

Zuerst wurde die Nulllinie der Ausdehnungsskala ohne Belastung gezogen, darauf wurde belastet.

Man rechnet nun wie folgt:

Die Belastung sei z. B. 24,555 kg; die Belastung auf 1 qcm beträgt dann $\frac{24,555}{3,142}$ kg; die beobachtete Verlängerung sei a mm; es entspricht daher 1 kg/qcm einer Verlängerung von:

$$\frac{a \cdot 3,142}{2,555} \text{ mm.}$$

Diese Größe ist die Konstante der Indikatorfeder. Die Konstante ist für sämtliche vorgenommenen Belastungen aus dem Belastungsdiagramm und der jeweiligen Verlängerung festzustellen. Sie betrug beim vorliegenden Versuche beispielsweise für die Belastung durch den Haken allein:

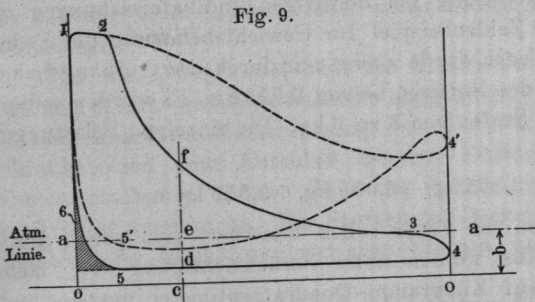
$$\frac{1,352 \cdot 3,142}{0,555} = 7,66.$$

Hierbei ist 1,352 mm die Verlängerung für das Hakengewicht 0,555 kg. Die so für stufenweise größere Belastungen ermittelten verschiedenen Konstanten hatten die Werte:

$$\left. \begin{array}{l} 7,66 \\ 7,66 \\ 7,65 \\ 7,7 \end{array} \right\} \text{ im Mittel: } 1 \text{ kg/qcm} = 7,67 \text{ mm.}$$

IV. Folgerungen über die Dampfverteilung und die Güte einer Dampfmaschine aus ihren Indikator-diagrammen.

Untenstehende Fig. 9 zeigt ein regelmäßiges Diagramm einer mit Expansion und Kondensation arbeitenden Dampfmaschine. Die mit 00 bezeichnete Linie ist die Vakuumlinie, während $a-a$ die atmosphärische



oder äußere Luftdrucklinie darstellt. Die Ordinate b entspricht dem Drucke von 1 kg auf 1 qcm, $a-1$ gibt die Größe für den Anfangszylinderdruck an, 1 bis 2 den Bereich des vollen Anfangsdruckes, bei 2 beginnt

die Expansion, bei 3 wird der Austrittskanal geöffnet und der Druck sinkt rasch bis zum Punkte 4, worauf der Kolben seinen Rücklauf unter einem Gegendrucke, der nahezu parallel zur Vakuumlinie ist,

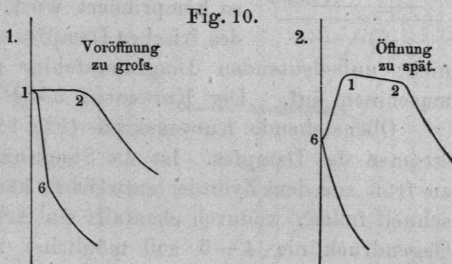
zurücklegt. Bei Punkt 5 wird der Austrittskanal geschlossen und kurz vor dem Ende des Hubes (im Punkte 6) der Eintrittskanal geöffnet, worauf der auf den Kolben wirkende Druck rasch bis Punkt 1 emporsteigt; danach wiederholt sich der beschriebene Vorgang. Der zwischen das Diagramm und die Hochdruckordinate 1—0 fallende schraffierte Raum gibt den durch die Kompression und das Voreilen erzeugten Ausfall in der Dampfarbeit an; die vom Diagramm eingeschlossene Fläche entspricht der geleisteten Dampfarbeit. Für jeden Punkt des Kolbenweges erhält man durch die Ordinaten den an dieser Stelle stattfindenden absoluten und wirksamen Arbeitsdruck, wie z. B. $c-f$ bzw. $d-f$. Die Länge $e-f$ gibt die Größe des Überdruckes über die Atmosphäre, $e-d$ die Größe des durch Kondensation erzielten Druckes und $c-d$ diejenige des Gegendruckes an. — Bei gleichzeitiger Aufnahme von Diagrammen an beiden Zylinderseiten werden dieselben bei einem guten Zustande der Maschine und guter Dampfverteilung in Form und Größe gleich sein. Eine wesentliche Verschiedenheit der Diagramme deutet auf mangelhafte Konstruktion der Steuerung.

