

Der Einfluß dieser Unvollständigkeit der Expansion auf den Wirkungsgrad des idealen Prozesses wurde bereits bei Besprechung des Indikator-diagrammes Fig. 18 (§ 46) und des Entropie-Temperaturdiagrammes Fig. 29 (§ 64) erörtert.

Andere Abweichungen ergeben sich am besten durch einen schrittweisen Vergleich des idealen Diagrammes Figur 18 mit einem wirklichen Indikator-diagramm, wie solches, von einer Betriebsmaschine abgenommen, durch Figur 43 dargestellt ist.

In dem Arbeitsprozesse, welcher durch Figur 17 und 18 dargestellt ist, wurde angenommen: Erstens, daß der zugeführte Dampf trocken gesättigt sei und während der Admission die volle Kesselspannung p_1 besitze; zweitens, daß keine Wärmeaufnahme oder Abgabe seitens des Dampfes, ausgenommen im Kessel und Kondensator, statfinde; drittens, daß nach der Vollendung der mehr oder minder vollkommenen Expansion während des Kolbenrücklaufes der gesamte Dampf entfernt werde, so daß der Gegendruck gleich der Kondensatorspannung p_2 und konstant sei, und viertens, daß das ganze Cylindervolumen von dem Kolben durchlaufen werde. Im folgenden soll nun erörtert werden, inwieweit diese Voraussetzungen in Wirklichkeit zutreffen, und inwiefern der Wirkungsgrad der Maschine durch die Abweichungen vom theoretischen Diagramme beeinflußt wird.

77. Drosselung während der Admissions- und Ausströmperiode. Infolge der Trägheit des Dampfes und der durch Kanäle etc. hervorgerufenen Bewegungswiderstände ist die Spannung im Cylinder während der Admission kleiner als die Kesselspannung p_1 und während der Ausströmung größer als die Kondensatorspannung p_2 ; andererseits sind p_1 und p_2 selbst nicht konstant und p_2 größer als die Spannung des Dampfes von der Kondensatortemperatur, weil stets etwas Luft im Kondensator enthalten ist. Dieser Luftgehalt rührt einerseits von den unvermeidlichen Undichtheiten des Cylinders und anderer Teile der Maschine her, durch welche Luft eindringt, sobald die Spannung im Inneren kleiner wird als der Atmosphärendruck; andererseits führt das Speisewasser stets etwas aufgelöste Luft mit sich, die sodann mit dem Dampf aus dem Kessel in die Maschine gelangt.

Während der Admission ist der Druck im Cylinder immer kleiner wie jener im Kessel; diese Differenz nimmt zumeist in dem Maße etwas zu, als sich der Kolben vorwärts bewegt, da mit wachsender Kolbengeschwindigkeit auch der Bedarf an Dampf zunimmt. Wenn die Kanäle und Durchflußquerschnitte vermöge ihrer Form und Dimensionierung dem Dampfe in seiner Bewegung größere Widerstände entgegensetzen, dann

wird der Dampf „gedrosselt“; die Drosselung ist in Wirklichkeit ein Fall der sogenannten unvollkommenen Ausdehnung des Dampfes, worauf bereits in § 26 hingewiesen wurde. Durch diesen Prozeß wird der Dampf in geringem Maße getrocknet, wie bereits in § 52 besprochen, beziehungsweise etwas überhitzt, wenn er ursprünglich trocken war. Infolge der Drosselung liegt die Admissionslinie im Indikatordiagramm entsprechend tiefer als die Linie des Kesseldruckes und senkt sich etwas in der Richtung der Kolbenbewegung. Bei im allgemeinen guter Ausführung und sonstigen nicht ungünstigen Verhältnissen beträgt die absolute Admissionsspannung durchschnittlich 0,9 der Kesselspannung. Bei langen Dampfleitungen, schlecht angelegten Einlaßorganen etc. wird der Druckabfall noch größer und erhöht sich wesentlich, wenn infolge fehlender

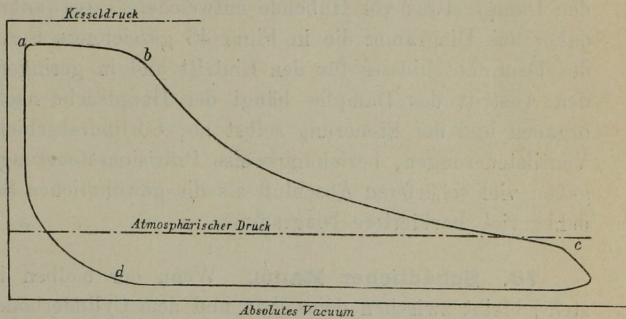


Fig. 43. Typisches Indikatordiagramm einer Kondensationsmaschine.

