

beiden doppelwirkenden Pumpen, angetrieben, so wird ein Teil der erzeugten Kräfte unmittelbar zur Überwindung des Widerstandes verwendet; nur der Rest muß durch das Kurbelgetriebe in das Schwungrad oder auf die andere Maschinenseite geleitet werden.

Der Druckverlauf in einer Kolbenpumpe ist durch ein Rechteck, Abb. 1053, gegeben, wenn man von den stoßartigen Druckschwankungen in den Totpunkten G und J absieht. Der Kolben saugt beim Lauf im Sinne des unteren Pfeils von G bis H das Wasser mit einem der Saughöhe entsprechenden Unterdruck p_s durch das Saugventil an. Bei der Umkehr der Kolbenbewegung in H schließt sich das Saugventil. Der Kolben setzt das im Pumpenraume eingeschlossene Wasser unter den Druck von p_a at und fördert es auf dem Wege JK durch das Druckventil in den Druckraum. Bei einer doppelwirkenden Pumpe herrscht während eines Hubes auf der einen Seite des Kolbens die Saugspannung p_s , auf der anderen die Druckspannung p_a , Abb. 1002. Bezeichnet F_p den Kolbenquerschnitt, f_s den Querschnitt der am vorderen Ende sitzenden Kolbenstange, so wird die Kolbenkraft während des Vorwärtsganges:

$$P_{p1} = F_p \cdot p_s + (F_p - f_s) p_a = F_p (p_s + p_a) - f_s \cdot p_a,$$

im Falle der Maschine Tafel I und Abb. 1053:

$$P_{p1} = \frac{\pi}{4} \cdot 28,5^2 (0,45 + 5,4) - \frac{\pi}{4} \cdot 7,5^2 \cdot 5,4 = 3490 \text{ kg},$$

beim Rücklauf:

$$P_{p2} = F_p (p_s + p_a) - f_s \cdot p_s = \frac{\pi}{4} \cdot 28,5^2 (0,45 + 5,4) - \frac{\pi}{4} \cdot 7,5^2 \cdot 0,45 = 3710 \text{ kg}.$$

Da diese Drucke während der einzelnen Hübe unverändert bleiben, ist auch der Kraftverlauf durch ein Rechteck dargestellt.

Legt man dieses Rechteck über die im Verhältnis des Wirkungsgrades verkleinerte Dampfüberdruckfläche, Abb. 1065, so zeigt sich, daß während des Einstromens und eines Teils der Ausdehnungszeit die Dampfkolbenkräfte größer, im weiteren Verlauf aber kleiner als der durch die Pumpenkraft gegebene Widerstand sind. Trägt man schließlich die bei normalem Lauf auftretenden Massenkräfte ein, so werden nur die durch senkrechte Strichelung hervorgehobenen Kräfte durch den Kurbeltrieb geleitet. Besonders hervorzuheben ist aber, daß während der Verdichtungszeit die Summe der Dampf- und Pumpenkräfte, im Totpunkte also $P_p + P_a$ überwunden werden muß, daß demnach auch die vor dem Dampfkolben liegenden Triebwerkteile, die vordere Kolbenstange, der Kreuzkopf, die Schubstange, die Kurbel und die Welle sowie das Lager dieser Drucksumme ausgesetzt und auf sie zu berechnen sind. Wie oben ausgeführt, müssen dabei die Massendrucke, die beim Anlaufen und bei niedrigen Drehzahlen klein sind, unberücksichtigt bleiben. Die Stange zwischen dem Dampf- und Pumpenkolben hat nur den Pumpendruck zu überwinden, vgl. dazu auch Abb. 1066, die die Kräftewirkung in der vorderen Totlage anschaulich zeigt.

Die Ermittlung der Drehkraftlinie kann unter Einsetzen der senkrecht gestrichelten Restkräfte, im übrigen wie oben beschrieben, erfolgen. Ein anderer Weg ist, die Widerstandslinie der Arbeitsmaschine getrennt abzuleiten und sie mit der Drehkraftlinie der Kraftmaschine zu vergleichen, wie in Abb. 1067 geschehen ist. Die recht-

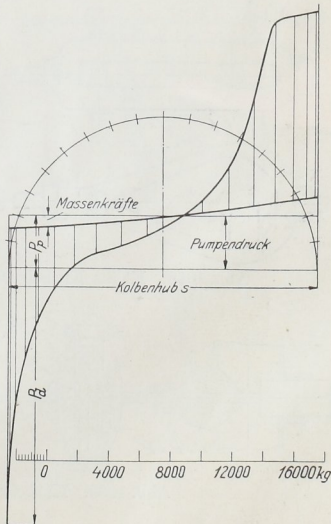


Abb. 1065. Kolbendruck unter Berücksichtigung des Pumpendrucks (Wasserpumpenmaschine Tafel I).