

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inv. 15499

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



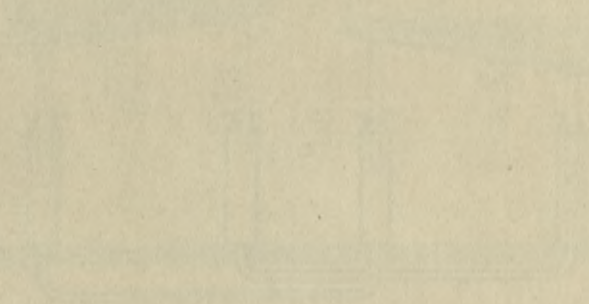
10000301514

Hydraulische Vorlesungen

von Dr. phil. med. Hermann G. Reber

Erster Band

Hydraulik



x
1867

von

Hydraulische Hebungen

und

Trogschleusen mit lothrechtem Hub

von

P. Pfeifer,

Königl. Regierungs-Baumeister,
Privatdozent an der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin.

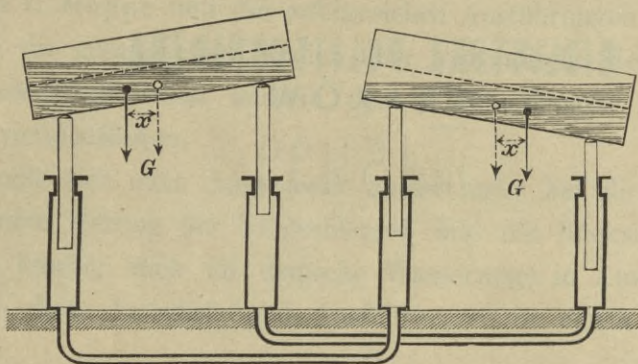


Fig. 72.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Figuren.

Sonder-Abdruck aus den „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses“. 1890.

J. Nr. 18070.

Berlin 1891.

Polytechnische Buchhandlung

A. Seydel

Mohrenstraße 9.



G. 46 / 17

Hydraulische Hebrungen

und

Trogachsen mit lotrechtm Hub

P. Pfeiler

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

III 15499

Akc. Nr. 2050/49

Vorwort.

Als mir vor einigen Jahren von der Verwaltung der städtischen Gasanstalten zu Berlin die durch den Geh. Oberbaurath Schwedler angeregte Aufgabe gestellt wurde, das Kuppeldach eines Gasbehältergebäudes unter gleichzeitiger Aufführung der Ringmauern mittels hydraulischer Pressen zu heben, wurde ich zuerst auf das noch wenig bearbeitete Gebiet geführt, welches die vorliegende Abhandlung umfaßt. Die glückliche Lösung der Aufgabe durch die gesteuerten Pressen der Firma C. Hoppe und die erfolgreichen Ausführungen zweier Hebungen veranlaßten mich, die gesammelten Studien über hydraulische Hebungen mit mehreren Pressen zusammenzufassen und in den „Verhandlungen des Vereines für Gewerbfleiß“ zu veröffentlichen.

Dabei drängte sich mein Augenmerk immer mehr auf die zahlreichen Entwürfe zur lothrechten Hebung der Trogschleusen und mit Rücksicht darauf, daß die Trogschleusen künftig auch für deutsche Wasserwege in Anwendung kommen werden, habe ich diese Entwürfe und Ausführungen in einem besonderen Abschnitte behandelt.

Auf mehrfache Anregung übergebe ich die Abhandlung in Buchform der Oeffentlichkeit und glaube damit den Wünschen der Fabrikanten, der Bauingenieure und der Studirenden nachzukommen.

Berlin im Januar 1891.

Der Verfasser.

Inhalt.

| | Seite |
|---|-------|
| Einleitung | 1 |
| Gleichgewicht eines starren Körpers auf mehreren hydraulischen Kolben | 2 |
| Verschiedene Führungsarten bei labiler Gleichgewichtslage eines Körpers | 8 |
| Getrennte Cylindergruppen mit getrennten Druckwasserleitungen | 9 |
| Gießereikrahn von Gruson | 10 |
| Erhöhung des Kriegerdenkmals auf dem Kreuzberge zu Berlin | 10 |
| Schiffshebewerk in dem Victoriadock zu London | 11 |
| Projekt eines Schiffshebewerkes von Clark & Standfield | 12 |
| Geschlossene Druckwasserleitungen | 14 |
| Hydraulische Parallelführung | 26 |
| Cylindergruppen mit gemeinsamer Druckwasserleitung | 33 |
| Steuerung durch die Hand eines Arbeiters | 34 |
| Steuerung durch eintretende Schiefklagen des Körpers | 35 |
| Hydraulische Pressen mit Stellsteuerung | 37 |
| Die Hebung von Kuppeldächern für Gasbehältergebäude | 41 |
| Schiffshebewerk von Dickey | 47 |
| <hr/> | |
| Lothrechte Hebung von Trogschleusen. | |
| Bedingungen für die Gleichgewichtslage eines Schleusentroges | 50 |
| Verschiedene Arten der Hebung und Gewichtsausgleichung | 52 |
| Gewichtsausgleichung unter Anwendung von Zugorganen. | |
| Trogschleuse im Gr. Western-Kanal bei Taunton | 52 |
| Entwurf einer Trogschleuse von L. Barret | 54 |
| Gewichtsausgleichung unter Anwendung von Druckorganen. | |
| Die Trogschleuse zu Anderton von E. Clark | 55 |
| Die Trogschleuse bei Les Fontinettes | 58 |
| Die Trogschleuse bei La Louvière | 60 |
| Entwurf einer Trogschleuse von S. Duer | 61 |
| Entwurf einer Trogschleuse von E. Clark für Heuilly Cotton | 63 |
| Entwurf einer Trogschleuse von E. Bellingrath | 63 |
| Patent von Frank John Meyer & W. Wernigh | 65 |
| Vorschläge von Ruprecht | 66 |
| Vorschläge von Brennecke | 66 |
| Die Entwürfe von Hoppe | 66 |
| Entwurf von M. Seiler | 71 |
| Gewichtsausgleichung durch Schwimmer. | |
| Die Entwürfe von Fr. Jebens | 73 |
| Entwurf von M. Seyrig | 75 |
| Entwurf vom Grusonwerk | 75 |

Unter den Hebezeugen haben sich diejenigen mit hydraulischer Kraftübertragung in den letzten Jahrzehnten ungemein schnell verbreitet, so daß sie jetzt für alle größeren Anlagen mit weit verzweigter Kraftabgabe in erster Linie in Betracht kommen. Die bequeme Kraftvertheilung, die einfachen leicht zu bedienenden Apparate, die stete Bereitschaft jedes einzelnen Hebezeuges, die große Betriebssicherheit und die geringen Abnützungen und Reparaturen sind Vorzüge, welche von anderen Hebezeugen bisher nicht erreicht worden sind. Die Bestrebungen, bei vorhandenen Hochdruckwasserleitungen möglichst alle Arbeiten durch das Druckwasser zu verrichten, haben bereits eine Menge von Kombinationen der an sich einfachen Apparate und eine große Anzahl von Konstruktionen zur möglichst ökonomischen Verwerthung des hochgepressten Wassers hervorgerufen. Vor Allem sind es die großen Lasten, welche man auf hydraulischem Wege zu heben sucht, denn bei diesen tritt die Einfachheit und Wohlfeilheit der Anlagen am meisten hervor. Nun sind aber bei großen Lasten, wie z. B. bei Brücken, bei großen Plattformen und Bühnen aller Art, bei Schleusenammern und endlich bei ganzen Bauwerken mehrere, ja oft eine große Anzahl von Angriffspunkten der Hebekräfte nothwendig oder erwünscht und bedingen die Anordnung mehrerer gleichzeitig arbeitender hydraulischer Pressen in größeren oder geringeren Entfernungen. Da aber das Gleichgewicht eines Körpers auf mehreren hydraulischen Pressen im Allgemeinen labil ist, so sind bisher verhältnißmäßig wenig solcher mehrstempligen Hebezeuge zur Ausführung gekommen. Ja man hat selbst große Hebebühnen und Schleusenammern nur mit einem einzigen Hebekolben ausgerüstet, und hat schwere freitragende Eisenkonstruktionen nicht gescheut, um diesen Uebelstand zu umgehen. Andere Körper, wie ganze Bauwerke oder leichte, nur einmal zu hebende elastische Eisenkonstruktionen gestatten eine solche Vereinigung des Kraftangriffes nicht, sondern verlangen eine Unterstützung an mehreren Punkten. Das Bedürfnis, mehrstemplige Hebezeuge anzuwenden, wächst mit der Verbreitung der hydraulischen Anlagen und es sind neuerdings neben einigen Ausführungen eine Reihe von Vorschlägen gemacht worden, welche diese Lücke in der Verwendung hydraulischer Hebungen ausfüllen sollen. Die Aufgabe, einen Körper auf beliebig vielen gleichzeitig arbeitenden hydraulischen Pressen stabil zu lagern und wagerecht zu heben und zu senken, kann auch in vollem Umfange als gelöst angesehen werden.

Es ist Zweck dieser Arbeit, die bisherigen Vorschläge, Projekte und Ausführungen zusammenzustellen, um bei den verschiedenartigen Aufgaben die geeignetste Lösung leicht ausfindig zu machen. Desgleichen sollen neue Kombinationen und Vorschläge, wie sie sich aus der eingehenden Betrachtung dieses, bis jetzt wenig behandelten Kapitels ergeben, Aufnahme finden. Einer besonderen Kritik sollen schließlich die Vorschläge zur lothrechten Hebung von Schiffsschleusen unterzogen werden. Bevor jedoch die verschiedenen Konstruktionen besprochen werden, soll der Gleichgewichtszustand eines starren Körpers auf mehreren hydraulischen Kolben näher untersucht werden.

Gleichgewicht eines starren Körpers auf mehreren hydraulischen Kolben.

Man denke sich eine beliebige Anzahl lothrecht geführter hydraulischer Kolben I, II, III . . . von verschiedenem Durchmesser $D_1, D_2, D_3 \dots D_n$. Das Druckwasser

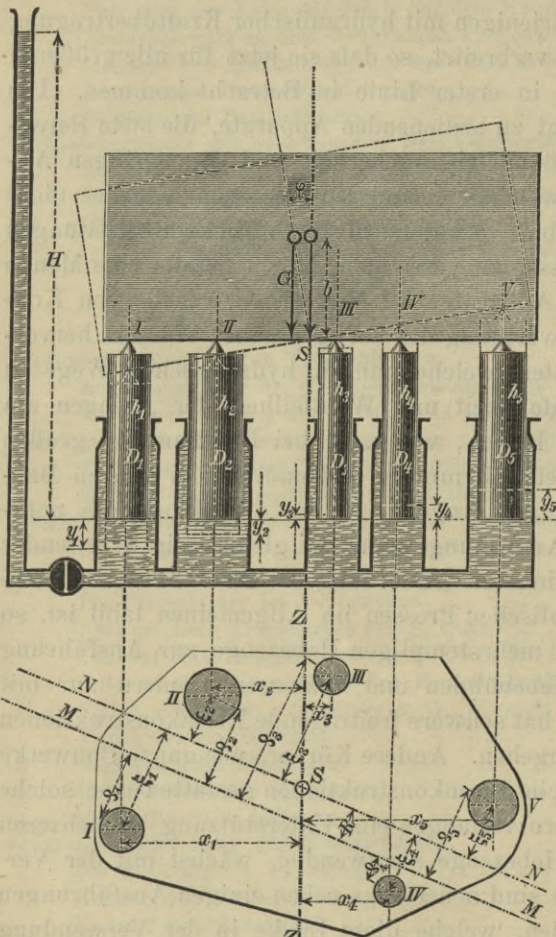


Fig. 1.

kommunicire in sämtlichen Cylindren und werde, wie in Fig. 1 angedeutet, durch eine absperzbare Wassersäule H erzeugt. Es soll in der allgemeinen Untersuchung angenommen werden, daß die Kolben gewichtslos sind und daß sie in den Liderungen und Führungen ohne Reibung gleiten. Bei geöffnetem Steigerrohr soll alsdann ein beliebig geformter starrer Körper mit ebener Grundfläche und dem Gewichte G so auf die Köpfe der Kolben gelegt werden, daß er sich im Gleichgewicht befindet, und daß sich die Auflagerfläche wagerecht einstellt. Eine solche Gleichgewichtslage ist stets möglich, da die Kräfte der Presscylinder der Schwerkraft des Körpers genau parallel, aber entgegengesetzt gerichtet sind. Die Wassersäule in dem Steigerrohre H wird sich so einstellen, daß die Summe aller Kolbendrucke gleich dem Gewichte G des Körpers ist. Bei einem spezifischen Gewichte γ des Wassers oder der Druckflüssigkeit wird für n Pressen

$$1. \quad \Sigma \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot H \cdot \gamma = G.$$

Ferner muß die Summe der Momente aller Kolbendrucke bezogen auf eine beliebige Achse MM gleich dem Momente der Schwerkraft des Körpers sein.

$$\Sigma \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot \gamma \cdot H \cdot \varrho_n = G \cdot R,$$

worin $\varrho_1 \varrho_2 \dots \varrho_n R$ die lothrechten Entfernungen der Kraftangriffspunkte von der Drehachse MM bezeichnen. Bezieht man die Momente auf eine Achse NN , die durch den Spurpunkt S der Schwerkraft hindurchgeht, so wird R gleich Null und die Gleichung geht über in:

$$\Sigma \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot \gamma \cdot H \cdot \xi_n = 0$$

oder

$$2. \quad \Sigma D_n^2 \cdot \xi_n = 0.$$

Stört man bei abgeschlossenem Steigerrohr das Gleichgewicht des Körpers, so wird die Auflagerfläche eine schiefe Lage annehmen. Einige der Kolben werden um die Strecke $y_1 y_2 \dots$ in die Cylinder eindringen, andere um die Strecken $y_4 y_5 \dots$ heraustreten. Da das Wasser in den Cylindern vollständig abgeschlossen ist, so muß die Summe der Kolbenverdrängungen stets Null bleiben, und es wird:

$$\Sigma y_n \cdot \frac{\pi D_n^2}{4} = 0$$

oder

$$\Sigma D_n^2 \cdot y_n = 0.$$

Bezeichnet man die Schnittlinie der schiefen Auflagerfläche mit der ursprünglichen wagerechten Fläche mit ZZ , den Winkel, den beide mit einander bilden, mit φ und die lothrechte Entfernung der Kolbenangriffspunkte von der Schnittlinie mit $x_1 x_2 \dots x_n$, so wird

$$\frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2} = \dots = \frac{y_n}{x_n} = \operatorname{tg} \varphi$$

$$y_1 = x_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad y_2 = x_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi \dots$$

Diese Werthe in die obige Gleichung eingesetzt, giebt:

$$\Sigma D_n^2 \cdot x_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0$$

3.

$$\Sigma D_n^2 \cdot x_n = 0.$$

Diese Beziehung ist aber gleichwerthig mit der Gleichung 2. Sie kann daher nur stattfinden für eine Achse, die durch den Spurpunkt S der Schwerkraft hindurchgeht,

Der Körper kann auf den Kolben nur so geneigt werden, dafs sich die Auflagerebene um eine horizontale Achse dreht, welche durch den Spurpunkt der Schwerkraft hindurchgeht.

Durch die Störung des Körpers aus seiner ursprünglichen Gleichgewichtslage wird sein Schwerpunkt bei einer Entfernung b von der Auflagerfläche in horizontaler Richtung um die Strecke $b \cdot \sin \varphi$ verschoben und es entsteht ein Kippmoment von der Größe $G \cdot b \cdot \sin \varphi$, welches den Körper weiter zu drehen bestrebt ist. Andererseits wirkt auf die Kolbenunterflächen nicht mehr die konstante Wasserhöhe H , sondern die um $y_1 y_2 y_3 \dots y_n$ vermehrten bzw. verminderten Druckhöhen, welche stets ein den Körper aufrichtendes Moment erzeugen. Soll sich der Körper nach eingeleiteter

Störung wieder im Gleichgewicht befinden, so müssen sich beide Drehmomente aufheben. Die Bedingung für das indifferente Gleichgewicht ist also ausgedrückt durch die Gleichung:

$$\frac{\pi D_1^2}{4} \cdot (H + y_1) \cdot \gamma \cdot x_1 + \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot (H + y_2) \cdot \gamma \cdot x_2 - \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot (H - y_3) \cdot \gamma \cdot x_3 - \frac{\pi D_4^2}{4} \cdot (H - y_4) \cdot \gamma \cdot x_4 + \dots = G \cdot b \cdot \sin \varphi$$

oder: 4.

$$\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot H \cdot [D_1^2 \cdot x_1 + D_2^2 \cdot x_2 - D_3^2 \cdot x_3 - D_4^2 \cdot x_4 + \dots] + \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot [y_1 x_1 D_1^2 + y_2 x_2 \cdot D_2^2 + y_3 x_3 D_3^2 + \dots] = G \cdot b \cdot \sin \varphi$$

oder:

$$\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot H \cdot \Sigma D_n^2 \cdot x_n + \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma y_n x_n D_n^2 = G \cdot b \sin \varphi.$$

Es ist zu beachten, daß die Summe $\Sigma y_n x_n D_n^2$ nur positive Glieder enthält. Nach Gleichung 3 ist aber $\Sigma D_n^2 x_n = 0$, mithin geht die Bedingungsgleichung für das indifferente Gleichgewicht über in:

$$5. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma y_n x_n \cdot D_n^2 = G \cdot b \cdot \sin \varphi.$$

Soll der Körper nach eingeleiteter Störung in seine ursprüngliche Lage zurückgetrieben werden, soll also stabiles Gleichgewicht vorhanden sein, so muß:

$$6. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma y_n x_n \cdot D_n^2 > G \cdot b \sin \varphi.$$

Kippt der Körper nach eingeleiteter Störung um, so befindet sich derselbe im labilen Gleichgewicht. Es ist alsdann

$$7. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma y_n x_n \cdot D_n^2 < G \cdot b \sin \varphi.$$

Da die Druckhöhe H in diesen Gleichungen nicht vorkommt, so gelten die Bedingungen für alle Kolbenstellungen, also auch während des Hebens und Senkens. Von besonderem Interesse ist der Fall, in welchem sich der Körper im stabilen Gleichgewicht befindet, denn zur wagerechten Hebung und Senkung sind alsdann keine besonderen Führungskonstruktionen erforderlich. Die Bedingungsgleichung 6 soll daher weiter erörtert werden. Wie schon oben erwähnt wurde, besteht die Summe auf der linken Seite aus lauter positiven Summanden und giebt stets einen positiven Werth. Das Moment der Kolbenverdrängungen ist also immer ein aufrichtendes. Es wächst mit den Kolbendurchmessern und mit der Entfernung der Kolbenangriffspunkte von der Drehachse. Je größer aber die Kolbendurchmesser gewählt werden, desto geringer fällt für ein und dasselbe Körpergewicht die Druckhöhe H aus und man kann allgemein sagen:

„Das aufrichtende Moment, welches durch die Kolbenverdrängungen hervorgerufen wird, ist um so größer, je geringer die Druckhöhen und je größer die Abstände der Pressen von der Drehachse der Auflagerfläche ausfallen.“

Die Stabilität des Körpers ist ferner abhängig von dem Momente der rechten Seite der Gleichung $G \cdot b \cdot \sin \varphi$. Wird dasselbe durch irgend einen Faktor zu Null, oder wird es negativ, so ist immer stabiles Gleichgewicht vorhanden. Dies kann eintreten:

- a) Wenn $G = 0$ ist. Das heißt, die unbelasteten und gewichtslosen Kolben schwimmen stets wagerecht auf der Flüssigkeitsoberfläche.
- b) Wenn G negativ und b positiv wird.