oder mangelhafter Einhüllung der Dampfleitung der Dampf naß in den Cylinder gelangt. Eine geringe Kondensation des Dampfes auf seinem Wege zum Cylinder infolge Wärmeverlustes durch die Leitung ist selbst unter den günstigsten Umständen nicht zu vermeiden; auch enthält der Dampf gewöhnlich etwas mechanisch mitgerissenes Wasser; diese Wassermengen, auf welche Weise immer sie in die Leitung gelangen, können mehr oder minder vollständig durch sogenannte „Wasserabscheider“ entfernt werden, der Dampf ist aber trotzdem gewöhnlich bis zu einem gewissen Betrage feucht, wenn er in den Cylinder gelangt, obwohl infolge der Drosselung die Tendenz besteht, den Dampf zu trocknen. Die in Rede stehenden Wasserabscheider sind Gefäße, durch welche der Dampf auf seinem Wege zum Cylinder geleitet wird und in welchen sich die Wasserteilchen absetzen, um dann von Zeit zu Zeit abgelassen zu werden. Vielfach wird der Dampf in einer Weise durch den Abscheider geführt, daß infolge der hierdurch auftretenden Zentrifugalkraft die Wasserpartikelchen ausgeschleudert werden.

Während der Ausströmperiode übersteigt der wirkliche Gegendruck die Kondensatorsspannung um einen Betrag, welcher abhängig ist von der Art und Weise, wie der Dampf den Cylinder verläßt. In Kondensations-

maschinen mit gutem Vakuum beträgt der Gegendruck sehr häufig 0,2 kg/qcm und darüber, in Auspuffmaschinen 1,1—1,2 kg/qcm statt dem Druck der Atmosphäre; die Gegenwart von Wasser im Cylinder erhöht mitunter den Gegendruck beträchtlich; auch übt die Drosselung des Dampfes einen wesentlichen Einfluß auf denselben aus. Die Steuerorgane öffnen und schließen mehr oder minder langsam; es fehlen die scharf gekennzeichneten Übergänge; das Diagramm hat daher abgerundete Ecken bei *b* und *c* an Stelle der scharfen Winkel, welche diese Momente in dem theoretischen Diagramm Fig. 18 markieren. Man läßt aus diesen Gründen auch den Dampf etwas vor Hubende entweichen (Vorausströmen) und nimmt daher das Diagramm die in Figur 43 gezeichnete Form an. Die Schärfe des Dampfabschlusses für den Eintritt und in geringerem Maße auch für den Austritt des Dampfes hängt der Hauptsache nach von den Steuerorganen und der Steuerung selbst ab; Corlißdrehchiebersteuerungen und Ventilsteuerungen, beziehungsweise Präzisionssteuerungen im allgemeinen geben viel schärferen Abschluß als die gewöhnlichen Schiebersteuerungen, daher viel markiertere Diagramme.

78. Schädlicher Raum. Wenn der Kolben in seinen Totlagen steht, bleibt zwischen demselben und dem Cylinderboden beziehungsweise Deckel ein Spielraum; dieser Spielraum, vermehrt um das Volumen des Einström-, beziehungsweise Ausströmkanals, wird „schädlicher Raum“ genannt. Der schädliche Raum stellt daher ein Volumen dar, welches vom Kolben nicht durchlaufen wird, jedoch mit Dampf bei Beginn der Admission gefüllt ist und somit einen Teilbetrag der nach Schluß der Füllung im Cylinder expandierenden Dampfmenge bildet. Sei *AC* das vom Kolben bis zum Momente des Austrittes durchlaufene Volumen, *OA* das Volumen des

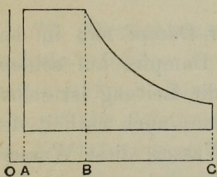


Fig. 44. Einfluß des schädlichen Raumes.

schädlichen Raumes, *AB* das Füllungsvolumen, dann ist das scheinbare Expansionsverhältnis $\frac{AC}{AB}$, das wirkliche Expansionsverhältnis jedoch

$$\frac{OA + AC}{OA + AB}.$$

Bei Konstruktion der Expansionslinie muß selbstverständlich auf den schädlichen Raum Rücksicht genommen werden. Wie in Figur 44 skizziert, pflegt man den schädlichen Raum *OA*, in Prozenten des Hubvolumens ausgedrückt, von der Totpunktlage aus aufzutragen; das Volumen des schädlichen Raumes beträgt gewöhnlich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{50}$ (10 bis 2%) des Hubvolumens; die Größe desselben hängt hauptsächlich von der Art