

Zement, mit Wasser und wenig Sand angerührt, dient zum Aus- und Untergießen von Rahmen und Lagerstühlen und zum Vergießen der Löcher, in denen Stein- und kurze Fundamentschrauben sitzen. Der Zement verbindet sich dabei sehr fest mit dem Eisen, so daß eine Trennung der Stücke vom Fundament oft nur unter sehr großen Schwierigkeiten möglich ist.

Beton ist eine Mischung von Zementmörtel mit Steinschlag oder grobkörnigem Kies in sehr wechselnden Zusammensetzungen. Er wird in die Baugrube geschüttet, über Erde aber in Holzverschalungen in Lagen von etwa 15 bis 20 cm eingefüllt und sorgfältig festgestampft. Beton erhärtet langsam und erreicht seine endgültige Festigkeit erst nach sehr langer Zeit. Bei den Festigkeitsproben ist deshalb die Erhärtungszeit (meist werden die Versuche nach 28 Tagen ausgeführt) anzugeben. Hochbeanspruchte, namentlich ausgedehnte Fundamente werden zweckmäßig durch Eiseneinlagen verstärkt.

Zu Maschinenfundamenten geeignete Mischungen sind: 1 Raumteil Zement, 3 Raumteile Sand, 6 Raumteile Kies oder Kleinschlag oder 1 Raumteil Zement, 7,5 Raumteile Kiessand. Die Zahlen entsprechen etwa 210 kg Zement im Kubikmeter fertiggestampften Betons. Für Gebäude benutzte Mischungen sind 1:4:8 bzw. 1:10 Raumteile mit rund 160 kg Zement im Kubikmeter fertigen Betons.

Kalk- und Zementmörtel sowie Beton werden durch Säuren und Öl zerstört, indem sie weich werden und zerbröckeln. Deshalb ist auf Fernhaltung des Öls von den Fundamenten durch Ölfänger oder geeignete Ausbildung der Grundplatten größte Sorgfalt zu verwenden.

Dritter Abschnitt.

Allgemeine Gesichtspunkte bei der Gestaltung von Maschinenteilen.

Maßgebend für die Gestaltung der Maschinenteile sind:

- I. ihr besonderer Zweck,
- II. die an ihnen wirkenden Kräfte,
- III. ihre Herstellung und Bearbeitung,
- IV. der Zusammenbau zur ganzen Maschine.

I. Einfluß des Zweckes der Maschinenteile auf die Gestaltung.

Daß der jeweilige Zweck und die Art der Verwendung entscheidenden Einfluß auf die Ausbildung der Maschinenteile haben, zeigen zahlreiche Beispiele anschaulich und deutlich. An stehenden Maschinen müssen die Dampfzylinder in bezug auf Anordnung der Ventile, Unterstützung, Verbindung mit dem Rahmen, Ableitung des Niederschlagwassers usw. ganz anders durchgebildet werden als an liegenden. Vollständig verschieden ist in den beiden Fällen die Beanspruchung und Formgebung der Maschinenrahmen. Aber auch die Kurbelwellenlager und die Schubstangen zeigen wesentliche Unterschiede. Lager für stehende Maschinen können wagrecht geteilt sein, weil die Abnutzung in lotrechter Richtung erfolgt und durch Nachziehen der oberen Schalen ausgeglichen werden kann; bei der Verwendung der gleichen Bauart an liegenden Maschinen würden gerade die größten Kräfte unzulässigerweise auf die Schalenfugen treffen. Die Lager müssen daher schräg geteilt, oder drei- oder vierteilig mit nachstellbaren Seitenschalen ausgeführt werden. Bei den Schubstangen stehender oder liegender Maschinen ist auf die andere Art der Ölzuführung und -verteilung Rücksicht zu nehmen.