Dies kann eintreten bei saugenden Plungerkolben, wie in Fig. 2 skizzirt, oder bei Scheibenkolben nach Fig. 3. Bei letzteren ist jedoch zu bemerken, daß die ent-

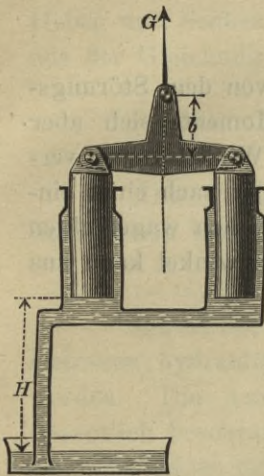


Fig. 2.

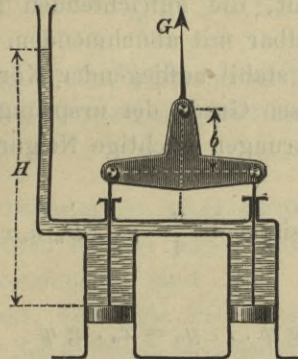


Fig. 3.

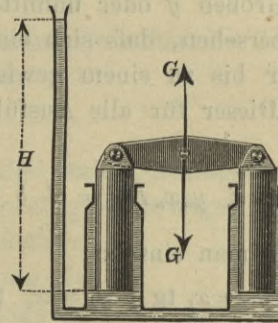


Fig. 4.

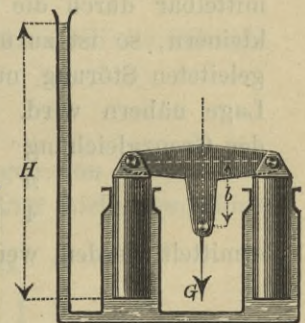


Fig. 5.

gegengesetzte Belastung der Kolben das Moment der linken Seite umkehrt, so daß erst stabiles Gleichgewicht stattfindet, wenn

$$G \cdot b \cdot \sin \varphi > \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum y_n x_n D_n^2$$

- c) Wenn $b = 0$.

Wir haben den, in Fig. 4 dargestellten Fall, in welchem G positiv oder negativ, d. h. nach oben oder nach unten gerichtet sein kann.

- d) Wenn b negativ wird.

Der Schwerpunkt des Körpers liegt, wie in Fig. 5 angegeben, unter der Auflagerfläche. Hier wirken beide Drehmomente aufrichtigend. Durch Vergrößerung von b , also durch Tieflegung des Schwerpunktes läßt sich jeder gewünschte Grad der Stabilität erreichen.

Bisher ist die Manschetten- und Führungsreibung der Kolben gänzlich vernachlässigt worden. Bezeichnet man mit $h_1 h_2 h_3 \dots h_n$ die Druckhöhen, welche durch die Reibung der einzelnen Kolben verloren gehen, so hat man in die Gleichungen 5, 6 und 7 das, der Bewegung widerstehende Reibungsmoment:

$$\sum \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot h_n \cdot \gamma \cdot x_n$$

hinzuzufügen. Die Bedingungen für das indifferente Gleichgewicht werden erfüllt durch alle Gleichungen, welche zwischen den Grenzen

$$8. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum y_n x_n D_n^2 = G \cdot b \sin \varphi \pm \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 h_n x_n$$

liegen.

Die Bedingungsgleichung für das stabile Gleichgewicht geht über in:

$$9. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum y_n x_n D_n^2 > G \cdot b \sin \varphi + \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 h_n x_n$$

und diejenige für das labile Gleichgewicht in:

$$10. \quad \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum y_n x_n D_n^2 < G \cdot b \sin \varphi - \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 \cdot h_n x_n.$$

Erwägt man, daß das widerstehende Moment unabhängig von dem Störungswinkel stets einen konstanten Werth behält, die aufrichtenden Momente sich aber mittelbar durch die Größen y oder unmittelbar mit abnehmendem Winkel von φ verkleinern, so ist zu übersehen, daß sich ein stabil aufliegender Körper nach einer eingeleiteten Störung nur bis zu einem gewissen Grade der ursprünglichen wagerechten Lage nähern wird. Dieser für alle Ausführungen wichtige Neigungswinkel kann aus der Grenzgleichung

$$\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum y_n x_n D_n^2 = G \cdot b \sin \varphi' + \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 h_n x_n$$

ermittelt werden, wenn man einsetzt:

$$y_1 = x_1 \operatorname{tg} \varphi \quad y_2 = x_2 \operatorname{tg} \varphi \dots y_n = x_n \operatorname{tg} \varphi$$

und die Annäherung $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$ zuläßt

$$\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sum x_n^2 D_n^2 = G \cdot b \operatorname{tg} \varphi' + \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 h_n x_n$$

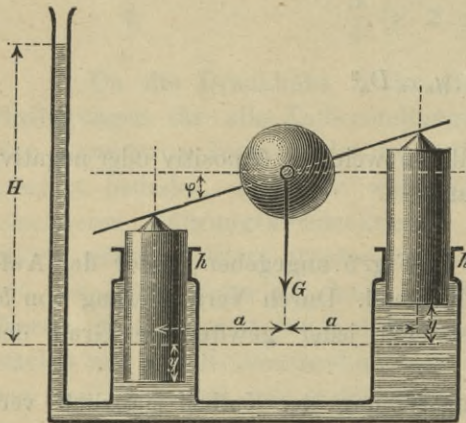


Fig. 6.

$$11. \quad \operatorname{tg} \varphi' = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum D_n^2 h_n x_n}{\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \sum x_n^2 \cdot D_n^2 - G \cdot b}$$

Haben wir z. B. zwei Kolben mit gleichen Durchmessern D und gleichen Reibungshöhen h , und liegt der Schwerpunkt des Körpers in der Verbindungslinie der Kolbenangriffspunkte, wie in Fig. 6, so wird

$$b = 0 \quad x_1 = x_2 = a.$$

Für $\operatorname{tg} \varphi'$ erhalten wir

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot h \cdot a}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot a^2} = \frac{h}{a}$$

Jeder Kolben wird nach eingeleiteter Störung um die Reibungshöhe von der ursprünglichen Lage zurückbleiben.

Die wagerechte Hebung und Senkung wird durch die Manschetten- und Führungsreibung sehr beeinflusst, so daß sich nur wenig Fälle finden werden, in welchem diese Abweichungen von der wagerechten Lage unschädlich sind.

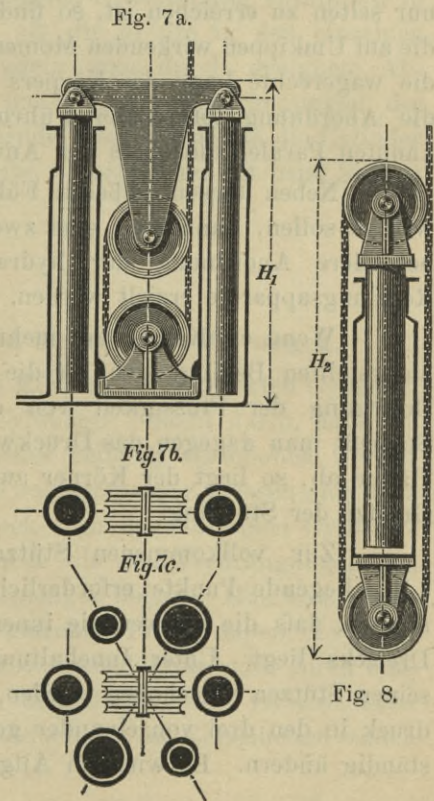
Fällt dagegen, wie in Fig. 5, der Schwerpunkt des Körpers unter die Auflagerfläche, so kann das aufrichtende Moment $G \cdot b \cdot \sin \varphi$ im Verhältniß zu dem widerstehenden Reibungsmoment so groß werden, daß der Abweichungswinkel für die Ausführung zulässig ist. Bei kleinen Kolbendurchmessern und großem negativen b wird man in den Gleichungen 8, 9 und 10 das Moment $\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma D_n^2 \cdot y_n x_n$ gegen das Moment $G \cdot b \cdot \sin \varphi$ vernachlässigen können. Der Winkel φ' , um welchen der Körper beim Heben und Senken aus der wagerechten Lage abweichen kann, bestimmt sich alsdann aus der Gleichung:

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot \gamma \cdot \Sigma D_n^2 \cdot h_n x_n}{G \cdot b}$$

„Der Störungswinkel wird um so kleiner, je näher die Pressen um die Schwerlinie des zu hebenden Körpers gruppiert sind.“

Soweit mir bekannt ist, sind derartige stabile Auflagerungen von Körpern auf mehreren hydraulischen Kolben ohne anderweitige Führungen bisher nicht ausgeführt worden. Die Anwendungen sind auch dadurch wesentlich beschränkt, daß jede Verschiebung des Angriffspunktes der Schwerkraft eine Schiefelage des Körpers hervorruft, und daß sich für große Kolbenentfernung die oben erwähnte Anordnung mit tief liegendem Schwerpunkte nur durch kostspielige Trägerkonstruktion ausführen läßt. Für kleine Kolbenentfernungen an mehrstempligen Pressen und Hebezeugen werden sich jedoch manche zweckmäßige Anordnungen treffen lassen.

Für mehrfache Treibkolben an hydraulischen Krahen mit Hubmultiplikator wird sich die in Fig. 7 skizzierte Anordnung, bei welcher sich der Hubmultiplikator zwischen zwei gleich großen, mit einander kommunizierenden Cylindern befindet, wohl eignen. Die festen Rollen sind auf der Grundplatte gelagert, während die losen Rollen in einer T-förmigen Traverse hängen, die sich auf die Köpfe der beiden Presskolben auflegt. Durch diese Anordnung wird, gegenüber der allgemein üblichen Konstruktion, die vergleichsweise in Fig. 8 dargestellt ist, erheblich an Längenausdehnung in der Hubrichtung gespart. Ein Vergleich der Fig. 7 a und 8 läßt erkennen,



dafs die Längenausdehnung der gleichwerthigen Mehrcylinder-Anordnung (in Fig. 7) bei eingezogenen Kolben nur $\frac{2}{3}$, bei ausgezogenen Kolben nur $\frac{3}{4}$ der Längenausdehnung der Eincylinder-Anordnung beträgt. Da es oft vorkommt, dafs groÙe Längenausdehnungen unbequem sind, so wird dieser Vortheil vielleicht genügen, um die vorgeschlagene Anordnung in einzelnen Fällen auszuführen. Es ist ferner ohne weiteres ersichtlich, dafs auch an Kettenlänge erheblich gespart wird. Hierzu kommt, dafs man die bei allen neueren hydraulischen Anlagen angestrebte Veränderlichkeit der Hubkraft eines Krahnens auf einfache Weise mittelst beliebig vieler symmetrisch um die Mittelkraft des Hubmultiplikators gruppirte Kolbenpaare zur Ausführung bringen kann. In dem zweiten GrundriÙ in Fig. 7 sind drei Cylinderpaare in der Peripherie eines Kreises angeordnet, jedoch ist die Anordnung vollständig beliebig und die Cylinderpaare können auch neben einander in einer geraden Linie Aufstellung finden. Werden die Presskolben paarweise gleich, im Uebrigen aber mit den entsprechenden Abstufungen ausgeführt, so läÙt sich jede vorgeschriebene Veränderlichkeit der Hubkraft durch Kombination der einzelnen Paare ausführen. Die ausgeschalteten Kolben müssen, wie bei allen mehr cylindrischen Pressen, Wasser aus der Abflufsleitung ansaugen.

Verschiedenartige Führungsarten bei labiler Gleichgewichtslage eines Körpers.

Da eine stabile Auflagerung eines Körpers auf mehreren hydraulischen Kolben nur selten zu erreichen ist, so findet man fast überall besondere Konstruktionen, welche die auf Umkippen wirkenden Momente aufnehmen und während des Hebens und Senkens die wagerechte Lage des Körpers sichern. Am einfachsten und am verbreitetsten ist die Anordnung lothrechter Führungsschienen, jedoch können auch alle anderen bekannten Parallelführungen zur Anwendung gelangen.

Neben diesen äußeren Führungskonstruktionen, welche hier nicht untersucht werden sollen, kann man eine zweite Art von Führungen unterscheiden, welche durch besondere Anordnung der hydraulischen Druckorgane bzw. durch eingeschaltete Regelungsapparate erzielt werden.

Wenn ein Körper auf mehreren hydraulischen Kolben liegt, so bleiben die oben aufgestellten Bedingungen für die Gleichgewichtslage so lange bestehen, als eine freie Bewegung der Flüssigkeit von einem Cylinder zu dem anderen stattfinden kann. Schließt man dagegen das Druckwasser in den einzelnen Cylindern durch Ventile oder Hähne ab, so liegt der Körper auf unverrückbar festen Punkten auf, und es gelten die Gesetze der Stützung.

Zur vollkommenen Stützung sind mindestens drei, nicht in einer geraden Linie liegende Punkte erforderlich, welche zu dem Körper eine solche Lage haben müssen, dafs die Schwerlinie innerhalb des von den drei Auflagerpunkten gebildeten Dreiecks liegt. Unter Innehaltung dieser Bedingung kann der Körper beliebig auf seinen Stützen verschoben werden, ohne seine stabile Lage zu verlieren. Der Wasserdruck in den drei von einander getrennten Cylindern wird sich bei dieser Verschiebung ständig ändern. Er wird im Allgemeinen in den drei Cylindern verschieden sein und

nur für diejenige Lage des Körpers, für welche bei kommunizirenden Cylindern Gleichgewicht stattfindet, wird der Wasserdruck überall gleich groß ausfallen.

Will man die Bedingung der Stützung für beliebig viele Cylinder aufstellen, so hat man zu berücksichtigen, daß beliebig viele Kolben, deren Cylinder mit einander kommunizieren, durch einen einzigen resultirenden Kolben ersetzt werden können, wenn die Summe aller Kolbenflächen gleich der resultirenden Kolbenfläche ist und wenn der Schwerpunkt aller Kolbenflächen mit demjenigen des resultirenden Kolbens zusammenfällt. Es ist also für eine größere Anzahl von Pressen nicht erforderlich, alle einzelnen Cylinder abzusperrern, sondern es genügt, wenn man drei getrennte Cylindergruppen bildet derart, daß die drei resultirenden Kolben den obigen Bedingungen entsprechen. Was für die Wasserpressung in den drei einzelnen Cylindern galt, das gilt alsdann für die drei Cylindergruppen.

Wenn man nun beim Heben und Senken des Körpers die so hergestellte stabile Lage des Körpers erhalten will, so darf man in keinem Augenblicke ein freies Ueberströmen des Wassers zwischen den getrennten Cylindergruppen zulassen, denn aus den Cylindern, in denen sich ein höherer Druck befindet, würde das Wasser austreten und in die Cylinder mit niederem Druck überfließen. Der Körper würde kippen.

Die stabile Lage des Körpers kann während des Hebens und Senkens erhalten werden:

- a) Durch getrennte Cylindergruppen mit getrennten Druckwasserleitungen.
- b) Indem man das Wasser aus einer gemeinsamen Druckleitung entnimmt, in welcher die Wasserpressung größer ist, als die größte in den einzelnen Gruppen vorkommende Pressung, und indem man durch geeignete Abflussvorrichtungen dafür sorgt, daß nur die, den Verdrängungen der Kolben bei wagerechter Hebung entsprechende Wassermenge in die Cylinder gelangen kann bezw. in den Cylindern bleibt. Desgleichen ist beim Senken die Abflussmenge entsprechend zu regeln.

a) Getrennte Cylindergruppen mit getrennten Druckwasserleitungen.

Ein wesentlicher Vortheil der Auflagerung eines Körpers auf getrennten Cylindergruppen, gegenüber derjenigen auf kommunizirenden Cylindern, besteht darin, daß der Schwerpunkt des Körpers innerhalb des Auflagerdreieckes beliebig verschoben werden kann, ohne eine Schiefelage herbeizuführen. Die Druckwassererzeuger müssen sich aber den damit verbundenen Veränderungen des Wasserdruckes in den einzelnen Cylindergruppen anpassen können und müssen bei jedem Drucke die den Verdrängungen der Kolben bei wagerechter Hebung entsprechenden Wassermengen liefern. Man kann diese Bedingungen auf mehrfache Weise erfüllen, z. B. durch getrennte Presspumpen, die jederzeit gezwungen sind, die entsprechende Anzahl von Hüben auszuführen, oder durch eine Gruppe von Akkumulatoren, deren Belastungen sich selbstthätig den verschiedenen Wasserpressungen anpassen. Die nachfolgenden Beispiele werden die Einzelheiten beider Anordnungen weiter erkennen lassen.

Gießereikrahn von Gruson.

Als ein etwas rohes Beispiel einer wagerechten Hebung kann das, auf den Köpfen zweier Presskolben ruhende Querhaupt des in Fig. 9 skizzirten Gießereikrahnes

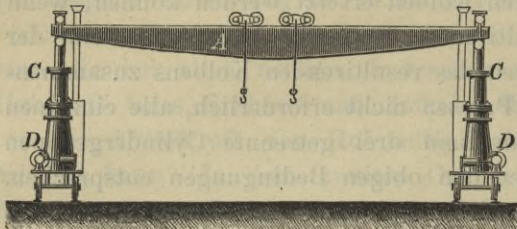


Fig. 9.

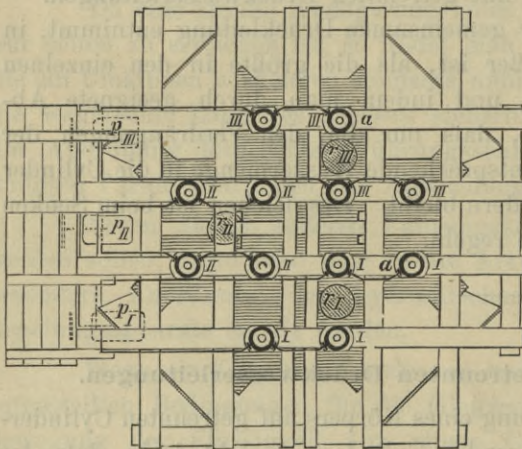
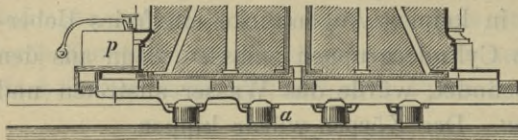


Fig. 10.

von Gruson*) angeführt werden. Die Schwerlinie des zu hebenden Körpers schneidet in jeder Lage die Verbindungslinie beider Auflagerpunkte, so daß der nach den aufgestellten Bedingungen erforderliche dritte Punkt dadurch in Wegfall kommen kann. Das Druckwasser für die beiden hydraulischen Hebepressen C wird durch zwei getrennte Dampfpumpen D erzeugt. Jede Hebepresse ist mit der zugehörigen Dampfpumpe und dem Kessel auf einem kleinen Wagen angeordnet. Die Geschwindigkeit der Dampfpumpen wird durch zwei Maschinen während des Hebens und Senkens so regulirt, daß das Querhaupt in annähernd wagerechter Lage bleibt. Desgleichen wird die Senkung mittelst getrennter Ablaßventile durch die Hand des Arbeiters geregelt. Eine genaue wagerechte Lage läßt sich auf diese Weise schwer erreichen. Sie ist im vorliegenden Falle auch nicht erforderlich.

