiagramm selbst.

Der Widerstandsdruck am Kurbelzapfen kann auch gleich Null werden, trotzdem er von freien Drehkräften getroffen wird, wenn nämlich die gesammte Arbeit von Seite der etwa rückwärts verlängerten Kolbenstange aus geleistet wird. Hier wird die freie Drehkraft über der Nulllinie aufgetragen, nur zur Beschleunigung der Schwungradmasse verwendet, und umgekehrt der Mangel durch dessen Verzögerung gedeckt. Aber stets müssen die Flächenunterschiede, welche sich zwischen der arbeitenden Tangentialdruck- und der Widerstandsdrucklinie ergeben, in jeder wiederkehrenden Periode sich derart ausgleichen, dass die überragenden und unterschrittenen Flächentheile gegenseitig völlig gleicher Größe sind, wenn der periodische Beharrungszustand eingehalten werden soll.