Unterschiede an denselben Elementen bei verschiedenen Gattungen von Maschinen sind häufig in den ganz anderen Betriebsverhältnissen begründet, wie u. a. die Gestaltung der Schubstangen für raschlaufende Kleinmotoren, für Lokomotiven, für doppeltwirkende

Großgasmaschinen, Sägegatter usw. zeigt. Außerdem können Versand, örtliche Beschränkungen u. a. m. Einfluß nehmen. Einteilige Zahn- oder Schwungräder, die auf der Bahn verschickt werden sollen, dürfen in Rücksicht auf das Lademaß der Eisenbahnen, Abb. 142a, nicht mehr als 4,4 m Durchmesser haben; größere müssen geteilt werden. Der strichpunktierte Umriß gilt für alle Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen; der ausgezogene für die Mehrzahl der Vereinslinien, ferner die bulgarischen und serbischen Staatseisenbahnen, die dänischen, orientalischen und nach vorheriger Vereinbarung auch die schwedischen Eisenbahnen. In der Schweiz und Norwegen, Belgien, Frankreich, Italien usw. sind andere, zum Teil nicht einheitliche Lademaße im Gebrauch. Ist die Beförderung der einzelnen Stücke einer Maschine auf schlechten Wegen oder etwa gar in kleinen Trägerlasten notwendig, so darf das Einzelgewicht ein gewisses Maß nicht überschreiten; eine viel weitgehendere Teilung wird dann notwendig.

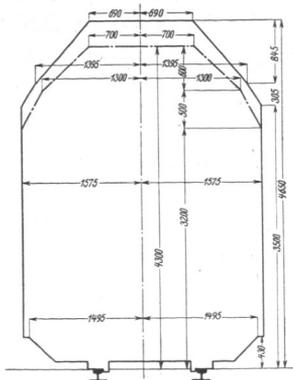


Abb. 142a. Lademaß. M. 1:100.

Häufig beeinflussen sich die einzelnen Maschinenteile gegenseitig. So muß ein offener Kreuzkopf einen geschlossenen Schubstangenkopf umfassen, während ein geschlossener Kreuzkopf eine gegabelte Schubstange verlangt.

Um diese Abhängigkeit der Durchbildung der Einzelteile voneinander zu zeigen, sind viele der Berechnungsbeispiele des Buches an den gleichen Maschinen, insbesondere einer liegenden Wasserwerkmaschine, Tafel I, und einer elektrisch angetriebenen Laufkatze, Abb. 146—148, durchgeführt.

Die Hauptdaten der Wasserwerkmaschine sind:

Hochdruckzylinderdurchmesser	$D_h = 450$ mm,
Niederdruckzylinderdurchmesser	$D_n = 800$ mm,
Hub	$s = 800$ mm,
Umlaufzahl	$n = 50$ i. d. Min.,
Pumpenkolbendurchmesser	$D_p = 285$ mm,
Saughöhe	$h_s = 4$ m,
Druckhöhe	$h_a = 52$ m,
Fördermenge beider Pumpen	10 m ³ /Min.

Zum Betriebe der Dampfmaschine, die bei 14% Füllung im Hochdruckzylinder insgesamt 165 PS. leistet, dient auf 300° überhitzter Dampf mit einer Einströmspannung von $p = 13$ at abs.; der Kondensatordruck beträgt $p_0 = 0,2$ at abs. Aus dem Verlauf des Dampf-