Erhöhung des Krieger-Denkmal auf dem Kreuzberge zu Berlin.**)

Eine viel genauere wagerechte Hebung war bei der Erhöhung des Kriegerdenkmals auf dem Kreuzberg zu Berlin im Jahre 1878 erforderlich. Das im Jahre 1821 errichtete Denkmal besteht aus einem gußeisernen Mantel, welcher an einem eisernen Innen-

gerüst befestigt und durch Ausmauerung versteift ist. Das Denkmal sollte nach fast fünfzigjährigem Bestehen abgebrochen und auf einem 8 m höheren Unterbau wieder errichtet werden. Die Schrauben und Nietverbindungen waren jedoch derart festgerostet, daß ein Auseinandernehmen desselben nicht mehr möglich war und man mußte sich dazu entschließen, das Denkmal, welches etwa 190 800 kg wiegt, im Ganzen zu heben. Die Hebung wurde nach einem Projekte des Geheimen Ober-Baurath Schwedler unter Anwendung hydraulischer Pressen ausgeführt.

In Fig. 10 ist ein Grundriß und ein Schnitt durch den unteren Theil des Denk-

*) Ernst, Hebezeuge.

**) Zeitschrift für Bauwesen 1879 Seite 418 Bl. 58 u. 59.

mals mit den hydraulischen Pressen dargestellt. Die Pressen sind unter 4 starken eichenen Balken so befestigt, daß bei der Zuführung des Druckwassers die Kolben nach unten austreten. Ueber den Balken, welche die Pressen tragen, sind 6 eichene Querbalken angeordnet, welche den Druck gegen die Unterfläche des Denkmals vermitteln. Die Pressen wurden gleichzeitig mit den Balken in entsprechend ausgearbeitete Kanäle des Fundamentes eingeschoben.

Wie aus dem Grundrifs ersichtlich ist, sind die 12 Pressen *a* symmetrisch um die Achse des Denkmals vertheilt und so zu drei Gruppen von je 4 Pressen vereinigt, daß der in den allgemeinen Betrachtungen erwähnte Fall erreicht ist, in welchem der Wasserdruck in den drei Gruppen gleich groß ausfällt. Die drei resultirenden Pressen *r_I* *r_{II}* *r_{III}*, welche an die Stelle der drei Gruppen treten könnten, sind in dem Grundrifs punktirt angegeben. Die Auflösung dieser drei Pressen in je 4 einzelne Pressen wurde lediglich durch die Nothwendigkeit einer gleichförmigen Druckübertragung auf den ganzen Querschnitt bedingt.

Die gleichmäßige Zuführung des Druckwassers zu den drei Cylindergruppen erfolgte durch gleichzeitige Bewegung dreier Handpumpen *p₁* *p₂* *p₃*. Die lothrechte Stellung wurde während der Hebung durch drei Wasserwagen beobachtet. Auch durch die an den drei Cylindergruppen angebrachten Manometer konnte die lothrechte Stellung abgelesen werden. Da der Schwerpunkt des Denkmals sehr hoch über den Pressen lag, ergab schon eine geringe Schiefelage eine Aenderung des Wasserdruckes in den drei Gruppen.

Nach jedem Hub der Kolben wurden abwechselnd unter die Kolben und unter die Preßbalken eichene Bohlen untergeschoben, so daß das Denkmal auf einen Bohlenstapel ruhte. Erreichten die Bohlenstapel eine Höhe von 80 cm, so wurden sie durch Mauerpfeiler ersetzt.

Durch mehrfaches Anheben der Kolben auf geneigten Unterlagplatten wurde eine geringe Drehung des Denkmals bewirkt.

Schiffshebewerk in dem Victoriadock zu London.*)

Die älteste Ausführung einer wagerechten hydraulischen Hebevorrichtung mit getrennten Druckleitungen findet sich wohl bei dem Schiffshebewerk in dem Victoriadock zu London, welches etwa im Jahre 1860 von Clark errichtet wurde. Fig. 11 stellt einen Querschnitt, Fig. 12 einen Grundrifs derselben dar. In einem geschützten Bassin sind in zwei Reihen 32 hydraulische Pressen aufgestellt, von denen je zwei sich gegenüberstehende ein Hängewerk tragen, auf welchen das zu hebende Schiff abgestützt wird. Die Cylinder befinden sich in starken gusseisernen Säulen, deren geschlitzte Obertheile dem Kolben zur Führung dienen. Die lichte Weite zwischen den Säulen beträgt 19 m, die Länge 100 m. Wie aus dem Grundriss Fig. 12 ersichtlich ist, sind die Druckwasserleitungen zu den Preßcylindern in drei Gruppen vereinigt, welche während des Hebens und Senkens getrennt regulirt werden können. Kleinere Gruppen von Pressen können vom Maschinenhaus so abgestellt werden, daß für Schiffe von gerin-

*) Förster's Allgemeine Bauzeitung. 1868 und 1869 S. 280.

gerer Länge und geringerem Gewicht nur eine entsprechende Anzahl von Pressen zur Wirkung gelangen. Die drei resultirenden Kolben $R_I R_{II} R_{III}$ sind durch größere punktirte Kreise im Grundrifs angegeben. Die Regulirung der wagerechten Lage

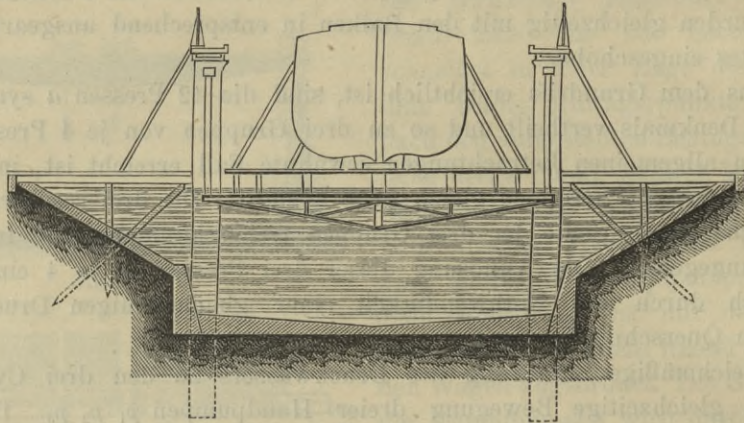


Fig. 11.

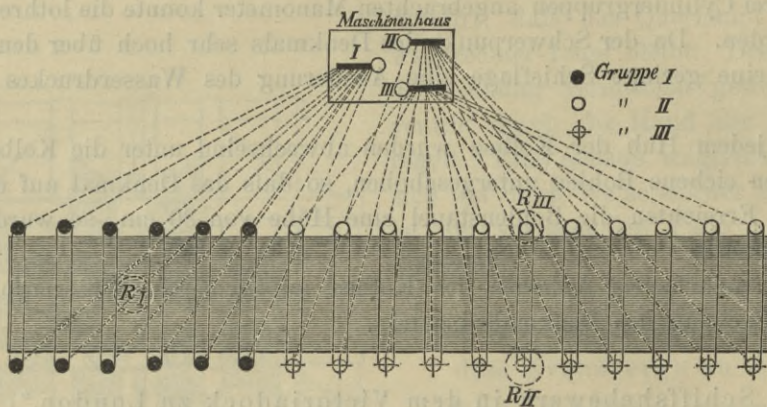


Fig. 12.

während des Hebens und Senkens geschieht durch einen Arbeiter, der die Lage des Schiffes übersehen kann, vermittelst dreier Hähne. Eine genaue wagerechte Lage ist dadurch nicht zu erzielen.

Projekt eines Schiffshebewerks von Clark und Standfield.*)

Neuerdings haben Clark und Standfield eine einfachere Anordnung für Schiffshebewerke ohne die kostspieligen freitragenden Hängewerke vorgeschlagen. Die Kolben greifen, wie die Fig. 13 zeigt, direkt unter der zu hebenden Last an. Die Cylinder C sind, der Massenvertheilung größerer Schiffe entsprechend, in drei Reihen so vertheilt, daß die Mittelreihe mit der größten Anzahl von Pressen unter dem Kiel des Schiffes liegt. Die Pressen der drei Gruppen mit getrennten Zuführungsleitungen sind

*) Colyer, Hydraulic lifting and pressing machinery p. 27.

im Grundriß wieder durch verschiedene Zeichen kenntlich gemacht, desgleichen sind die resultirenden Pressen R_I R_{II} R_{III} punktirt eingetragen. Die Anordnung der Cylinder ergibt ein kleineres Stützungsdreieck, als bei der erstbeschriebenen Ausführung und die Regulirung des gleichmäßigen Wasserzu- und Abflusses muß daher für die drei ge-

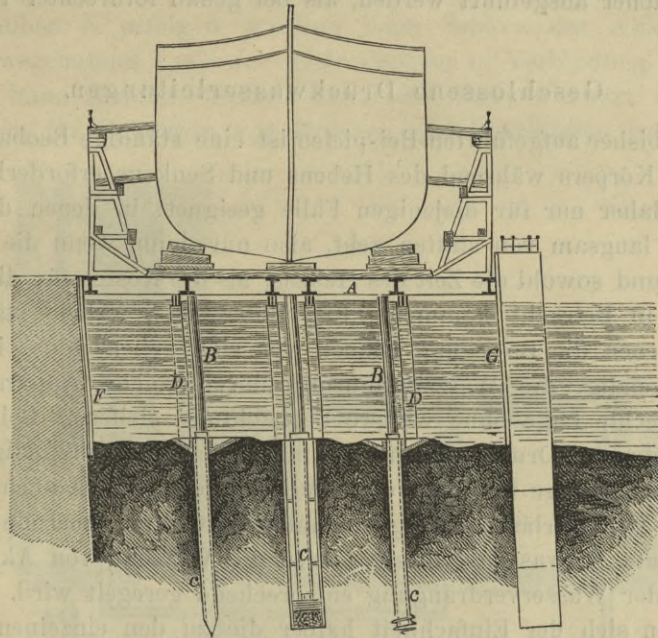


Fig. 13a.

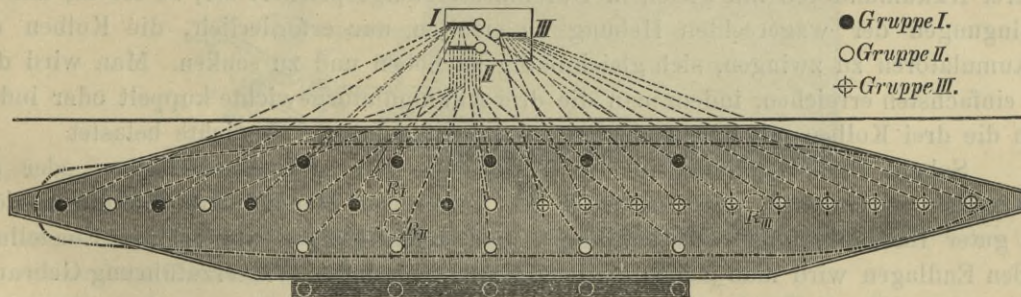


Fig. 13b.

trennten Gruppen sehr sorgfältig ausgeführt werden. Je kleiner das Stützungsdreieck ist, um so größer sind bei ungleichmäßiger Wasserzuführung die Schief lagen der Plattform.

Da die Presskolben ständig unter Wasser bleiben, so werden sie, um sie vor Rost zu schützen, sofort nach der Hebung wieder in ihre Cylinder zurückgelassen. Die Plattform A stützt sich alsdann auf starke, drehbar an die Plattform angebrachte Hölzer D , welche sich während des Hebens aus der ursprünglich horizontalen Lage aufrichten und in der höchsten Stellung lothrecht stehen. Der Querschnitt Fig. 13 zeigt die Fundirung der Cylinder in drei verschiedenen Ausführungen, welche durch die Beschaffen-

heit des Bodens bedingt werden. Die Cylinderachsen und die Führungsschienen weichen um einen kleinen Winkel von dem Loth ab, damit die Plattform ständig nur an einer Seite anliegt. Auf diese Weise ist ein Schwanken innerhalb der Führungssielräume ausgeschlossen und die zugleich als Schutzpfähle dienenden äußeren Führungspfeiler können viel schwächer ausgeführt werden, als bei genau lothrechter Führung.

Geschlossene Druckwasserleitungen.

Bei allen bisher aufgeführten Beispielen ist eine ständige Beobachtung der wagerechten Lage des Körpers während des Hebens und Senkens erforderlich. Es ist diese Art der Hebung daher nur für diejenigen Fälle geeignet, in denen die Bewegung des Körpers nur sehr langsam von statten geht, also nur dann, wenn die Hebungen selten auszuführen sind und sowohl die Zeit des Hebens, als die Kosten für die Beaufsichtigung nicht wesentlich in Betracht kommen. Für Hebewerke, welche ständig im Betrieb bleiben und bei denen die Bewegung schnell vor sich gehen muß, ist es unter allen Umständen nothwendig, die Wasserzuführung durch solche Apparate zu bewirken, welche die wagerechte Lage ohne weitere Beobachtung sichern. Bei der Anwendung von gleichartig gebauten Druckpumpen, die mit gleicher Geschwindigkeit arbeiten, ist die geförderte Wassermenge in Folge von Undichtigkeiten des Kolbens und der Ventile überhaupt niemals so zuverlässig und gleichmäßig, daß eine dauernde Beobachtung entbehrt werden könnte. Etwas zuverlässiger wird die Wirkung von Akkulatoren sein, deren Bewegung der Wasserverdrängung entsprechend geregelt wird.

Denkt man sich der Einfachheit halber die zu den einzelnen Cylindergruppen zuzuführenden Wassermengen gleich groß, und nimmt man an, daß das Druckwasser in drei Akkulatoren mit gleichem Durchmesser aufgespeichert sei, so ist es, um die Bedingungen der wagerechten Hebung zu erfüllen, nur erforderlich, die Kolben der Akkulatoren zu zwingen, sich gleichmäßig zu heben und zu senken. Man wird dies am einfachsten erreichen, indem man die drei Akkulatorgewichte kuppelt oder indem man die drei Kolben mit einem einzigen, lothrecht geführten Gewichte belastet.

Sobald Undichtigkeiten in den Liderungen der Akkulatorkolben oder der Hebekolben vorkommen, wird natürlich die wagerechte Hebung und Senkung gestört. Bei guter Instandhaltung der Dichtungen und selbstthätiger wagerechter Einstellung in den Endlagen wird man jedoch in vielen Fällen von dieser Wasserzuführung Gebrauch machen können.

Für die wagerechte Hebung einer Plattform *A* mittelst dreier hydraulischer Pressen entsteht auf diese Weise die in Fig. 14 skizzirte Anordnung. Jeder Hebecylinder *C* ist mit einem Akkulatorencylinder *B* durch eine Rohrleitung verbunden. Das für alle drei Kolben gemeinschaftliche Akkulatorgewicht *G* ist lothrecht geführt und so bemessen, daß die Plattform bei geöffneten Rohrleitungen mit der gewünschten Geschwindigkeit gehoben wird. Zur Regelung genügt ein Hahn oder ein Absperventil *h* in einer der drei Leitungen. Soll das Senken der Plattform ebenfalls in wagerechter Lage erfolgen, so dürfen die drei Verbindungen der Presscylinder mit den Akkulatorencylindern nicht aufgehoben werden. Es ist also entweder die Plattform behufs Senkung

entsprechend zu belasten, oder der Akkumulator zu entlasten. Ersteres kann durch Füllung von Wasserkästen, die sich inner- oder unterhalb der Plattform befinden, letzteres durch unmittelbare Hebung eines Theiles des Akkumulatorgewichtes bewirkt werden. Das Heben des Akkumulatorgewichtes kann, wie in Fig. 14 im Grundrifs angedeutet worden ist, durch einen vierten, mit einer Hochdruckleitung verbundenen hydraulischen Kolben K erfolgen, welcher beim Senken des Akkumulatorgewichtes mittelst des Dreiwegehahnes i mit der Abflusleitung in Verbindung gesetzt wird. Der Regelungshahn h kann alsdann ebenfalls durch den Hahn i ersetzt werden. Die erste Methode wird man für Hebungen von Brücken und Plattformen jeder Art verwenden

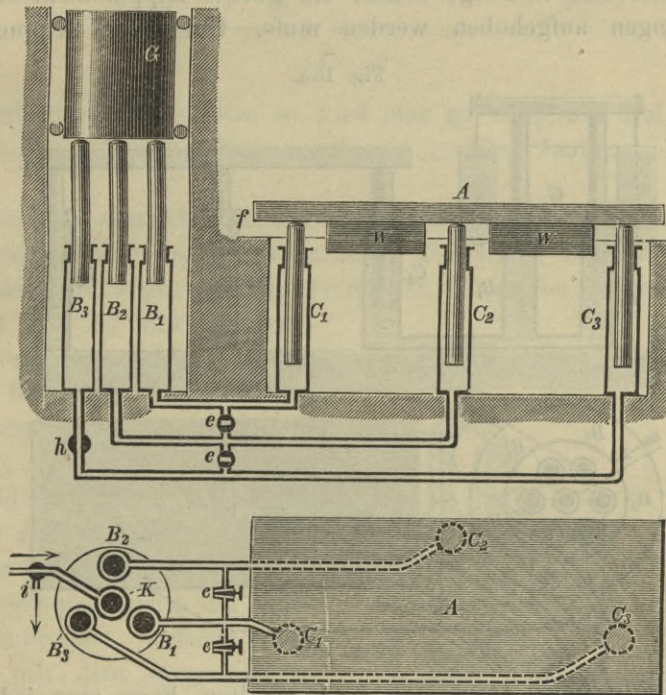


Fig. 14.

können, wenn eine Niederdruckwasserleitung zur Verfügung steht, die letztere wird man bei vorhandener Hochdruckleitung vorziehen.

Wie schon erwähnt, kann es durch Undichtigkeiten der Kolbenliderungen oder der Leitungen vorkommen, daß das Wasser aus einer Cylindergruppe nach und nach austritt, und daß sich die Plattform immer mehr neigt. Mittelst einer kleinen Handdruckpumpe, oder durch Anschluß an eine Hochdruckleitung könnte dieses Leckwasser leicht ersetzt werden, jedoch würde wieder eine ständige Beobachtung stattfinden müssen. Einfacher und sicherer wird es sein, wenn sich die Plattform nach jedem ausgeführten Hub selbstthätig horizontal einstellen kann. Zu diesem Zweck sind in der Fig. 14 zwei kleine Hähne oder Ventile e in die Verbindungsleitungen eingeschaltet, welche während des Hebens und Senkens verschlossen sind und nur in den Endstellungen der Plattform kurze Zeit geöffnet werden. Legt sich die Plattform bei theilweise ent-

lastetem Akkumulator oder mit gefüllten Wasserkästen w in schräger Lage auf die festen Auflagen, so wird sie zuerst nur einen Punkt etwa bei f berühren und die weitere Bewegung verhindern. Oeffnet man alsdann die Hähne e , so wird so lange Wasser aus einer Verbindungsleitung in die andere überfließen, bis sich die Plattform wieder waagrecht eingestellt hat. Ist dies eingetreten, so werden die Hähne wieder geschlossen. Bei genügend reichlichem Akkumulatorhub braucht alsdann das Leckwasser nur in großen Zeiträumen ersetzt zu werden.

Ist die Plattform für mobile Lasten bestimmt, so kann der Wasserdruck in den drei Druckleitungen sehr verschieden ausfallen. Auf das in Fig. 14 angedeutete Akkumulatorgewicht wird in Folge dessen ein großes Kippmoment ausgeübt, welches durch die Führungen aufgehoben werden muß. Um dieses Kippmoment ganz zu

Fig. 15 a.