An der Einströmlinie kann man erkennen, ob die Voreilung zur richtigen Zeit erfolgt. Es kommen folgende Fehler (siehe Fig. 10, 1. und 10, 2.) vor:

Der letzte Fehler (Fig. 10, 2.) ist sehr zu beachten. Während der erste (Fig. 10, 1.) weniger schädlich auf den Gang der Maschine wirkt, kann der letzte bedeutende Stöße in der Maschine verursachen. Am besten ist die Verteilung des Dampfes, wenn 6—1 senkrecht steht, oder auch etwas nach links oben neigt. Die Volldrucklinie 1—2 soll möglichst horizontal sein. Der Abfall der Volldrucklinie rührt entweder von zu starker Drosselung oder von zu kleinem Dampfraum her, doch ist dieser Fehler nicht schwerwiegend. Für die Expansionslinie 2—3 gilt allgemein die Relation: $p \cdot v^n = const$. Der Exponent n ist bei verschiedenem Zustande des Dampfes und Zylinders veränderlich. So besteht bei überhitztem Dampfe in einem die Wärme schlecht leitenden Zylinder $p \cdot v^{13/10} = const$, bei gesättigtem Dampfe $p \cdot v^{10/9} = const$, bei Dampfzylinder mit Dampfmantel $p \cdot v^{17/16} = const$, bei etwas feuchtem Dampfe:

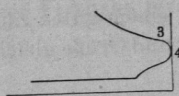
(35) $p \cdot v = const$ (normaler Zustand).

Bei sehr feuchtem Dampfe gilt $p \cdot v^{15/16} = const$. Findet gegen Ende der Expansionskurve nochmals eine Erhebung statt, so läßt dies auf nochmaligen Dampfeintritt schließen. Dieser grobe Fehler tritt bei kleinen Füllungen durch zu kurze Steuerplatten ein. Eine weitere, möglichenfalls eintretende fehlerhafte Form zeigt das Diagramm 2—4'—5'—1



(in Fig. 9). Aus dieser Kurve geht hervor, daß der Expansionsschieber nicht rasch genug absperrt (2—4') und daß der Austrittskanal nicht zeitig genug geöffnet wird, so daß der Dampf nicht rasch genug entweichen kann (4'—5'); dieser Fehler ist sehr schwerwiegend wegen des beträchtlichen Dampfverlustes. Sobald die Expansion zu stark im Verhältnis zur Kondensationswirkung stattfindet, sinkt die Expansionskurve unter die Linie der Kondensation herab und bildet eine Schleife. Der Kolben erfährt bei seinem Laufe einen über den Arbeitsdruck hinausgehenden Gegendruck, indem der Kondensatordruck höher ist als der Arbeitsdruck im Zylinder, so daß die Maschine lediglich durch die lebendige Kraft ihrer bewegten Teile in Bewegung erhalten bleibt.

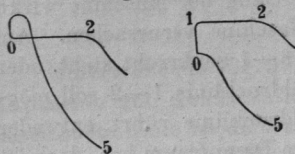
Fig. 11.



Findet eine Schleifenbildung im Teile 1—2 der Kurve statt, so ist auf eine zu hohe Kompression des Dampfes vor der Wiederöffnung des Dampfkanals zu schließen, wodurch der im Zylinder verbliebene Auspuffdampf so komprimiert wird, daß dieser Druck den Druck des frischen Dampfes übersteigt. Diese beiden letzten, nicht unbedeutenden Diagrammfehler treten mitunter bei Auspuffmaschinen auf. Der Kurventeil 3—4 soll möglichst senkrecht sein.

Obenstehende Kurvenskizze (Fig. 11) deutet auf zu spätes Ausströmen des Dampfes. Ist die Steuerung so gestellt, daß der Dampf zu früh aus dem Zylinder entweichen kann, so wird die Diagrammkurve schnell fallen, wodurch ebenfalls ein Arbeitsverlust bedingt wird. Die Gegendrucklinie 4—5 soll möglichst niedrig liegen und horizontal verlaufen; fällt dieselbe ab, so tritt die Kondensation nur langsam ein, bzw. bei einer Auspuffmaschine läßt dieser Abfall auf Verzögerung im Entweichen des Abstoßdampfes — bedingt durch zu langsames Öffnen des Austrittskanals — schließen.

Fig. 12.



Aus der Kompressionslinie 5—0 kann man erkennen, ob die Maschine gut gedichtet ist. Bei zu starker Kompression oder Undichtigkeit zeigen sich nebenstehende Kurvenlinienfehler (Fig. 12).

Alle vorhergehend betrachteten Abnormitäten an Diagrammen bedingen mehr oder weniger einen bedeutenden Dampfverbrauch und Arbeitsverlust.

V. Das Indizieren.

Da die zweckmäßige Anbringung des Indikators am Zylinder und die Bewegung des Papierzylinders wichtige Faktoren zur Erhaltung von fehlerfreien Diagrammen sind, so lasse ich hierüber einiges folgen:

Die Verbindung zwischen Zylinder und Indikator soll so kurz als möglich sein. Eine längere Leitung beeinflusst das Diagramm, deshalb ist es bei großen Zylindern erforderlich, zwei Indikatoren anzubringen.