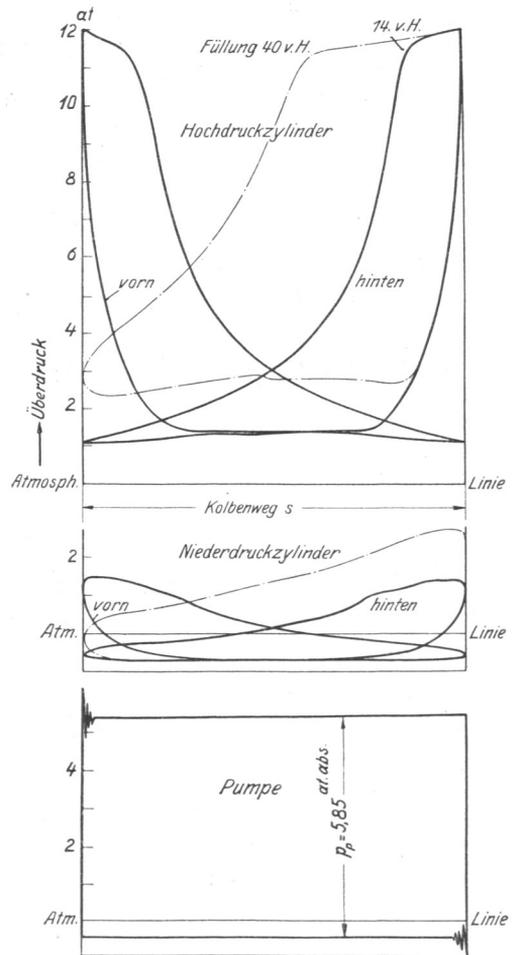


Abb. 143—145. Druckverlauf im Hoch- und Niederdruckzylinder, sowie in der Pumpe der Wasserwerkmaschine, Tafel I.

druckes, Abb. 143 und 144, ergibt sich eine mittlere Aufnehmerspannung von $p_1 = 2,1$ at abs., so daß die größten Kolbenkräfte bei $d = 75$ mm Pumpenstangendurchmesser werden:

Auf der Hochdruckseite:

$$P_h = \left(\frac{\pi \cdot D_h^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) (p - p_1) = \left(\frac{\pi \cdot 45^2}{4} - \frac{\pi \cdot 7,5^2}{4} \right) (13 - 2,1) \approx 16900 \text{ kg,}$$

auf der Niederdruckseite:

$$P_n = \left(\frac{\pi \cdot D_n^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) (p_1 - p_0) = \left(\frac{\pi \cdot 80^2}{4} - \frac{\pi \cdot 7,5^2}{4} \right) (2,1 - 0,2) \approx 9500 \text{ kg.}$$

Am Pumpenkolben werde der spezifische Überdruck, der sich aus der Summe der Saug- und Druckhöhe zu $\frac{h_s + h_d}{10} = 5,6$ at ergibt, wegen der Widerstände um 0,25 at erhöht und der Pumpenkolbendruck mit $p_p = 5,85$ at berechnet:

$$P_p = \frac{\pi}{4} D_p^2 \cdot p_p = \frac{\pi \cdot 28,5^2}{4} \cdot 5,85 \approx 3700 \text{ kg.}$$

Der Summendruck, der infolge der Voreinströmung in den Totlagen der Kurbel auftritt und der für die Festigkeitsrechnung mancher Getriebeteile in Frage kommt, ist

$$P_0 = P_h + P_p = 16900 + 3700 = 20600 \text{ kg.}$$

Mittlere Kolbengeschwindigkeit:

$$c_m = \frac{s \cdot n}{30} = \frac{0,8 \cdot 50}{30} = 1,33 \text{ m/sek.,}$$

Kurbelgeschwindigkeit

$$v = c_{\max} = \frac{\pi \cdot c_m}{2} = 2,095 \text{ m/sek.}$$

Indizierte Leistung der Pumpe:

$$N_i = \frac{2 \cdot P_p \cdot c_m}{75} = \frac{2 \cdot 3700 \cdot 1,33}{75} = 132 \text{ PS}_i.$$

Schwungradgewicht 4900 kg.

Wellengewicht, einschließlich der Zahnräder und Kurbeln 2150 kg.