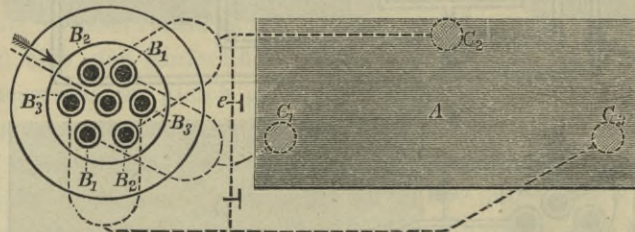
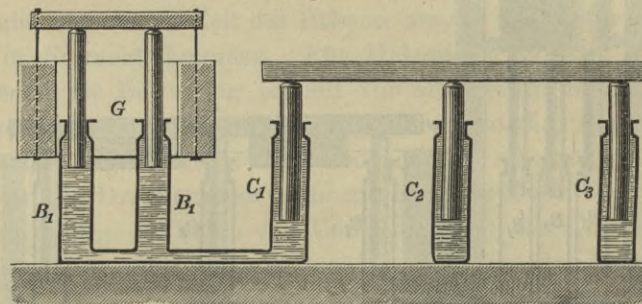


Fig. 15 b.

entfernen und die Mittelkraft stets central zu erhalten, kann man jeden Akkumulatorkolben in zwei symmetrisch zur Gewichtsachse liegende Kolben auflösen und das Gewicht schließlich stabil auf sämtliche Kolben aufliegen wie in Fig. 15. Es ist alsdann keine, oder nur eine leichte Führung für das Gewicht erforderlich.

Für Brücken wird die Anordnung von drei Kolben nicht zweckmäßig sein, weil die Auflagerpunkte stets an den Enden liegen müssen. Man wird besser 4 Hebecylinder, wie in Fig. 16 anwenden. Es ist aber nicht nöthig, daß jeder Kolben einen Gegenkolben im Akkumulator enthält, sondern es genügt, wenn drei Gruppen gebildet werden. In dem Grundriß Fig. 16 haben die beiden Kolben C_3 und C_4 die Hälfte der Brücke zu tragen und gehören zu den Akkumulatorkolben $B_3 B_3$. Bei gleichen Durchmessern aller Gegenkolben im Akkumulator müssen die Hebekolben C_3 und C_4 zusammen einen Querschnitt haben, welcher gleich demjenigen von C_1 oder C_2 ist. Der Wasserdruck in der Gruppe $B_3 B_3$ wird alsdann doppelt so groß sein, als in den Gruppen $B_1 B_1$ und $B_2 B_2$. Sollen umgekehrt alle Hebekolben $C_1 C_2 C_3 C_4$ mit gleichen Durchmessern aus-

geführt werden, so müssen, wie in Fig. 16 angegeben, die Gegenkolben B_2 B_3 den doppelten Querschnitt erhalten und der Wasserdruck wird in allen Gruppen gleich groß ausfallen. Selbst wenn man es der Uebereinstimmung aller Kolben wegen vorziehen

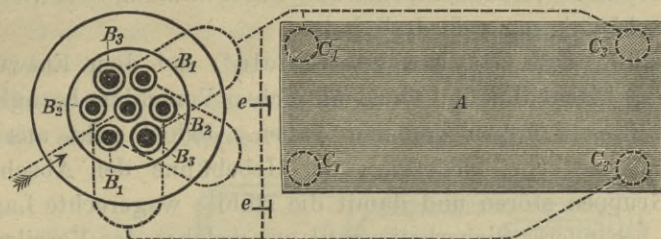


Fig. 16.

sollte, vier Gegenkolben anzuwenden, so wird man gut thun, nur drei Gruppen zu bilden, damit die Brücke bei etwaigen Wasserverlusten in einer Leitung nicht ungünstig beansprucht wird.

Will man noch den Auftrieb der Hebekolben und der Gegenkolben ausgleichen, so muß der Akkumulator mit veränderlicher Belastung ausgeführt werden. Einen Akkumulator dieser Art zeigen die Fig. 17 und 18. Derselbe ist von Clark & Standfield konstruirt und ist mit hydrostatischer Ausgleichung eingerichtet.)* Außer der beständigen Belastung wirkt auf den Akkumulator noch eine veränderliche Wasserbelastung, die sich selbständig vergrößert, sobald der Akkumulator sinkt, und andererseits sich vermindert, sobald der Akkumulator steigt. Zu dem Zweck ist auf das Belastungsgewicht ein lothrechttes Rohr M aufgesetzt, welches durch einen Heber S mit dem festgelagerten Behälter B in Verbindung steht. Bei sinkendem Akkumulatorkolben saugt der Heber Wasser aus dem Behälter T in das Standrohr M , während umgekehrt, sobald der Kolben steigt, das angesaugte Wasser wieder in den Behälter zurückfließt.

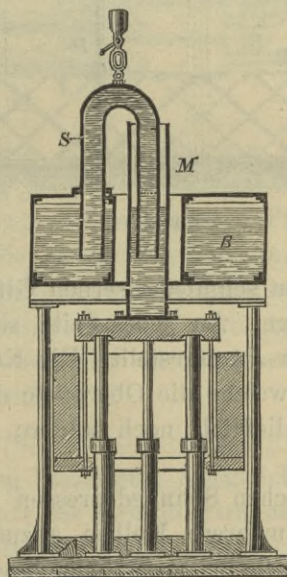


Fig. 17.

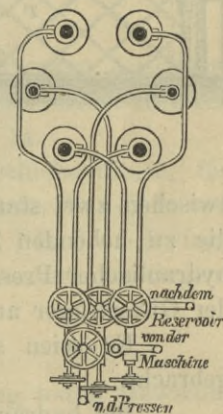


Fig. 18.

Andere Vorrichtungen für die Ausgleichung des Kolbenauftriebes siehe D.R.P. No. 24 851 und D.R.P. No. 33 332. Bei der ersteren Vorrichtung sind drehbare hydraulische Cylinder, bei der letzteren Gegengewichte in Verbindung mit einarmigen Hebeln angeordnet.

*) Engineering 1882. p. 622. 29. Dec.

Ernst, Hebezeuge p. 565.

Colyer, Hydraulic Steam and Hand Power Lifting and Pressing Machinery p. 26.

Wendet man schließlich bei veränderlichen Belastungen der Hebebühne zum Heben des Akkumulatorgewichtes nicht einen einzigen Kolben, sondern mehrere Kolben an, die je nach Bedarf einzeln oder in Gruppen zur Wirkung kommen, so wird nur wenig mehr Druckwasser verbraucht, als zur Ueberwindung der Reibungswiderstände und zur Massenbeschleunigung erforderlich ist.

Es sei erwähnt, daß Clark & Standfield*) bei dem Entwurf eines hydraulischen Aufzuges für Eisenbahnzüge einen ähnlichen Vorschlag bezüglich der Trennung der Cylinder in einzelne Gruppen gemacht haben. Jedoch geht aus den angezogenen Quellen hervor, daß sie beim Niedergang der Hebebühne den Abschluß des Wassers in den einzelnen Gruppen stören und damit die stabile wagerechte Lage aufheben. Sie bringen daher ein besonderes Sicherheitsventil an, welches das Voreilen einzelner Treibkolben verhindern soll.

Das Sicherheitsventil soll später noch besprochen werden. Das Projekt selber ist in Fig. 19 dargestellt. Die mit einem Gleis versehene Hebebühne *A* befindet sich

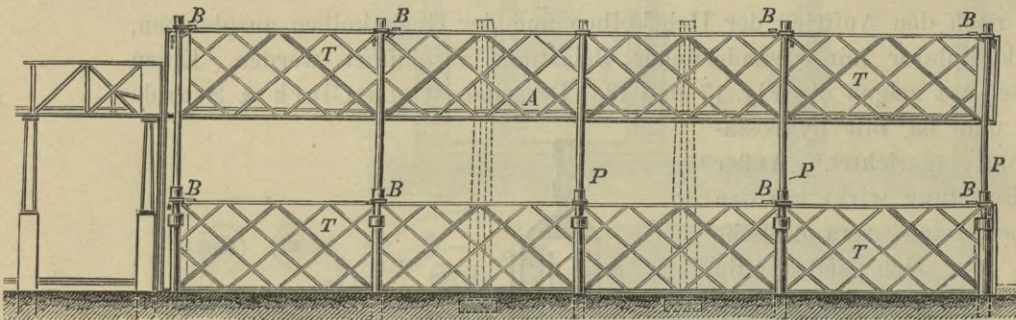


Fig. 19.

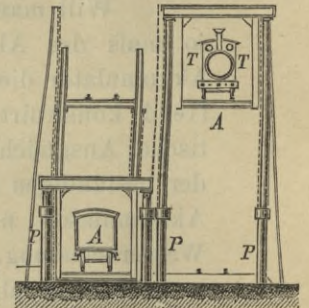


Fig. 20.

zwischen zwei starken schmiedeeisernen Gitterträgern *T*, welche etwas länger sind, als die zu hebenden Züge. An jeder Seite sind in geeigneten Entfernungen eine Reihe hydraulischer Pressen *P* aufgestellt. Die Kolben derselben greifen an den freien Enden der Gitterträger an, welche die Obergurte der Hauptträger verbinden.

Es seien schließlich noch andere Anwendungen dieses Systems in Vorschlag gebracht.

Bei hydraulischen Schmiedepressen macht sich für große Arbeitsstücke oft das Bedürfnis geltend, mehrere Kolben anzuordnen, welche sich gleichzeitig bewegen müssen. So finden sich bei mehrstempeligen Stanz- und Schmiedepressen oft mehrere Kolben neben einander, deren Prefsplatten durch Zwischenstücke zu einer einzigen Platte gekuppelt werden können. Es ist ersichtlich, daß der mittlere resultierende Prefsdruck und die resultierende Widerstandspressung des Arbeitsstückes sehr weit aus einander fallen können und die Prefsplatte stark beanspruchen. Wendet man dagegen das oben besprochene System an, wie es in Fig. 21 schematisch dargestellt ist, so

*) Engineering 1882. 29. Dec.

werden sich die Pressplatten ohne besondere Kuppelung gleichförmig bewegen müssen. Die Presskolben C_1 C_2 C_3 sind mit je einem Gegenkolben B_1 B_2 B_3 durch eine Leitung verbunden. Die vereinigten Gegenkolben werden durch einen Presskolben K von der Hochdruckleitung oder unmittelbar durch eine Druckpumpe bewegt. Die Anzahl der Pressen läßt sich beliebig vermehren, ohne die Konstruktion der Pressplatten stärker auszuführen, als für eine einstampelige Presse. Die Ein- und Ausschaltung einer oder mehrerer Pressen kann durch Hähne oder Ventile erfolgen, welche die Leitungen l mit einem Hilfsreservoir verbinden. Die Hähne e werden geöffnet,

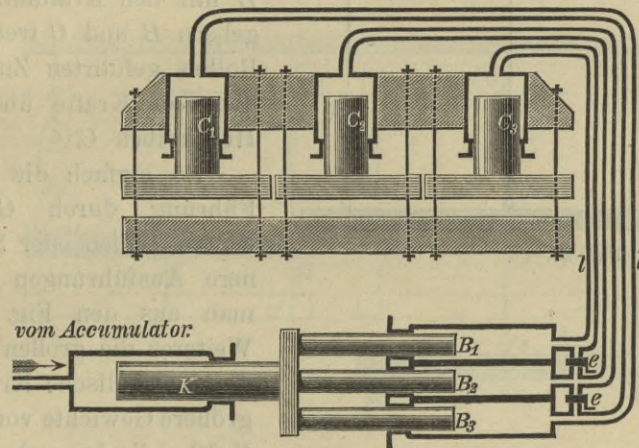


Fig. 21.

wenn die Pressplatten in ihrer höchsten oder tiefsten Stellung sich gegen Anschläge anlegen, welche die genaue Parallelbewegung nach eingetretenem Wasserverlust in einer Cylindergruppe wieder herbeiführen, genau wie in dem Beispiel Fig. 14.

Aehnliche Vorschläge ließen sich für lange Scheeren, für Schiebebühnen, für gleichzeitiges Oeffnen und Schließen von Schleusenthoren, überhaupt für Parallel- und Schwingbewegungen jeder Art mit hydraulischem Antrieb ausführen. Für die Schwingbewegung müssen die Durchmesser der Arbeitskolben zu den Durchmessern der Gegenkolben in einem veränderlichen Verhältniß stehen.

Die in Fig. 14 dargestellte Anordnung bildet eine Ausgleichung tochter Gewichte für Plattformen, Hebebrücken etc., bei welcher die Kraftübertragung auf hydraulischem Wege geschieht. Ein Vergleich derselben mit den älteren Ausgleichungen durch Gegengewichte an Ketten oder Seilen läßt erkennen, daß man dieselben Anordnungen, welche man mit Ketten und Seilen in Verbindung mit Rollen trifft, auch mit hydraulischen Kraftübertragungsorganen ausführen kann.

Berücksichtigt man nämlich, daß die Seile, Ketten, Schnüre, Bänder etc. Organe sind, welche nur Zugkräfte zu übertragen im Stande sind, und daß andererseits eine in Gefäßen und Röhren eingeschlossene Flüssigkeit ausschließlich Druckkräfte zu übertragen vermag, so übersieht man, daß alle Kraftleitungen und Führungen durch Seile oder Ketten und durch eingeschlossene Flüssigkeiten ersetzt werden

können, wenn man die Krafrichtung umkehrt und statt der Zugkräfte Druckkräfte überträgt.

In Fig. 22 ist z. B. genau die entsprechende wagerechte Führung und Ausgleichung durch Gegengewicht an Ketten dargestellt, die bereits unter Anwendung

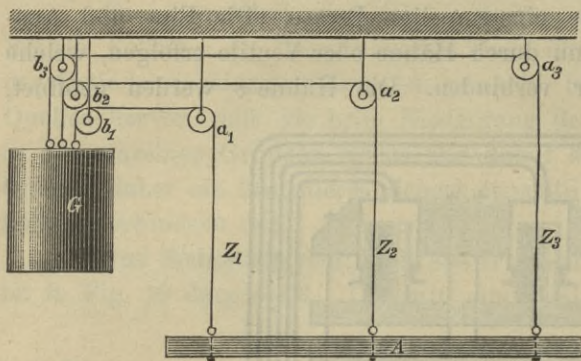


Fig. 22.

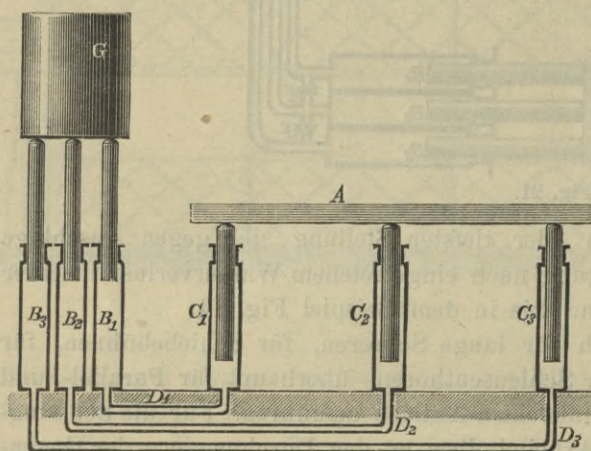


Fig. 23.

hydraulischer Kraftübertragung erläutert wurde, und die zur besseren Uebersicht in Fig. 23 nochmals dargestellt ist. Statt der Druckleitungen *D* mit den Kraftaufnehmern und -Abgebern *B* und *C* treten hier die durch Rollen geführten Zugseile *Z*, welche dieselben Kräfte übertragen, wie die Hebekolben *C*.

So einfach die Ausgleichung und Führung durch Gegengewichte an Ketten, Seilen oder Schnüren für kleinere Ausführungen ist, so übersieht man aus den Fig. 22 und 23 ohne Weiteres die großen Vortheile, welche die hydraulische Kraftübertragung für größere Gewichte voraus hat. Dieselben Kräfte, die im ersten Falle an den sehr hochliegenden festen Leitrollenlagern angreifen, können im zweiten Fall unmittelbar auf feste Fundamente übertragen werden. Dazu kommt, daß die große Sicherheit, der absolut ruhige und stoßfreie Gang, sowie die kaum merkbare Abnützung hydraulischer Anlagen bei der Anwendung von Zugorganen nicht erreicht werden kann.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß die genaue Einstellung, sowie die dauernde Regelung der vorgeschriebenen Länge der Kraftübertragungsorgane auf hydraulischem Wege durch Vermehrung oder Verminderung der eingeschlossenen Flüssigkeit sehr viel einfacher und sicherer zu bewerkstelligen ist, als die Veränderung der Ketten oder Seillängen.

Ein Uebelstand der hydraulischen Druckorgane besteht aber darin, daß durch Undichtigkeiten der Kolbenliderungen und der Druckwasserleitungen unbeabsichtigte Längenveränderungen der Druckorgane entstehen können, welche der Beaufsichtigung und geeigneter Schutzmaßregeln bedürfen, damit Störungen der richtigen Lage des Körpers vermieden werden.

Handelt es sich darum, die Gewichte zweier Plattformen oder Gefäße, die sich abwechselnd auf und ab bewegen, gegenseitig auszugleichen, und sollen keine äußeren

Führungen zur wagerechten Hebung und Senkung angewendet werden, so sind die Zug- oder Druckorgane derart anzuordnen, daß sich die Plattformen stets im stabilen Gleichgewicht befinden.

Es soll der Einfachheit halber in den folgenden Beispielen nur eine wagerechte Führung in der Längsachse, wie sie bei langen Plattformen, Hebebrücken und Schiffshebewerken erforderlich ist, weiter behandelt werden.

Würde man bei den, in den Fig. 24 und 25 dargestellten Plattformen *A* und *G* die Zug- bzw. Druckorgane so anordnen, daß der Punkt *I* mit *IV* und *III* mit *VI*

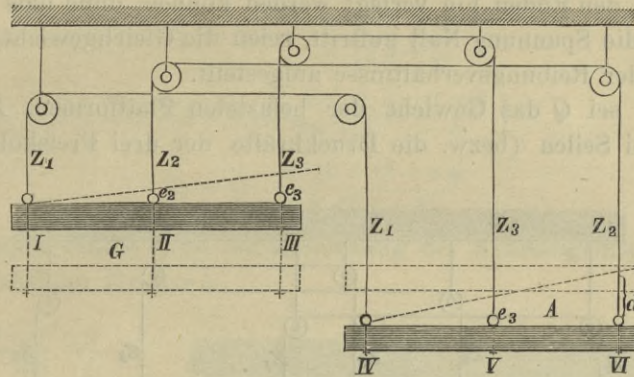


Fig. 24.

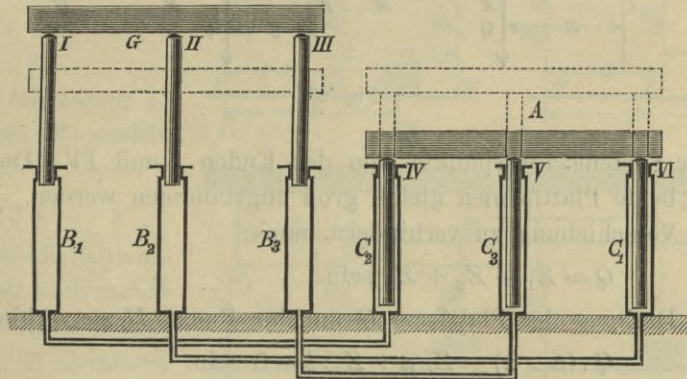


Fig. 25.

verbunden würden, so könnte man bei genau centrischer Belastung wohl eine Gewichtsausgleichung erzielen, jedoch müßte zur Sicherung der wagerechten Lage während des Hebens und Senkens eine Parallelführung angebracht werden. Weitere Verbindungen entsprechender Punkte, wie *II* und *V*, würden einem Kippen beider Plattformen nicht entgegen wirken. Verbindet man die Punkte dagegen so, wie es nach dem Vorschlage von C. Ruprecht*) für die hydraulische Hebung von Schiffsgefäßen in Fig. 24 und 25

*) Centralblatt der Bauverwaltung 1882 p. 26.

geschehen ist, nämlich *I* mit *IV*, *II* mit *VI* und *III* mit *V*, so wird eine Drehbewegung um die Längsachse verhindert. Denkt man sich die Plattform *G* um einen beliebigen Winkel so gedreht, daß der Punkt *II* sich um die Strecke e_2 , der Punkt *III* sich um die Strecke e_3 hebt, so müßte sich die Plattform *A* um den Punkt *IV* so drehen, daß sich Punkt *V* um die Strecke e_3 und der Punkt *VI* um die Strecke $d = e_2$ hebt. Da jedoch e_3 größer als e_2 ist, so ist diese Drehung ausgeschlossen und die beiden Plattformen müssen sich so lange ständig parallel bewegen, als sämtliche Zugorgane Zug, bzw. die Druckorgane Druck erhalten.