Die Dampfmaschine wird man in ihren Einzelteilen so durchbilden, daß sie auch für sich allein als Betriebsmaschine benutzt werden kann. Es wurden deshalb aus dem Druckverlauf bei 40% Füllung im Hochdruckzylinder, Abb. 143 und 144, die folgenden Werte berechnet: Aufnehmerspannung im Mittel: 3,7 at abs., größte Kolbenkraft auf der Hochdruckseite:

$$P'_h = \frac{\pi}{4} (45^2 - 7,5^2) (13 - 3,7) = 14400 \text{ kg,}$$

auf der Niederdruckseite

$$P'_n = \frac{\pi}{4} (80^2 - 7,5^2) (3,7 - 0,2) = 17400 \text{ kg.}$$

Indizierte Leistung im Hochdruckzylinder bei $n = 50$ Umdrehungen in der Min. 150 PS, im Niederdruckzylinder 163 PS. (Von einer Erhöhung der Umdrehzahl der Betriebsmaschine, die praktisch in mäßigen Grenzen möglich wäre, ist der Einheitlichkeit der Rechnung wegen abgesehen worden.)

Die Grundlagen für die Durchbildung der Laufkatze, Abb. 146—148, sind: Tragkraft: 20 t, Hubmittel: Drahtseil, Hubhöhe: 11 m, Hubgeschwindigkeit: 4 m in der Min. Die Last soll genau senkrecht gehoben werden können. Zu dem für das Heben und Fahren getrennt zu haltenden Antrieb steht Gleichstrom von 220 Volt Spannung zur Verfügung. Das Gestell ist aus Formeisen zusammenzunieten.

Besonderer Wert ist auf die Möglichkeit leichten und raschen Zusammenbaues und Auseinandernehmens der Teile zu legen. So müssen die inneren, oft gerade empfindlich-

sten Stücke einer Maschine, beispielweise die Ventile einer Pumpe oder einer Kraftmaschine leicht zugänglich sein. Die sie antreibende Steuerung, die beim Nachsehen der genannten Teile meist weggenommen werden muß, soll rasch wieder in richtiger gegenseitiger Lage der Glieder zusammengesetzt werden können. — Die Keile, die vielfach

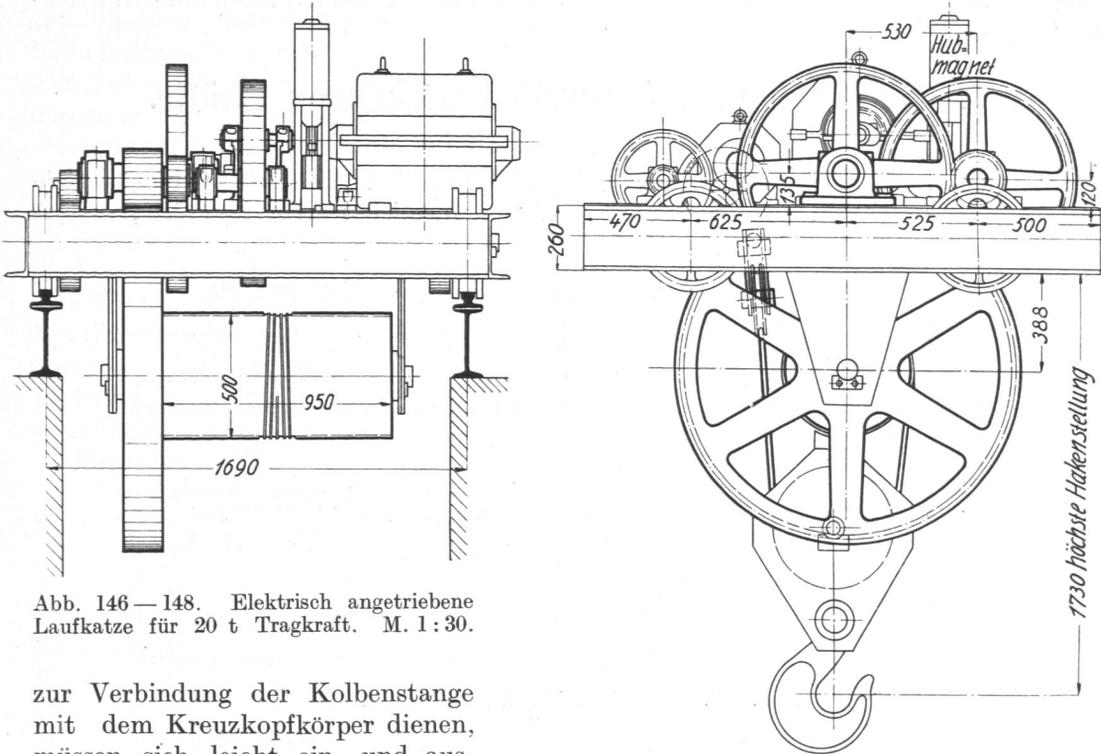
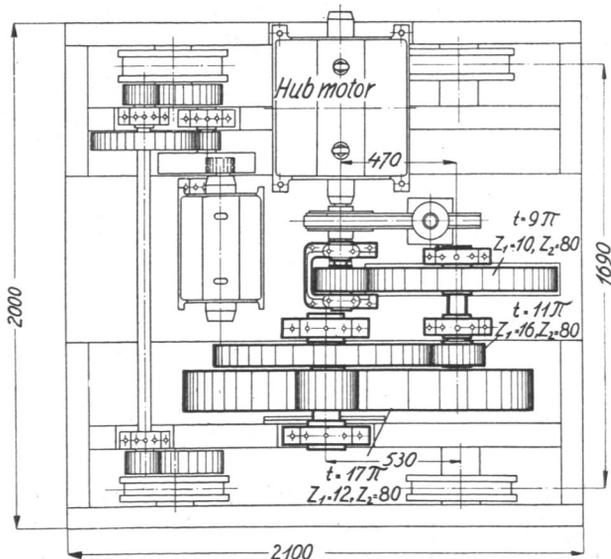