Um für mobile Belastungen der Plattformen festzustellen, wie weit die System-
schwerpunkte nach den Enden hin verlegt werden können, ohne daß in einem der Zug-
oder Druckorgane die Spannung Null auftritt, seien die Gleichgewichtsbedingungen ohne
Berücksichtigung der Reibungsverhältnisse aufgestellt.

In Fig. 26 sei Q das Gewicht der belasteten Plattformen, Z_1, Z_2, Z_3 die Zug-
kräfte in den drei Seilen (bzw. die Druckkräfte der drei Presskolben), x und y die

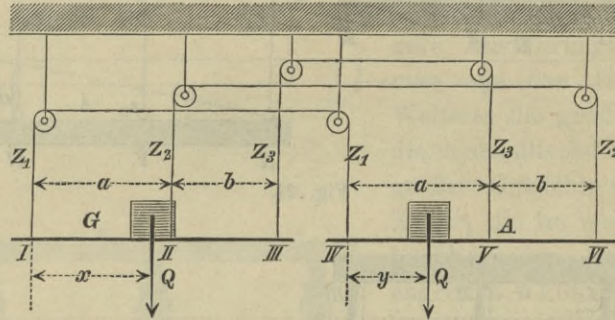


Fig. 26.

Entfernungen der Systemschwerpunkte von den Enden *I* und *IV*. Die Entfernungen a und b sollen für beide Plattformen gleich groß angenommen werden.

Um eine Verschiebung zu verhindern, muß:

a. $Q = Z_1 + Z_2 + Z_3$ sein.

Um eine Drehung der Plattform *G* um den Punkt *II* zu verhindern, muß

b. $Q \cdot (a - x) - Z_1 \cdot a + Z_3 \cdot b = 0$ sein.

Und um eine Drehung der Plattform *A* um den Punkt *V* zu verhindern, muß schließlich

c. $Q \cdot (a - y) - Z_1 \cdot a + Z_2 \cdot b = 0$ sein.

Aus der Addition von a und b ergibt sich:

$$Q \cdot (2a - x - y) - 2 \cdot Z_1 \cdot a + (Z_3 + Z_2) \cdot b = 0$$

$$Z_3 + Z_2 = Q - Z_1 \text{ eingesetzt:}$$

$$Q \cdot (2a - x - y) - 2 \cdot Z_1 \cdot a + Q \cdot b - Z_1 \cdot b = 0$$

12.
$$Z_1 = Q \cdot \frac{2a + b - x - y}{2a + b}$$

Diesen Werth in Gleichung a eingesetzt, giebt:

$$Z_2 + Z_3 = Q - Q \cdot \frac{2a + b - x - y}{2a + b}$$

$$Z_2 + Z_3 = Q \cdot \frac{x + y}{2a + b}; \text{ ferner aus b und c}$$

$$Z_2 - Z_3 = Q \cdot \frac{y - x}{b}$$

$$13. \quad 2Z_2 = Q \cdot \left(\frac{x + y}{2a + b} + \frac{y - x}{b} \right)$$

$$Z_2 = Q \cdot \frac{y \cdot (a + b) - a \cdot x}{b \cdot (2a + b)}$$

$$14. \quad 2Z_3 = Q \cdot \left(\frac{x + y}{2a + b} - \frac{y - x}{b} \right)$$

$$Z_3 = Q \cdot \frac{x \cdot (a + b) - a \cdot y}{b \cdot (2a + b)}$$

In den meisten Fällen wird die Entfernung der Kraftangriffspunkte gleich groß sein. Man erhält alsdann für $a = b$.

$$15. \quad Z_1 = Q \cdot \frac{3a - x - y}{3a}$$

$$16. \quad Z_2 = Q \cdot \frac{2y - x}{3a}$$

$$17. \quad Z_3 = Q \cdot \frac{2x - y}{3a}$$

Aus der Gleichung 15 ist ersichtlich, daß Z_1 positiv bleibt, solange

$$x + y < 3a$$

ist. Werden also beide Schwerkraften Q gleich weit nach rechts verschoben, so ist die äußerste Grenze die in Fig. 27 skizzirte, in welcher

$$x = y = \frac{3a}{2} \text{ ist.}$$

Soll die eine Schwerkraft bis zum Punkte III rücken, so darf die andere nur zwischen den Punkten IV und V, in der Grenzlage nur im Punkte V liegen, wie in Fig. 28 dargestellt.

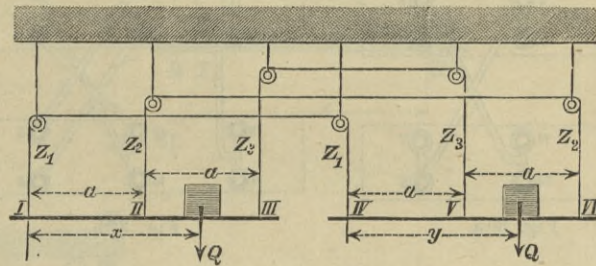


Fig. 27.

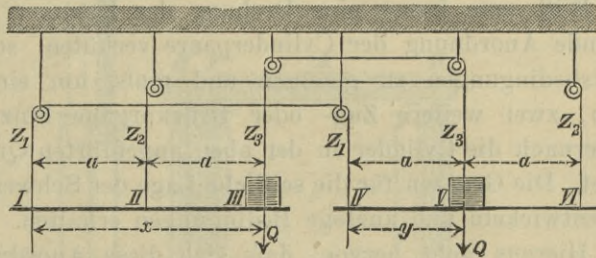


Fig. 28.

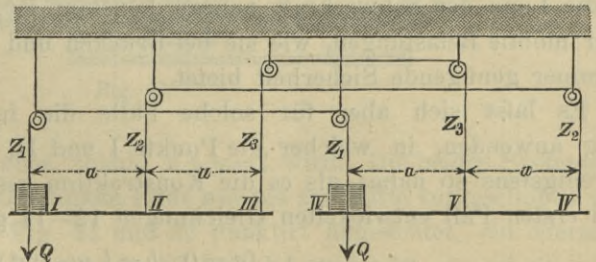


Fig. 29.

Aus den Gleichungen 16 und 17 folgt weiter, daß Z_2 und Z_3 nur positiv bleiben, solange:

$$2y > x \text{ und} \\ 2x > y$$

ist und solange sowohl x als y positiv sind. Werden x und y zu Null, liegen die Systemschwerpunkte also in I und IV, so wird

$$Z_1 = Q, Z_2 = 0, Z_3 = 0$$

und man erhält den in Fig. 29 skizzirten dritten Grenzfall.

Zwischen diesen Grenzen dürfen sich die Schwerkkräfte nur so bewegen, daß die eine Entfernung von dem linken Endpunkt nicht größer wird, als das Doppelte der anderen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß hier, wie in allen vorerwähnten Fällen jeder einzelne Hebecylinder in eine beliebige Anzahl mit einander kommunizirender Cylinder aufgelöst werden kann, wenn die Summe aller Kolbenquerschnitte gleich dem Querschnitt des einzelnen Kolbens ist, und wenn die Querschnittsschwerpunkte in beiden Fällen zusammenfallen. Für sehr breite Schleusenkammern schlägt daher Ruprecht je sechs Prefscylinder unter einer Kammer vor, wie in Fig. 30 skizzirt.

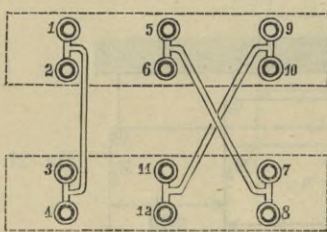


Fig. 30 a.

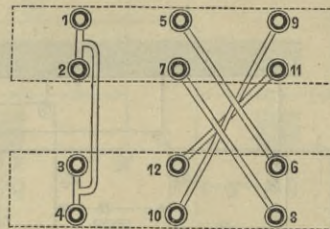


Fig. 30 b.

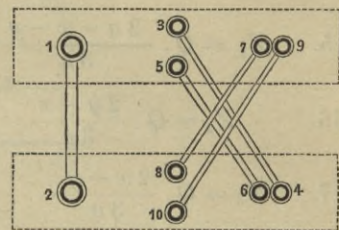


Fig. 30 c.

Will man ferner eine Drehung der Kammer um ihre Längsachse durch entsprechende Anordnung der Cylinderpaare verhüten, so hat man zwei weiteren Gleichgewichtsbedingungen zu genügen und muß, um ein statisch bestimmtes System zu erhalten, zwei weitere Zug- oder Druckorgane hinzufügen. Für Schleusenkammern sind hiernach die Cylinder in der oben angeführten Quelle wie in Fig. 30 b und 30 c angeordnet. Die Grenzen für die seitliche Lage der Schwerkraft wird man in entsprechender Weise entwickeln und analoge Bedingungen erhalten.

Hieraus geht hervor, daß sich diese Anordnung für Schleusenkammern, bei denen die Lage der Schwerkraft nahezu konstant ist, vielleicht eignen wird, daß sie aber für mobile Belastungen, wie sie bei Brücken und Plattformen aller Art vorkommen, nicht immer genügende Sicherheit bietet.

Es läßt sich aber für solche Fälle die in Fig. 31 und 32 skizzirte Anordnung anwenden, in welcher die Punkte I und II, sowie IV und V zusammenfallen oder wenigstens so nahe, als es die Konstruktion gestattet, an einander rücken. Die für den ersten Fall entwickelten Gleichungen 12–14 gehen alsdann über in:

$$(a = 0 \quad b = l \text{ gesetzt})$$

18. $Z_1 = Q \cdot \frac{l - x - y}{l}$
 19. $Z_2 = Q \cdot \frac{y}{l}$
 20. $Z_3 = Q \cdot \frac{x}{l}$

Man übersieht, daß Z_2 und Z_3 positiv bleiben, solange die Systemschwerkraft innerhalb der Angriffspunkte der Zug- oder Druckorgane liegt.

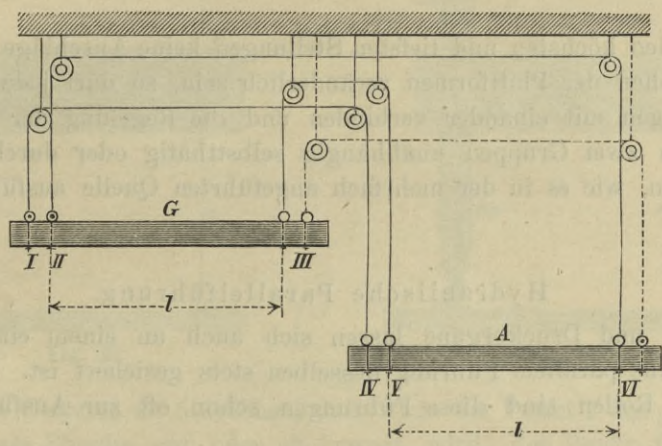


Fig. 31.

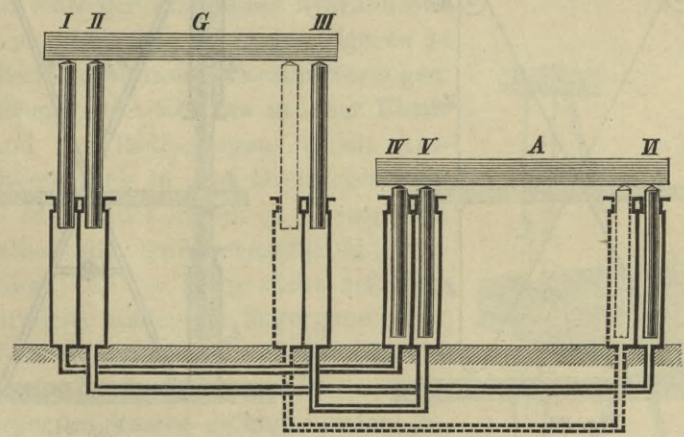


Fig. 32.

Z_1 geht dagegen in Null über, sobald $x + y = l$ wird. Die beiden Systemschwerpunkte dürfen also gleichzeitig vom linken Ende nur bis zur Mitte vorgeschoben werden.

Bringt man nun, wie in Fig. 31 und 32 punktirt angedeutet, ein viertes Zug- oder Druckorgan Z_4 an, welches die Punkte III und VI verbindet, so erhält man eine

Anordnung, bei welcher die Systemschwerpunkte ganz beliebig auf der ganzen Länge l verschoben werden können. Je nachdem dann beide Schwerkkräfte gleichzeitig rechts oder links von der Mitte angreifen, kommen die Zug- bzw. Druckorgane Z_1 oder Z_2 zur Wirkung.

Wenn die Plattformen in ihrer tiefsten Stellung feste Auflagerpunkte und in ihrer höchsten Stellung feste Anschläge finden, so kann man nach Abschluss der drei Hauptleitungen auf beiden Seiten Nebenleitungen öffnen, welche die Pressen der tiefstehenden Plattform mit einer Niederdruck-, diejenigen der hochstehenden Plattform mit einer Hochdruckleitung verbindet. Die Hochdruckleitung muß aber unter allen Umständen einen höheren Wasserdruck haben, als den höchsten in den drei Pressen vorkommenden.

Sind in den höchsten und tiefsten Stellungen keine Anschläge anzubringen oder sollen die Hubhöhen der Plattformen veränderlich sein, so darf jede Nebenleitung nur zwei Hauptleitungen mit einander verbinden und die Regelung der wagerechten Lage muß alsdann in zwei Gruppen unabhängig selbstthätig oder durch Beobachtung an Zeigern geschehen, wie es in der mehrfach angeführten Quelle ausführlich beschrieben worden ist.*)

Hydraulische Parallelführung.

Die Zug- und Druckorgane lassen sich auch an einem einzelnen Körper so anordnen, daß eine parallele Führung desselben stets gesichert ist. Für Zugorgane in Verbindung mit Rollen sind diese Führungen schon oft zur Ausführung gekommen.

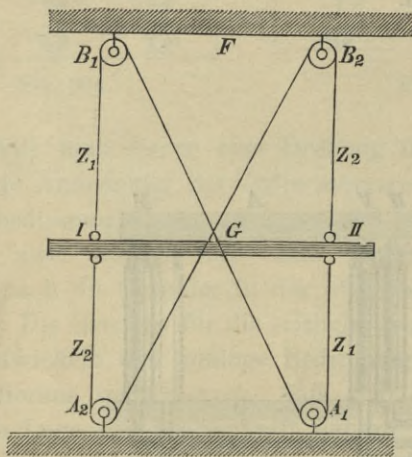


Fig. 33.

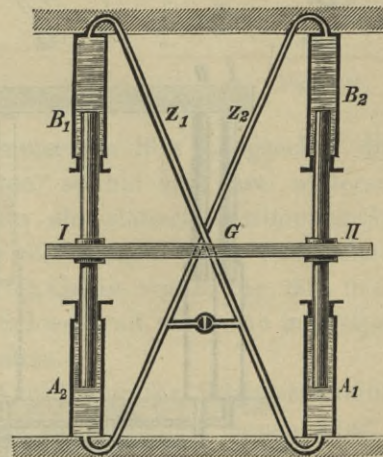


Fig. 34.

In den Figuren 33 und 35 sind als Beispiel für die Führung in einer Ebene die bekannten für lange Reißschienen und Spinnwagen üblichen Anordnungen dargestellt. Bei der ersten Anordnung greifen die Enden der beiden Zugorgane an dem geführten

*) Centralblatt der Bauverwaltung 1882 p. 26.

Körper G an, während die Rollen A und B an festen Widerlagern F befestigt sind. Bei der zweiten umgekehrten Anordnung sind die Rollen A und B auf dem geführten Körper G gelagert, während die Enden der Zugorgane an festen Punkten angebracht

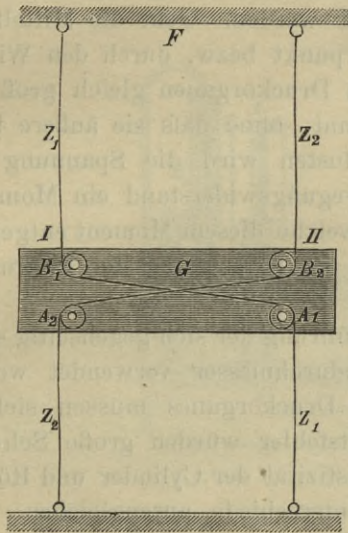


Fig. 35.

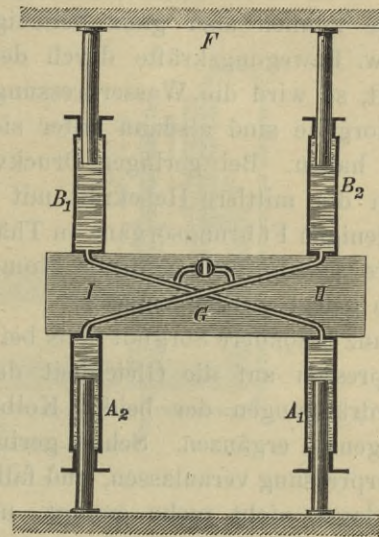


Fig. 36.

sind. Es ist ohne Weiteres zu übersehen, daß wenn der Punkt I des geführten Körpers um eine bestimmte Strecke auf oder ab bewegt wird, der Punkt II genau dieselbe Bewegung ausführen muß, solange die Zugorgane gehörig angespannt sind.

Wendet man statt der Zugorgane hydraulische Druckorgane an, so erhält man die in den Figuren 34 und 36 dargestellten hydraulischen Parallelführungen.

Für die Führung eines Körpers in einer Ebene sind, entsprechend den Bedingungen für die Aufhebung der Drehbewegung in zwei Drehrichtungen, auch zwei Zug- oder Druckorgane so anzuordnen, daß jedes derselben die Drehbewegung in einer Richtung verhindert. Es ist dabei nicht erforderlich, daß die parallelen Enden der Zugorgane bzw. die Achsen der Führungskolben, wie in den Figuren dargestellt, paarweise in eine Gerade fallen.

Soll der Körper im Raume geführt werden, so müssen, wie in Fig. 37 dargestellt, mindestens drei Zug- oder Druckorgane angeordnet werden. Wird der Punkt I um eine bestimmte Strecke gehoben oder gesenkt, so müssen die Punkte II und III dieser Bewegung folgen. Die Platte G wird sich daher stets parallel bewegen müssen, solange die

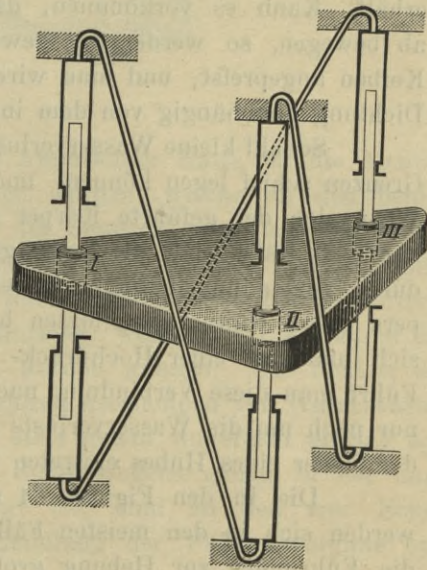


Fig. 37.

Druckorgane gehörig gespannt sind und die Punkte *I*, *II* und *III* nicht in eine Gerade fallen.

Für die Einleitung der Bewegung des geführten Körpers sind bei diesen Anordnungen noch besondere Vorrichtungen erforderlich. Die Angriffspunkte der Bewegungskräfte können aber ganz beliebig gewählt werden. Geht die Mittelkraft aller Hebe- bzw. Bewegungskräfte durch den Schwerpunkt bzw. durch den Widerstandsmittelpunkt, so wird die Wasserpressung in allen Druckorganen gleich groß ausfallen. Die Druckorgane sind alsdann unter sich gespannt, ohne daß sie äußere Kräfte aufzunehmen haben. Bei geringen Druckwasserverlusten wird die Spannung aufhören. Erst wenn die mittlere Hebekraft mit dem Bewegungswiderstand ein Moment bildet, treten diejenigen Führungsorgane in Thätigkeit, welche diesem Moment entgegenwirken. Das größte jemals vorkommende Moment wird der Berechnung der Führungspressen zu Grunde gelegt werden müssen.

Ganz besondere Sorgfalt muß bei der Ausführung der sich gegenseitig spannenden Führungspressen auf die Gleichheit der Kolbendurchmesser verwendet werden. Die Wasserverdrängungen der beiden Kolben eines Druckorganes müssen sich in jeder Stellung genau ergänzen. Schon geringe Arbeitsfehler würden große Schwankungen der Wasserpressung veranlassen, und falls die Elastizität der Cylinder und Röhren bzw. der Widerlager nicht mehr genügt, um die Unterschiede auszugleichen, würde die Bewegung des Körpers entweder unmöglich sein oder einen Bruch des Führungssystemes hervorrufen. Geeignete Sicherheitsvorkehrungen werden sich für jeden besonderen Fall schaffen lassen. Bei solchen Druckorganen, welche sich gegenseitig anspannen, wird man z. B. in eine Leitung einen schwer belasteten kleinen Ausgleichskolben einschalten können, welcher gefährliche Spannungen verhindert und auch bei geringen Druckwasserverlusten die Wasserpressung in den Führungsorganen aufrecht erhält. Kann es vorkommen, daß sich die Kolben ohne Wasserpressung auf und ab bewegen, so werden die gewöhnlichen Ledermanschetten nicht genügend an die Kolben angepreßt, und man wird Stopfbüchsen anwenden müssen, mit welchen eine Dichtung unabhängig von dem inneren Druck zu erzielen ist.

Sobald kleine Wasserverluste eintreten, wird sich der Körper innerhalb gewisser Grenzen schief legen können, und zwar um so mehr, je größer die Verluste werden. Wenn sich der geführte Körper in seinen Endlagen gegen feste Widerlager anlegen kann, so läßt sich die Beseitigung der Schief lagen, wie schon früher beschrieben, durch Verbindungsleitungen bewerkstelligen, welche während der Bewegung des Körpers durch Hähne geschlossen bleiben und in den Endlagen die Druckorgane unter sich und mit einer Hochdruck- bzw. mit einer Niederdruckwasserleitung verbinden. Führt man diese Verbindung nach jedem ausgeführten Hube aus, so handelt es sich nur noch um die Wasserverluste und die entsprechenden Schief lagen, welche während der Dauer eines Hubes eintreten können.

Die in den Figuren 34 und 36 dargestellten hydraulischen Parallelführungen werden sich in den meisten Fällen noch zweckmäßiger anordnen lassen. Wenn z. B. die Führungen zur Hebung großer Lasten auf große Höhen benutzt werden sollen, so müssen die Kolben oder die Cylinder B_1 und B_2 an sehr hoch gelegenen festen

Widerlagern angebracht werden. Ohne an dem Führungssystem etwas zu ändern, kann man die hohen Widerlager vermeiden, wenn man, wie in Fig. 38, die Plungerkolben neben einander setzt, oder wenn man, wie in Fig. 39 angedeutet ist, Scheibenkolben anwendet und sämtliche Cylinder unter die Plattform stellt.

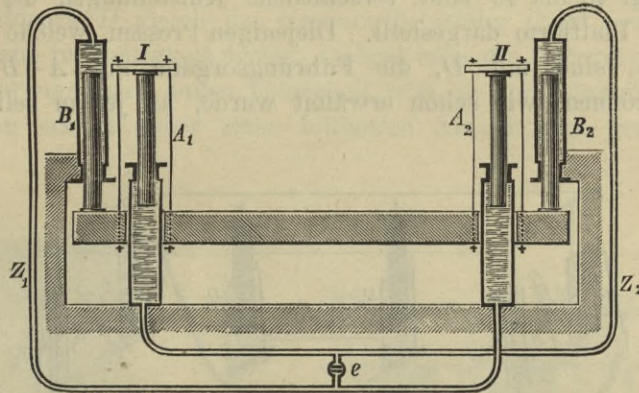


Fig. 38.

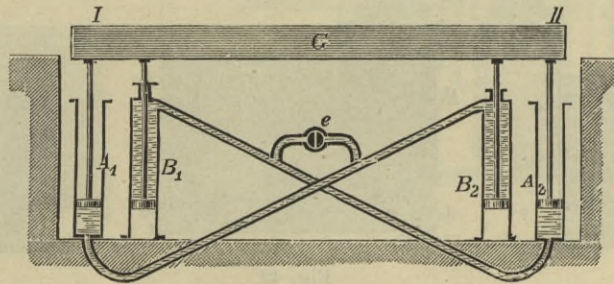


Fig. 39.

Dieses Führungssystem ist zuerst von dem Amerikaner Eads für die Ausführung zweier Schiffshebwerke in Aussicht genommen worden, welche an den beiden Endstationen einer Schiffseisenbahn den Uebergang der Seeschiffe von dem Wasserweg zum Landweg vermitteln sollten.*) Auf breiten Schiffswagen werden die Seeschiffe durch besonders schwer gebaute Lokomotiven auf der sechsschienigen Bahn befördert. Die Schienenwege endigen auf schwimmenden Plattformen, welche nach Auffahren des Schiffswagens bis unter das Fahrwasser versenkt werden können. Das Senken der Plattform wird durch Wasserbelastung, das Heben durch Auspumpen von Wasserkästen unter der Plattform bewirkt. Damit die Hebung stets genau wagerecht erfolgt und damit die Plattform beim Auf- und Abfahren des Schiffswagens genau in der Lage bleibt, in welcher der Schienenanschluss gesichert ist, sind an den vier Ecken hydraulische Führungskolben angeordnet. Die Aufstellung der Führungsorgane ent-

*) Scientific American, 27. Dezemb. 1884.

spricht der Darstellung in Fig. 40, nur mit dem Unterschiede, daß nicht Scheibenkolben, sondern Plungerkolben, wie in Fig. 38, Verwendung finden sollten.*)

Für Hebewerke, bei denen die Bewegung nicht durch Be- und Entlastung des zu bewegenden Körpers, sondern mittels hydraulischer Pressen erfolgen soll, wird die von Eads gewählte Anordnung nicht immer zweckmäßig sein.

In den Fig. 40 bis 45 sind verschiedene Aufstellungen der Führungspressen für eine viereckige Plattform dargestellt. Diejenigen Pressen, welche die Bewegung der Plattform einleiten, sind mit D , die Führungsorgane mit $A-B$ bezeichnet. Die Bewegungskräfte können, wie schon erwähnt wurde, an jedem beliebigen Punkte der

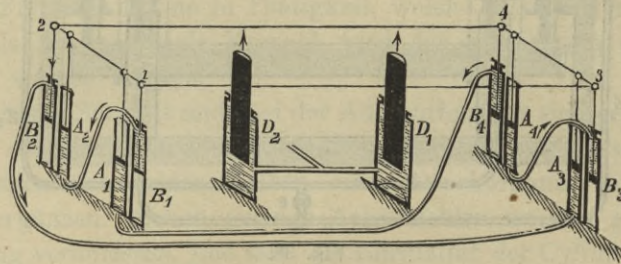


Fig. 40.

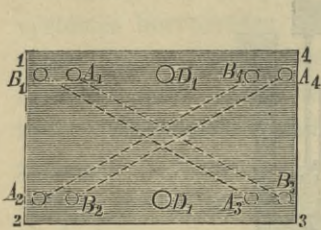


Fig. 41.

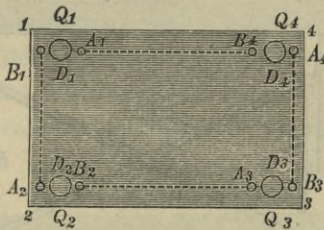


Fig. 42.

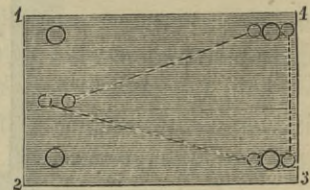


Fig. 43.

Plattform angreifen. Die Führungspressen dagegen wird man in recht große Entfernung von einander, also in die Ecken setzen, damit die entstehenden Kippmomente möglichst geringe Führungsdrucke erzeugen. Die Leitungen der Druckorgane können sich entweder, wie in den Fig. 40 oder 41 dargestellt ist, kreuzen, oder sie können, wie in Fig. 42, einen fortlaufenden Zug bilden. Tritt in einem der vier Druckorgane durch Undichtigkeiten in den Manschetten oder Leitungen ein Wasserverlust ein, so wird die Plattform um gewisse Schiefungen schwanken können. Bei drei Führungsorganen, die wie in Fig. 37 und 43 angeordnet sind, kann ein Schwanken nicht eintreten, solange die Schwerkraft innerhalb des Führungsdreieckes liegt.

*) Eine sehr eingehende Berechnung der hydraulischen Parallelführung ist von L. Brennecke in der Deutschen Bauzeitung vom 6. Juni 1885 angegeben. Die Pressen, welche bei dem Voreilen einer Ecke Druck empfangen, werden „Druckerzeuger“, die Pressen, welche den erzeugten Druck an ihre Ecke abgeben, werden Druckabgeber genannt. Da dieses Führungssystem wenig Aussicht hat, für derartige größere Anlagen ausgeführt zu werden, so soll die Berechnung, welche auch die Manschettenreibungen berücksichtigt, nicht wiedergegeben werden.

Diese Anordnungen sind insofern unzweckmäßig, als immer mindestens ein Führungsorgan außer Thätigkeit tritt. Denkt man sich nämlich in Fig. 42 die beliebig angeordneten Hebekräfte durch vier in den Ecken angreifende Pressdrücke $D_1 D_2 D_3 D_4$ ersetzt und denkt man sich die Gesamtblastung Q in vier Eckbelastungen $Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ zerlegt, so übersieht man, daß die Druckerzeuger B (Fig. 40) nur dann eine Kraft aufzunehmen haben, wenn die Eckbelastung Q_n kleiner als der Pressdruck D_n ist. Da aber der Gesamtdruck D gleich der Gesamtblastung Q ist, so können höchstens drei Führungsorgane in Thätigkeit treten. Ordnet man die Hebevorrichtung so an, daß stets dasselbe Führungsorgan außer Thätigkeit tritt, so kann dasselbe ganz in Wegfall kommen und man erzielt außer einer billigeren Anlage auch geringere Bewegungswiderstände.

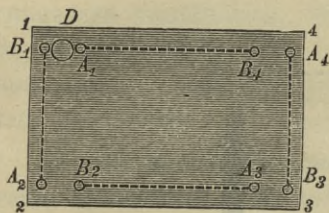


Fig. 44.

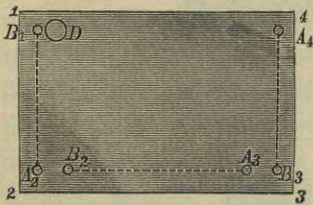


Fig. 45.

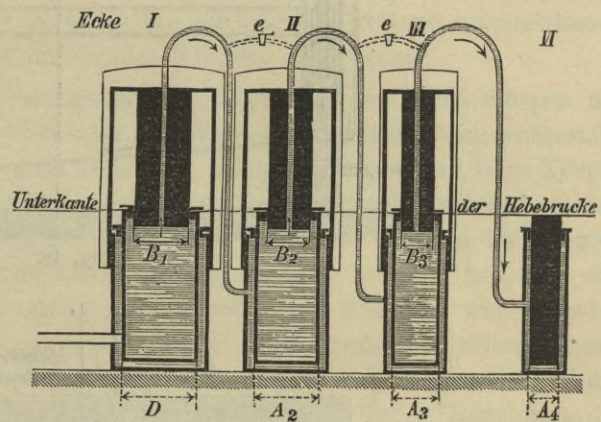


Fig. 46.

Beispielsweise ist in Fig. 44 nur eine einzige Hebepresse D in der Ecke 1 aufgestellt, so daß der Pressdruck in dieser Ecke stets größer ausfallen muß, als die Eckbelastung. Das Führungspaar $B_4—A_1$ wird daher niemals zur Wirkung gelangen und man kann es, wie in Fig. 45 dargestellt, ganz fortfallen lassen. Brennecke schlägt weiter vor, je zwei der an den Ecken 1, 2 und 3 befindlichen Cylinder in einander zu schachteln und den Kolben der einen Presse als Cylinder der anderen auszubilden. In Fig. 46 sind die Führungsorgane der vier Ecken der besseren Uebersicht halber neben einander gezeichnet. Die durchbohrten Plungerkolben $B_1 B_2 B_3$ stehen mit den äußeren Cylindern in fester Verbindung. Die hohlen Kolben $D A_2 A_3$ bilden gleichzeitig die Cylinder der Kolben $B_1 B_2 B_3$. Die Hebebrücke liegt auf den beweglichen Differentialkolben $D, A_2 A_3$ und auf dem Plungerkolben A_4 . Ob diese Ausbildung, bei welcher alle Kolben und Cylinder verschiedene Durchmesser erhalten müssen, für etwaige Ausführungen zweckmäßig ist, soll dahingestellt bleiben.

Soll eine lange Brücke nur in einer Ebene geführt werden, so braucht man unter das eine Ende nur einen Differentialkolben, unter das andere Ende einen Plunger-

kolben zu setzen, wie in Fig. 47 und 48 dargestellt ist. Die Schwerkraft Q kann beliebig zwischen den beiden hydraulischen Pressen verschoben werden.

Fig. 47.

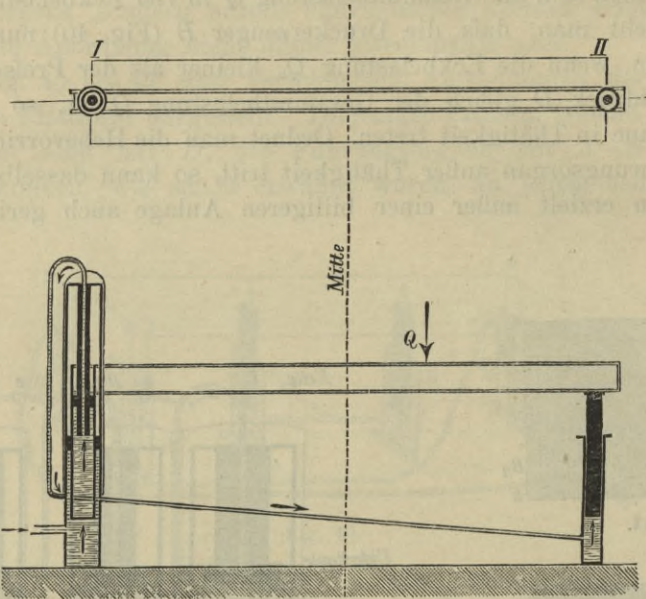


Fig. 48.

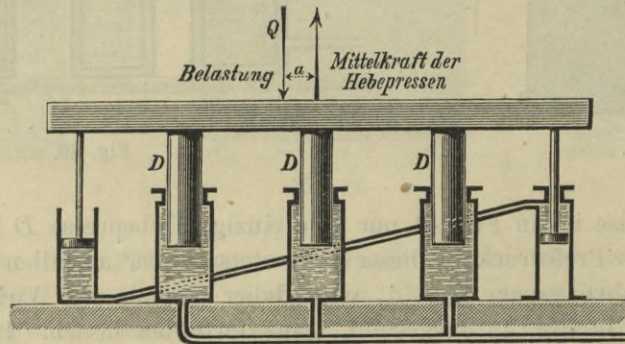


Fig. 49.

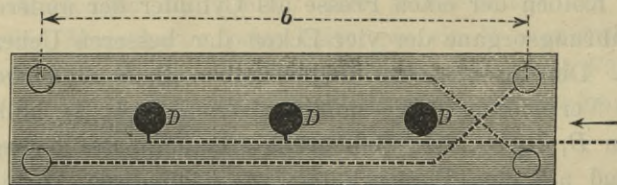


Fig. 50.

In ähnlicher Weise kann man verfahren, wenn man es mit gleichmäßig vertheilten Belastungen, wie z. B. beim Heben von Schiffschleusen zu thun hat. Die Treibcylinder D werden nach Fig. 49 und 50 derart aufgestellt, daß die Mittelkraft

der Hebepressen mit der Schwerkraft Q ein Drehmoment bildet, welches so groß ist, daß niemals eine Drehung im entgegengesetzten Sinne vorkommen kann. Dieses Drehmoment wird alsdann durch ein oder zwei Paare von Führungspressen aufgehoben.

b) Cylindergruppen mit gemeinsamer Druckwasserleitung.

Die bisher behandelten wagerechten Führungen durch getrennte Druckwasserleitungen sind für manche Hebungen in Folge der besonderen Anordnung von hydraulischen Pressen für Führung und Bewegung sehr unbequem. Wenn es z. B. darauf ankommt, eine große Anzahl von Unterstützungspunkten eines etwas nachgiebigen oder elastischen Körpers gleichzeitig zu heben oder zu senken, so werden die hydraulischen Führungen so umständlich, daß man von einer Verwendung derselben überhaupt Abstand nehmen würde. Für solche Fälle ist es nothwendig, die hydraulischen Hebepressen, welche sämmtlich an eine gemeinsame Hochdruckwasserleitung angeschlossen werden, gleichzeitig zur wagerechten Führung des Körpers zu benutzen.

In der Einleitung sind die Gleichgewichtsbedingungen für einen Körper auf mehreren hydraulischen Kolben, deren Cylinder mit einander communiciren, aufgestellt worden. Aus denselben geht hervor, daß sich, mit wenigen Ausnahmen, der Körper im labilen Gleichgewicht befindet und daß besondere Einrichtungen getroffen werden müssen, welche das Umkippen des Körpers verhindern. Von den äußeren Führungen, welche durch Gleitschienen oder andere Mechanismen erreicht werden können, soll hier abgesehen werden. Wenn sich die einzelnen hydraulischen Kolben, deren Cylinder von einer gemeinsamen Druckleitung gespeist werden, ohne äußere Führungsorgane gleichzeitig um gleich große Strecken heben oder senken sollen, so sind zwischen die gemeinsame Druck- bzw. Abflußleitung und die einzelnen Cylinder Regelungsvorrichtungen einzubauen, welche so beschaffen sein müssen, daß sie nur die den Wasserdrängungen der Kolben bei wagerechter Hebung entsprechenden Wassermengen in die Cylinder gelangen lassen, bzw. aus den Cylindern austreten lassen. Der Wasserdruck in der Zuleitung muß bei dem Heben unter allen Umständen größer sein, als der größte in irgend einem Cylinder vorkommende Druck.