Abb. 146 — 148. Elektrisch angetriebene Laufkatze für 20 t Tragkraft. M. 1:30.

zur Verbindung der Kolbenstange mit dem Kreuzkopfkörper dienen, müssen sich leicht ein- und austreiben lassen. Zu dem Zwecke ist an Bajonettrahmen eine Öffnung in der Gleitbahnwand anzubringen. An dem im Abschnitt 22 durchgebildeten Rahmen für die Wasserwerkmaschine ist dieselbe mit *A* bezeichnet. Falsch wäre die Anordnung der Keile in der senkrechten Mittelebene, in der sie sich überhaupt nicht herausnehmen lassen! — An Stopfbüchsen ist für das Einbringen und Auswechseln der Packung reichlich Raum vorzusehen, die Brille muß also genügend weit zurückgeschoben und das Nachziehen leicht und gefahrlos, gegebenenfalls selbst während des Betriebes vorgenommen werden können.



Beim Entwerfen empfiehlt es sich, alle Teile in der Gebrauchslage darzustellen, in welcher sie an der Maschine Verwendung finden, also: die Schubstange einer stehenden Maschine mit senkrechter Mittellinie, die einer liegenden Maschine mit wagrechter aufzuzeichnen.

Um Verwechslungen von vorn und hinten oder rechts und links zu vermeiden, gleichzeitig, um die Vorstellung des Zusammenhangs zwischen den einzelnen Teilen zu er-

leichtern, benutzt man zweckmäßigerweise durchweg eine und dieselbe Sehrichtung. Liegt auf der Zusammenstellungszeichnung einer Maschine die Kurbelseite links, so wird man auch das Kurbelende der zugehörigen Schubstange beim Entwurf links anordnen. Bei elektrischen Maschinen pflegt man vielfach grundsätzlich der Kollektorseite, bei Werkzeugmaschinen der Antriebseite einen und denselben Platz auf den Zeichnungen anzuweisen.