Man hat, wie aus den folgenden Beispielen hervorgeht, auch Regelungsvorrichtungen in Vorschlag gebracht, bei denen die Cylinder unter einander und mit der Zu- bzw. Abflußleitung in Verbindung bleiben. Dieselben sind so eingerichtet, daß der Ueberschuß an Kraftwasser in den voreilenden Kolben durch besondere Ausflußöffnungen abgelassen wird. Diese Apparate sind aber unvollkommen und können nur in untergeordneter Weise benutzt werden.

Die Regelung des Wasserzu- und -abflusses kann durch die Steuerung beliebiger Abschlußvorrichtungen, wie Hähne, Ventile, Schieber, Drosselklappen u. s. w. bewirkt werden. Beim Heben und Senken des Körpers muß die Steuerung so wirken, daß die Zu- bzw. Abflußleitung bei dem aus der jeweiligen wagerechten Lage voreilenden Kolben geschlossen, bei jedem nachbleibenden Kolben geöffnet wird. Diese Bedingung kann erfüllt werden:

1. wenn die Bewegung jeder Abschlußvorrichtung durch die Hand eines Arbeiters unter ständiger Beobachtung der wagerechten Lage des Körpers erfolgt;
2. wenn die Abschlußvorrichtungen durch geringe Schieflagen des Körpers in der vorgeschriebenen Weise geöffnet oder geschlossen werden, und schließlich
3. wenn sämtliche Abschlußorgane durch zwangsläufig mit einander verbundene Steuerungen bewegt werden.

1. Die Steuerung durch die Hand eines Arbeiters.

Man denke sich einen Körper auf beliebig vielen hydraulischen Kolben aufliegend. Die Zuleitung des Druckwassers zu den Cylindern erfolgt durch kleine von der gemeinsamen Druckleitung abzweigende Verbindungsröhren, welche durch Hähne geschlossen sind. Soll der Körper gehoben werden, so kann ein Arbeiter nach einander jeden einzelnen Hahn so lange öffnen, bis der betreffende Kolben einen bestimmten kleinen Hub ausgeführt hat. Durch Wiederholung dieser Handhabung kann jeder gewünschte Hub ausgeführt werden. Um das Maß jeder kleinen Hebung muß sich der Körper schief einstellen, oder er muß an dem betreffenden Kolbenangriffspunkt um dieses Maß nachgeben können. Für mehr als drei Cylinder bezw. Cylindergruppen ist immer ein etwas elastischer Körper oder eine elastische Unterlage erforderlich.

Man umgeht diesen Uebelstand, wenn man auf Kommando alle Abschlußvorrichtungen zu gleicher Zeit durch je einen Arbeiter so lange öffnen läßt, bis jeder Kolben einen bestimmten kleinen Hub ausgeführt hat — entsprechend den Hebungen mit einer größeren Anzahl von Hebeladen. — Je kleiner diese kleinen gleichzeitig ausgeführten Hubstrecken der Kolben bemessen werden, desto genauer wird der Körper seine wagerechte Lage beibehalten. Diese Steuerung von Hand ist sehr einfach und es muß nur darauf gesehen werden, daß die Wege, welche die Kolben durchlaufen, mittels klarer Hubskalen zu beobachten sind.

Für die einmalige Hebung oder Senkung ganzer Bauwerke oder sehr großer Massen, bei denen die sorgfältige Beobachtung der einzelnen Kolbenwege und die Steuerung der Abschlußvorrichtungen durch je einen Arbeiter ohne erhebliche Kosten ausführbar ist, wird sich diese Art der Hebung, wegen der geringen Kosten der Hebeapparate unter Umständen empfehlen. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß das Gelingen der wagerechten Hebung von der gewissenhaften Steuerung jedes einzelnen Arbeiters abhängig ist, und daß die Ungeschicklichkeit und Sorglosigkeit eines einzigen Arbeiters schon viel Unheil anrichten kann. Für den verantwortlichen Ingenieur werden die Stunden der Hebung und Senkung daher immer Stunden großer Sorge und Aufregung sein, denn die Uebersicht über die ausgeführten Kolbenwege ist schwerer, als bei anderen Hebevorrichtungen zu erzielen. Es liegt daher nahe, die Bewegung der Steuerung selbstthätig einzurichten.

2. Steuerung durch eintretende Schief lagen des Körpers.

Ein auf mehreren hydraulischen Kolben ruhender Körper wird beim Heben und Senken durch die geringsten Störungen aus der ursprünglichen wagerechten Lage kippen. Diese Bewegung des zu hebenden Körpers kann durch Hebelübersetzungen vergrößert, zur Steuerung der Regelungsvorrichtungen benutzt werden. Eine Einrichtung dieser Art hat L. Brennecke in der „Deutschen Bauzeitung“ vom 6. Juni 1885 vorgeschlagen.

Der Kopf eines Hebekolbens, der mit beliebig vielen anderen Kolben gemeinsam arbeitet, ist in Fig. 51 dargestellt. Die Zuleitung des Druckwassers erfolgt durch das feste Rohr *Z* und durch das ausziehbare Rohr *b*. Vor der Mündung in den Kopf des hohlen Kolbens befindet sich der Regelungshahn *a*, welcher durch den Fühlhebel *h* bewegt wird. Eilt der Kolben vor den übrigen mit ihm zusammenarbeitenden Kolben beim Heben voraus, so wird der Hahn *a* geschlossen und die Bewegung wird so lange unterbrochen, bis die übrigen Kolben nachgefolgt sind. Damit die Hähne *a* der nachbleibenden Kolben beim Heben durch die entgegengesetzte Drehung des Fühlhebels nicht geschlossen, sondern weiter geöffnet werden, muß die Durchbohrung der Hähne so geneigt werden, daß bei wagerechter Lage des Körpers die Hähne noch nicht vollständig geöffnet sind. Die Hebelübersetzung ist dabei so zu wählen, daß der den Abschluß bewirkende Neigungswinkel des Körpers keinerlei Uebelstände mit sich bringt.

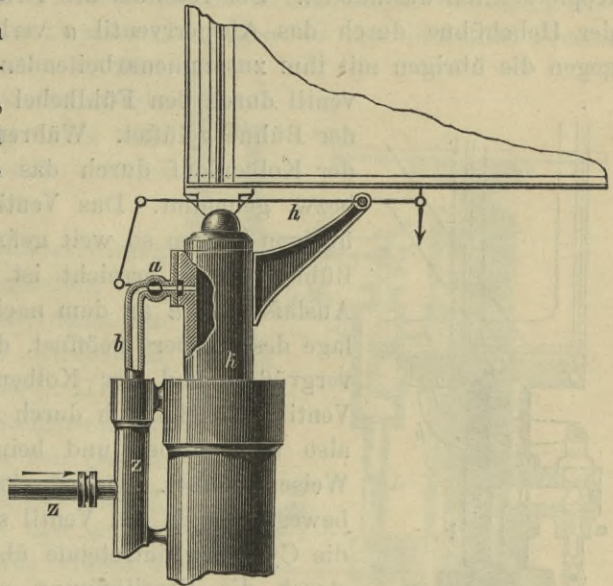


Fig. 51.

Diese Vorrichtung genügt, wie leicht zu übersehen ist, wohl zum Heben des Körpers, nicht aber zum wagerechten Senken desselben, denn bei eintretender Schief lage würde der Regelungshahn *a* gerade an dem nachbleibenden Kolben geschlossen, an welchem der Ausfluß am lebhaftesten stattfinden müßte. Die Einrichtung würde beim Senken des Körpers direkt auf Kippen wirken.

Durch getrennte Ausführung der Zu- und Abflußleitungen und durch getrennte Regelungsvorrichtungen für die Hebung und für die Senkung würde sich dieser Uebelstand beseitigen lassen. Außer den Regelungshähnen müßten aber sowohl in die Zuleitungen, als auch in die Ableitungen besondere Abschlußhähne oder Rückschlagventile eingeschaltet werden, welche beim Heben und Senken abwechselnd geöffnet oder

geschlossen werden müßten. Die Umsteuerung wird also nicht mehr so einfach zu bewerkstelligen sein, und da geringe Neigungen des zu hebenden Körpers niemals beseitigt werden können, so wird die Einrichtung nur in seltenen Fällen zweckmäßig sein.

Ein anderes Regelungswerk haben Clark & Standfield für den schon auf Seite 18 erwähnten, in Fig. 19 und 20 dargestellten Entwurf eines hydraulischen Aufzuges für Eisenbahnzüge vorgeschlagen. Sie steuern nicht die Ein- und Ausflußöffnungen, sondern unabhängige Ausströmungsventile, durch welche der Ueberschuß an Kraftwasser in den voraneilenden Kolben entweichen muß. In Fig. 52 ist ein solches Ventil dargestellt.

Der Treibkolben *K* ist mit einer Bohrung versehen, welche dicht unter dem Kopfe seitlich ausmündet. Der Ausfluß des Druckwassers wird bei wagerechter Lage der Hebebühne durch das Absperrventil *a* verhindert. Eilt der Kolben beim Heben gegen die übrigen mit ihm zusammenarbeitenden Kolben voraus, so wird das Ausfluß-

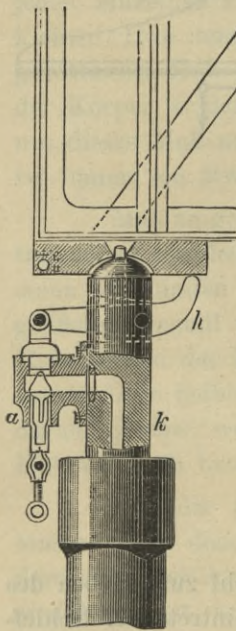


Fig. 52.

ventil durch den Fühlhebel *h* in Folge der eintretenden Schiefelage der Bühne gelüftet. Während der Wirksamkeit des Ventiles wird der Kolbenlauf durch das Ausspritzen des Wassers unterbrochen, bzw. gehemmt. Das Ventil kann sich erst schließen, wenn die übrigen Kolben so weit gefolgt sind, daß die wagerechte Lage der Bühne wieder erreicht ist. Beim Senken des Körpers wird das Auslaßventil *a* an dem nachbleibenden Kolben durch die Schräglage des Körpers geöffnet, der Ausfluß des Wassers wird dadurch vergrößert und der Kolben folgt der Bewegung schneller. Die Ventile, welche sich durch große Einfachheit auszeichnen, werden also beim Heben und beim Senken der Last in entsprechender Weise geöffnet. Damit sich die Kolben aber stets gleichmäßig bewegen, muß das Ventil so groß ausgeführt werden, daß das in die Cylinder eintretende überschüssige Kraftwasser auch wirklich durch die Ventilöffnung austreten kann. Sind die zusammenarbeitenden Kolben nicht ganz gleichmäßig belastet, so wird aus den Ventilen der weniger belasteten Kolben beim Heben und beim Senken ein ständiger Strom von Druckwasser entweichen und ohne Nutzeffekt verloren gehen. Der Apparat ist also für ungleichmäßige Belastungen unbedingt zu verwerfen und für gleichmäßige Belastungen wenig zu empfehlen.

Clark & Standfield benutzen den Apparat bei dem erwähnten Aufzug in geschickter Weise nur untergeordnet zum wagerechten Senken der Plattform und zur selbstthätigen wagerechten Einstellung der Plattform beim Heben in Verbindung mit getrennten Druckwasserleitungen. Für den letzteren Zweck wird die Einrichtung als Sicherheitsapparat gute Dienste thun. So z. B. würde er an allen Cylindern der in Fig. 9, 11, 14 u. s. w. dargestellten Hebewerke zweckmäßig anzubringen sein. Die

Schiefelage des Körpers kann dann selbst bei großen Undichtigkeiten der Manschetten eine bestimmte Grenze niemals überschreiten.

Ganz verfehlt aber ist die Anordnung, welche unter D.R.P Nr. 6931 Frank John Meyer & Wilh Wernigh für Schleusenhebewerke patentirt wurde. Die auf demselben Prinzip beruhende Steuerung ist als einzige Parallelführung angeordnet und wird außer unliebsamen Kraftwasserverlusten noch andere Uebelstände mit sich führen. Die Einrichtung soll ebenso, wie die von Bellingrath vorgeschlagenen Regelungsapparate in dem Abschnitt über lothrechte Schleusenhebewerke genauer beschrieben werden.

3. Hydraulische Pressen mit Stellsteuerung.

Der erforderliche Bewegungsvorgang beim Steuern der Abschlußvorrichtungen einer Anzahl von hydraulischen Pressen ist bei der Steuerung durch die Hand eines Arbeiters geschildert worden. Die Druckwasserzuleitungen zu den einzelnen Pressen werden beim Heben des Körpers so lange geöffnet, bis die Kolben eine bestimmte kleine Hubstrecke zurückgelegt haben. Derselbe Vorgang findet beim Senken des Körpers durch entsprechendes Oeffnen und Schließen der Abflußleitungen statt.

Nach jeder Oeffnung einer Abschlußvorrichtung wird eine Bewegung des Kolbens eingeleitet. Benutzt man diese Bewegung des Kolbens dazu, um die geöffneten Abschlußvorrichtungen wieder zu schließen, so erhält man die, der Firma C. Hoppe in Berlin unter No. 42 347 patentirte „Stellsteuerung für hydraulische Pressen zum Bewegen von Lasten nach bestimmten Gesetzen“. Jede Kolbenbewegung schließt den Wasserzu- bzw. -Abfluß und es ist ohne Weiteres zu übersehen, daß eine ständige Bewegung der Kolben nur durch ständiges Oeffnen der Abschlußvorrichtungen erzielt werden kann. Sollen sich alle Kolben gleichmäßig heben, so ist ein gleichmäßiges Oeffnen aller Abschlußvorrichtungen erforderlich.

In Fig. 53 ist die Stellsteuerung einer Hebe-
presse schematisch dargestellt. An dem Kopfende
des hohlen Plungerkolbens *B* befindet sich ein Schieberkasten *V*, welcher von der
gemeinsamen Druckwasserleitung durch das feste Zuleitungsrohr *O* und durch das
ausziehbare Rohr *L* ständig gespeist wird. In der Ruhestellung der Steuerung wird
die Einlaßöffnung zu dem hohlen Kolben durch einen Muschelschieber verschlossen.
Die Schieberstange ist in dem einen Arm eines zweiarmigen Hebels *MCN* eingelenkt,
an dessen anderem Arm die Steuerbewegung eingeleitet wird. In der Skizze ist für das

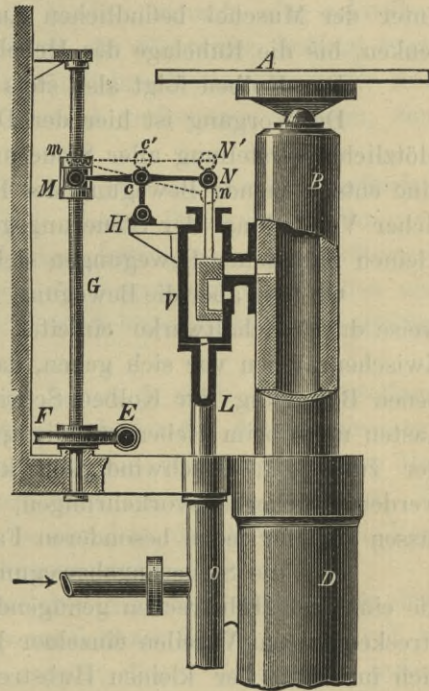


Fig. 53.

Steuergetriebe eine Schraubenspindel G mit dem Schneckenrad F und der Schnecke E angenommen worden. Die Welle der Schnecke E soll an alle Steuerungen der gleichzeitig arbeitenden Pressen anschließen. Wird nun durch die Bewegung des Steuerungsgetriebes die Mutter M um eine Strecke Mm nach oben verschoben, so nimmt der Hebel MN die punktierte Stellung mn ein und der Schieber öffnet die Verbindung des Cylinders mit dem Druckwasserraum des Schieberkastens. Der Kolben B beginnt alsdann sich zu heben und nimmt den Schieberkasten, sowie den Drehpunkt C des zweiarmigen Hebels mit sich, bis der letztere wieder wagerecht steht. Sobald dies eintritt, hat der Schieber die Einlaßöffnung geschlossen und der Kolben bleibt stehen. Man übersieht, daß sich der Kolben genau um das Maß der Mutterverschiebung Mm gehoben hat. Da sich aber die Muttern M an sämtlichen Pressen durch den gemeinsamen Antrieb um gleich große Strecken verschieben, so müssen sich auch sämtliche Kolben um dasselbe Maß heben. Soll der Körper gesenkt werden, so muß die Schraubenspindel G im entgegengesetzten Sinne gedreht werden. Der Muschelschieber wird durch das Senken der Mutter M angehoben und stellt die Verbindung des Cylinders mit einer unter der Muschel befindlichen Ausflußöffnung her. Der Kolben wird sich so lange senken, bis die Ruhelage des Hebels MN wieder erreicht ist.

Der Kolben folgt also stets der Bewegung der Mutter M .

Der Vorgang ist hier der Deutlichkeit halber so dargestellt, daß man sich eine plötzliche Verstellung aller Steuerungen um eine kleine Strecke vorstellt, welcher dann eine entsprechende Bewegung der Hebelkolben folgt. Es ist aber klar, daß bei allmählicher Verstellung der Steuerungsgetriebe die unterbrochene Bewegung aus unendlich kleinen plötzlichen Bewegungen sich zusammensetzt und in eine gleichmäßige übergeht.

Ob man aber die Bewegung des Steuerungsgetriebes ununterbrochen oder sprunghaft durch Schaltwerke einleitet, so muß dieselbe stets so langsam bzw. in solchen Zwischenräumen vor sich gehen, daß der Zufluß des Druckwassers mit der vorgeschriebenen Bewegung der Kolben Schritt halten kann. Der Wasserdruck in den Schieberkasten muß beim Heben ständig größer bleiben, als in den Cylindern. Eine Kontrolle der zulässigen Geschwindigkeit kann durch eingebaute Manometer leicht ausgeübt werden. Sicherheitsvorkehrungen, welche eine zu schnelle Steuerbewegung verhindern, lassen sich für jeden besonderen Fall anbringen.

Soll die Steuerbewegung durch Schaltwerke eingeleitet werden, so müssen die einzelnen Hubstrecken genügend klein gehalten werden, denn innerhalb dieser Hubstrecken ist das Voreilen einzelner Kolben möglich. Die stark belasteten Kolben werden sich innerhalb der kleinen Hubstrecken stets langsamer bewegen, als die weniger belasteten Kolben.

Ein ganz unschätzbare Vorzug dieser Stellsteuerung von hydraulischen Pressen besteht darin, daß sich die Wasserverluste, welche in einem Cylinder durch Undichtigkeiten entstehen können, selbstthätig ersetzen. Senkt sich nämlich ein Kolben in Folge von Wasserverlusten, so findet eine relative Verschiebung des Schiebers statt, durch welche die Verbindung des Cylinders mit der Druckwasserzuleitung hergestellt wird, und der Kolben wird sofort wieder angehoben. Bei eintretenden Druckwasserverlusten in der Ruhelage der Steuerung wird die Druckwasserzuleitung stets etwas geöffnet

bleiben und der Schieber wird sich so einstellen, daß ebensoviel Wasser einströmt, als verloren geht. Selbst bei Undichtigkeiten der Abschlußorgane kann ein Kippen des zu hebenden Körpers nicht eintreten. Die Abschlußorgane werden sich schon durch ganz geringes Voreilen oder Nachbleiben des betreffenden Kolbens so einstellen, daß jeder Wasserverlust ersetzt und jeder Druckwasserüberschuß abgeführt wird.