II. Einfluß der an den Teilen wirkenden Kräfte.

a) Aufnahme und Weiterleitung der Kräfte.

Die an den Maschinenteilen angreifenden Kräfte sollen unmittelbar dort, wo sie entstehen, aufgenommen und auf kürzesten Wegen, möglichst als Längskräfte, weiter-

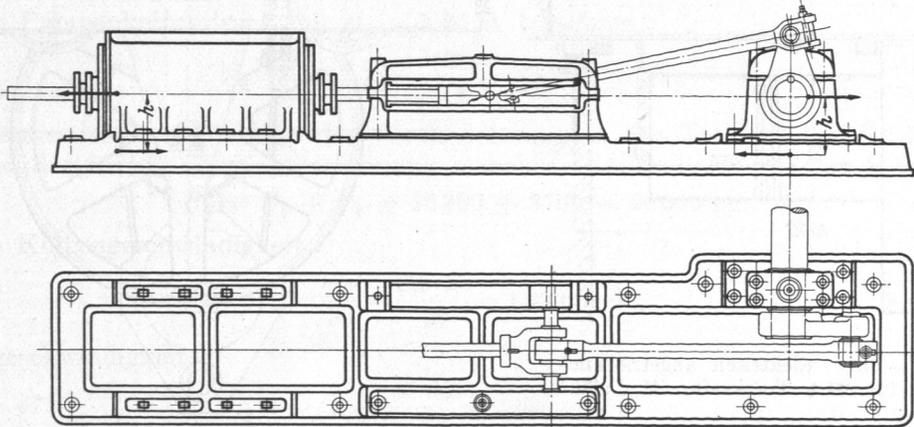


Abb. 149. Dampfmaschine älterer Bauart.

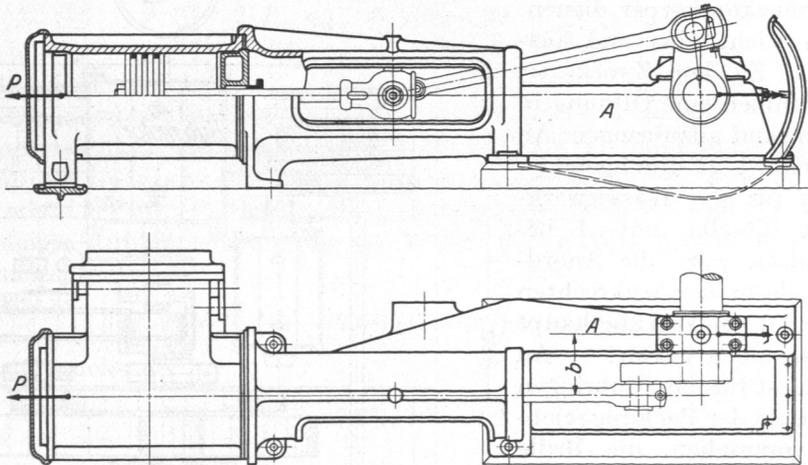


Abb. 150. Dampfmaschine neuerer Bauart.

geleitet und übertragen werden. Umwege oder unnötig große Hebelarme, die Biegemomente erzeugen oder erhöhen, sind zu vermeiden. Lehrreich ist in der Beziehung der Vergleich der älteren und neueren Bauart der Dampfmaschinen, Abb. 149 u. 150. Der Kurbellagerdruck wird in Abb. 149 durch den stark auf Biegung beanspruchten Grundrahmen nach dem Zylinder zurück übertragen und dabei noch durch zahlreiche Zwischenglieder, Schrauben und Stellkeile, geleitet. Demgegenüber nimmt in Abb. 150 der mit dem Lager zusammengewogene Rahmen die Kräfte unmittelbar und unter bedeutender Verringerung des Biegemomentes in der senkrechten Ebene auf. — Die offenen Schubstangenköpfe, sowie der in seitlichen Führungsbahnen laufende Kreuzkopf nach der