Nur durch direkten Bruch von Konstruktionstheilen können Störungen entstehen. Ein Bruch ist aber in jedem Falle schnell zu erkennen, und wenn alsdann die Steuerbewegung zum Stillstand gebracht wird, so werden bei geschickter Anordnung selbst dann keine weiteren übeln Folgen zu erwarten sein. Bricht eine Presse oder ein Preßkolben, so wird allerdings eine Hebekraft außer Thätigkeit gesetzt. Die übrigen Kolben werden jedoch nicht in Mitleidenschaft gezogen und können nach Abstellen der Steuerung des gebrochenen Kolbens sofort wieder weiter arbeiten. Bricht die Kraftwasserzuleitung, so bleiben die sämtlichen Kolben in ihrer Stellung und der zu hebende Körper kann ohne Weiteres um den schon zurückgelegten Kolbenhub wieder gesenkt werden und zwar ohne jede Verminderung der Sicherheit.

Es ist ferner nicht zu unterschätzen, daß die Kolben niemals eine schnellere Bewegung erhalten können, als diejenige, welche durch die Steuerung bedingt wird. Unbeabsichtigte Massenbeschleunigungen, wie sie bei plötzlichen Entlastungen der Kolben bei ungesteuertem Zufluß durch Unachtsamkeit wohl vorkommen können, sind überhaupt ausgeschlossen.

Es soll schließlich noch hervorgehoben werden, daß es durchaus nicht erforderlich ist, alle zusammenarbeitenden Pressen durch eine einzige Druckwasserleitung zu speisen. Man kann beliebig viele getrennte Druckwasserleitungen, sogar Leitungen mit verschiedener Wasserpressung an die einzelnen Cylindergruppen anschließen und muß nur dafür sorgen, daß der Wasserdruck in den Schieberkästen stets größer bleibt, als der Druck in den zugehörigen Cylindern.

Die Stellsteuerungen für hydraulische Pressen lassen je nach der Aufstellung und der Konstruktion der Abschlußvorrichtungen und je nach der Art der gemeinsamen Bewegungseinleitung mannigfache Abänderungen zu. Für die verschiedenartigen Hebungen werden die Steuerungsanordnungen unter Umständen verschieden ausfallen. Es seien daher im Folgenden noch einige Abänderungen beschrieben, durch welche die Vor- und Nachtheile für jeden einzelnen Fall leicht zu erkennen sind.

Die in Figur 53 skizzirte Aufstellung, bei welcher der Schieberkasten an dem Kolben angebracht ist, hat den Nachtheil, daß das ausziehbare Zuführungsrohr L in dem festen Rohre abgedichtet werden muß. Man umgeht diesen Uebelstand, indem man das Steuerungsgetriebe umgekehrt aufstellt, den Schieberkasten an dem Preßcylinder anbringt, und die Schraubenspindel G an der Bewegung des Kolbens theilnehmen läßt. Diese Umkehr ist in Fig. 54 dargestellt. Die Wirkungsweise bleibt genau dieselbe, nur muß die Mutter M nach unten gedreht werden, wenn sich der Kolben heben soll, und umgekehrt muß sie nach oben bewegt werden, wenn sich der Kolben senken soll. In der Fig. 54 ist der gemeinsame Antrieb aller Steuerungen auf den bewegten Theil der Pressen angebracht. Will man aber die Bewegung von den feststehenden Theilen aus einleiten, so braucht man nur die Schraubenspindel fest mit

dem Kolben oder mit dem zu hebenden Körper zu verbinden, die Mutter drehbar in dem gabelförmigen Ende *M* des zweiarmigen Hebels *M N* anzuordnen und die Bewegung in der Mutter einzuleiten.

Werden für die Abschlußvorrichtungen Schieber oder Hähne verwendet, so ist zu berücksichtigen, daß der eigentliche Abschluß des Cylinders nicht in einer einzigen Stellung der Schieber oder Hähne erfolgen wird, sondern mit Rücksicht auf die erforderliche Ueberdeckung in mehreren Stellungen. Erst wenn eine bestimmte Verschiebung des Schiebers bezw. eine Verdrehung des Hahnes ausgeführt ist, wird der Wechsel zwischen Ein- und Ausströmung des Wassers herzustellen sein. Um die Summe der Ueberdeckungen nach beiden Seiten der Eingangsöffnung und um die durch die Spielräume der Steuerungsgetriebe bedingten Wege kann sich der Kolben unabhängig von

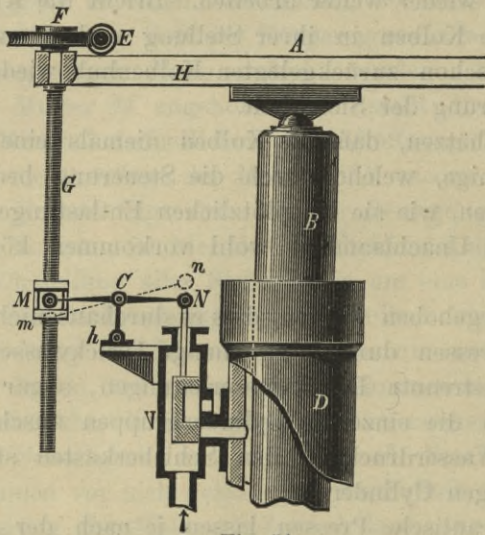


Fig. 54.

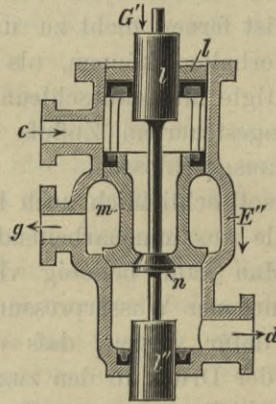


Fig. 55.

der jeweiligen Stellung der Steuerung bewegen. Es ist daher auf gute Abschlußkanten und auf die richtige Wahl der Ueberdeckung besonderes Gewicht zu legen. Andererseits kann man diese unabhängige Bewegung des Kolbens durch ungleicharmige Hebelarme *CN* und *CM* (Fig. 53 u. 54) und durch genaues Einpassen der Steuerungsgetriebe auf jedes gewünschte kleine Maß beschränken.

Bei Ventilen findet der Abschluß immer in einer einzigen Stellung statt, so daß die unabhängige Bewegung des Kolbens bei Anwendung derselben geringer ausfällt. In Fig. 55 ist ein von C. Hoppe in der Patentschrift No. 42 347 angegebenes Steuerungsventil dargestellt. Das Ventilgehäuse tritt an Stelle des Schieberkastens. In den Punkt *N* des zweiarmigen Hebels (Fig. 53) wird statt der Schieberstange die Steuer spindle *l l'* angeschlossen. Wenn durch die gleichzeitigen Steuergetriebe die Spindel *l l'* um eine kleine Strecke nach unten verschoben wird, so öffnet sich das Ventil *n* und das Druckwasser kann aus der Druckleitung *c* durch das Rohr *d* so lange nach den Cylindern gelangen bis sich der Kolben um dieselbe Strecke gehoben hat. Wird die Spindel *l l'* durch das Steuerungsgetriebe angehoben, so wird der hohle

Ventilkörper m mitgenommen und es öffnet sich die Verbindung des Cylinders mit dem Ausflusrohr g . Da das Ventil m einseitig mit einem Entlastungskolben l' versehen ist, so wird dasselbe beim Senken der Spindel l'' durch den Wasserdruck wieder auf den Ventilsitz zurückgetrieben. Es giebt daher nur eine einzige Ruhestellung für die Steuerventile.

Die Abschlußvorrichtungen für die Wasserzufluß- und -abflußleitung können auch beliebig von einander getrennt werden. In Fig. 56 ist eine schematische Darstellung einer Ventilsteuerung mit getrennten Ventilen v_1 und v_2 angegeben. Die Ventilstangen sind durch kleine Schlitze an den Drehpunkten des zweiarmigen Steuerhebels MN angehängt, so daß in den Abschlußstellungen beider Ventile die Zapfen an die oberen Begrenzungen der Schlitze anschlagen. Wird die Schraubenmutter K nach unten bewegt, so öffnet sich das Ausflußventil v_1 , das Wasser kann aus den Cylindern durch die Rohre l und o abfließen. Beim Steigen der Schraubenmutter K wird das Ventil v_2 geöffnet, so daß das Druckwasser aus den Röhren p und m nach den Cylindern gelangen kann.

Es ist zu übersehen, daß sich noch eine große Reihe von verschiedenen Aufstellungen und Konstruktionen der Abschlußvorrichtungen bilden lassen und daß sich für die gleichmäßige Einleitung der Steuerbewegung an sämtlichen Kolben alle Getriebe eignen, durch welche eine gleichzeitige und gleichmäßige Hebung oder Senkung an getrennten Punkten herzustellen ist.

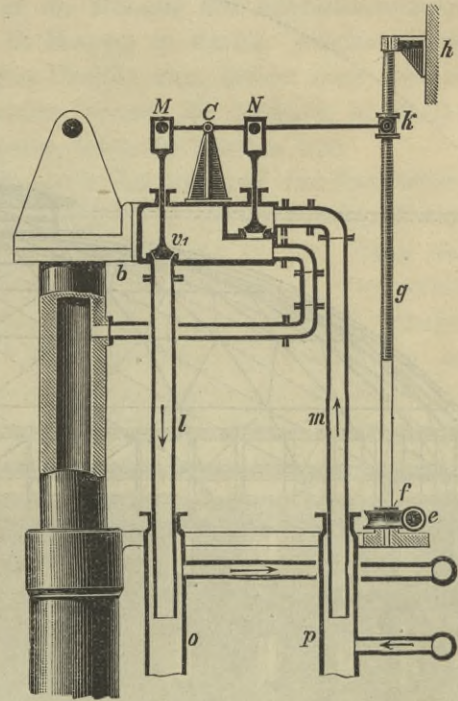


Fig. 56.

Die Hebung von Kuppeldächern für Gasbehältergebäude.

Die erste Gelegenheit, die hydraulischen Pressen mit Stellsteuerung in großem Umfange anzuwenden, bot sich bei der Hebung von Kuppeldächern unter gleichzeitiger Hochführung der Umfassungsmauern.

Die ringförmigen Wände der Gasbehältergebäude wurden bisher unter Zuhilfenahme gewöhnlicher Stangenrüstungen aufgeführt. Das Kuppeldach wurde nachträglich unter Fortlassung des Mauerringes und der letzten Sparrenenden auf dem Bassinboden fertig montirt, vermittelst Hebeladen oder Schraubenwinden im Ganzen in die Höhe gehoben und mit den auf der Umfassungswand verlegten Zugring durch die noch fehlenden Sparrenenden verbunden. Für die Aufstellung der Hebewerke zum Aufziehen der Kuppel müssen im Innern des Gebäudes besondere Rüstungen aufgestellt werden, welche sich entweder auf den Bassinboden stützen oder freischwebend an der Ringmauer befestigt sind. Die Durchmesser der Gasbehältergebäude in Berlin wurden mit

dem zunehmenden Gasconsum immer größer und die Höhe der Umfassungswände wuchs bei der Einführung von dreitheiligen Gasbehältern bis über 30 m über Terrain. Die gewöhnlichen Stangenrüstungen genügten für diese Höhen nicht mehr, die Bauausführung nahm immer längere Zeit in Anspruch, und man stand unter Beibehaltung der

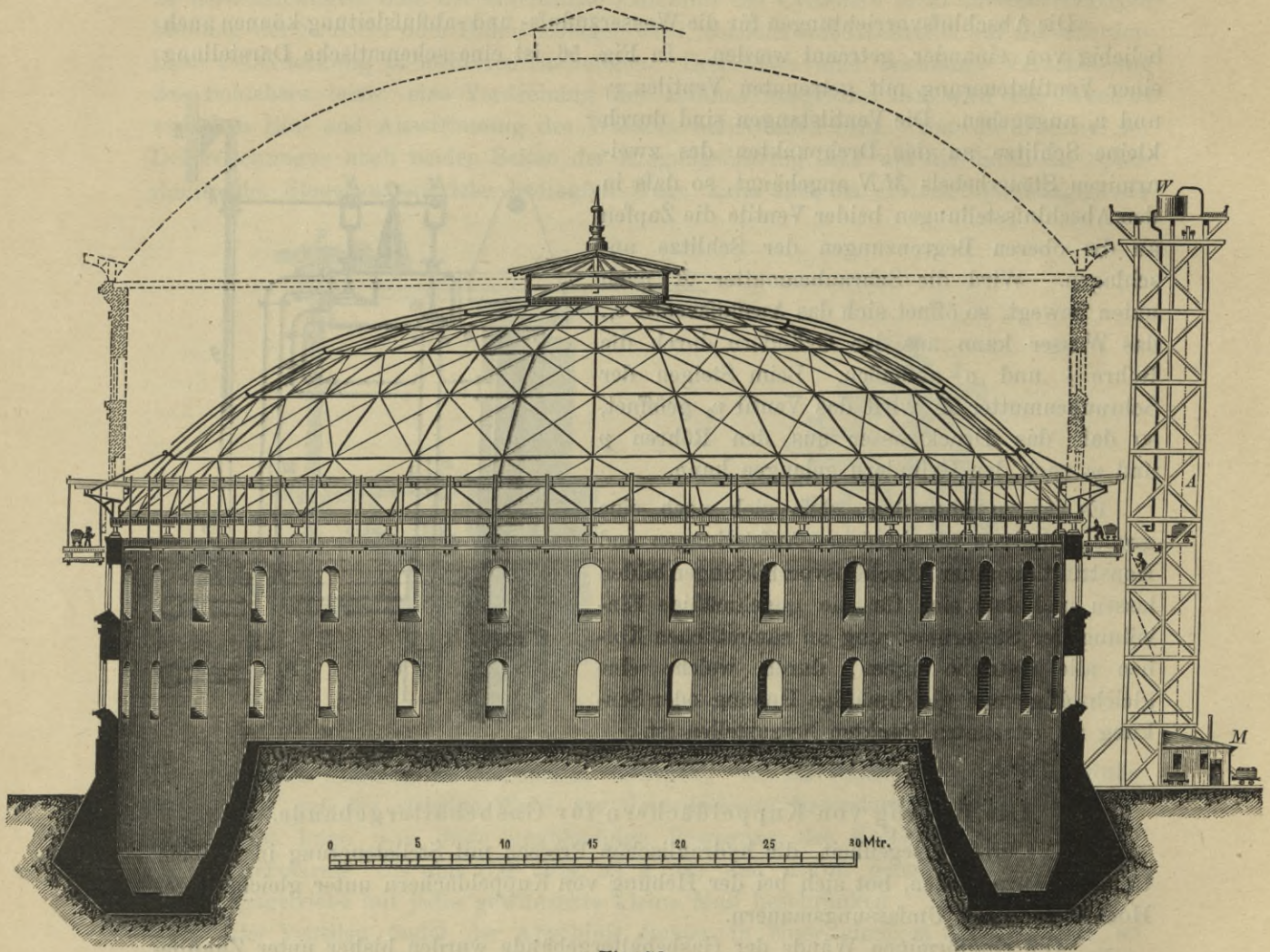


Fig. 56.

Arbeitsfolge vor der Frage, am äußeren Umfang der Umfassungswände verbundene Rüstungen aus Kanthölzern herzustellen. Die Kosten für diese Rüstung und für die schwebende Rüstung zum Aufziehen des Kuppeldaches würden sehr erheblich sein, und um dieselben zu umgehen, wurde durch den Geh. Ober-Baurath Schwedler in Vorschlag gebracht, das Kuppeldach auf der Bassinkrone fertig aufzustellen, eine Maurerrüstung an dieselbe anzuhängen und das ganze System mittels hydraulischer Pressen unter gleichzeitiger Hochführung der Mauern in die Höhe zu heben.

Verfasser wurde im Jahre 1886 mit der Aufstellung der Entwürfe für diese Bauausführung von Seiten der städtischen Gasanstalten zu Berlin betraut. Sehr sorgfältige Vorstudien wurden auf die Wahl der richtigen Größenverhältnisse der Rüstungen, auf die Feststellung der größten vorkommenden Belastungen und schließlich auf die statische Berechnung der Kuppel und des frisch belasteten Mauerwerkes verwendet. Da eine wagerechte Hebung mit einer so großen Anzahl von hydraulischen Pressen, wie sie zu einer derartigen Hebung erforderlich sind, damals noch nicht ausgeführt worden war, so wurde das Programm zuerst für die Hebung mit Schraubenwinden festgestellt. Erst in Verbindung mit der Firma C. Hoppe in Berlin, welche bereits im Jahre 1882 ein nicht zur Ausführung gelangtes Projekt zum Heben einer Brücke mit mehreren hydraulischen Pressen aufgestellt hatte, konnte die Aufgabe in zweckmäßiger Weise so gelöst werden, wie sie in Vorschlag gebracht worden war.

In Fig. 56 ist die Ringmauer des Gasbehältergebäudes während der Bauausführung dargestellt. Die Arbeit ist etwa bis zur halben Höhe der Umfassungswand vorgeschritten. Das Kuppeldach mit aufgelegten Holzsparren steht in der Nähe der 32 Sparrenfüße auf dem frischen Mauerwerk. Außerhalb und innerhalb der Ringmauer sind Rüstungen an die Kuppel angehängt, welche als Arbeitsraum für die Maurer dienen. Um diese Rüstungen in jeder Höhe mit dem Erdboden in Verbindung zu bringen, sind an dem äußeren Umfang zwei feststehende Rüstungen von der Höhe des Gebäudes hergestellt. Dieselben sind mit Leitergängen und mit doppelten Aufzügen für den Materialtransport versehen. Am Fuße jeder feststehenden Rüstung befindet sich ein kleiner Maschinenschuppen *M* mit je einem 8pferdigen Gasmotor, welcher für den Betrieb der Mörtelmaschinen, der Aufzüge, der Pumpen für das Bauwasser und der Pumpen für das Hochdruckwasser der hydraulischen Pressen dient. Die Baumaterialien werden auf kleinen Wagen von den Lagerplätzen auf Schmalspurgleisen nach den Aufzügen gebracht, dort in die jeweilige Höhe der Arbeitsrüstung gehoben und auf einem Ringgleis der äußeren Rüstung bis zum Ort der Verwendung gefahren. Der Hub der Aufzüge muß bei vorschreitender Ausführung, der wachsenden Höhe der Arbeitsrüstung entsprechend, vergrößert werden.

Die Konstruktion der Hängerüstungen ist in Fig. 57 im Querschnitt, in Fig. 58 im Grundriß dargestellt. Mit Rücksicht auf die Anbringung der Rüstung wurde die Kuppel mit einem starken, etwa $1\frac{1}{2}$ m über die Ringmauer hervorragenden polygonalen Trägerring versehen, welcher durch konsolartige Verlängerungen der Sparren getragen wurde. Auf diesen und auf einen leichteren Ring aus **C**-Eisen im Innern der Ringmauer konnten die später als Fetten dienenden Kanthölzer in radialer Richtung aufgelegt werden. Durch diese Ausleger sind in genügend kleinen Entfernungen feste Punkte geschaffen, an denen die Rüstungen, deren Konstruktion aus den Figuren hervorgeht, angehängt werden können. Die äußere Rüstung mußte übrigens so hergestellt werden, daß sie bei abnehmender Mauerstärke leicht zu verbreitern war.

Die Kuppel ruht, wie aus Fig. 57 ersichtlich ist, während der Bauausführung auf zwei starken, mit Kanthölzern gebildeten Ringen, welche unter die konsolartigen Enden der Kuppelsparren geschoben sind. Unmittelbar unter jedem Sparrenfuß ist eine kleine hydraulische Presse von 12 cm Kolbendurchmesser und etwa 30 cm Hub

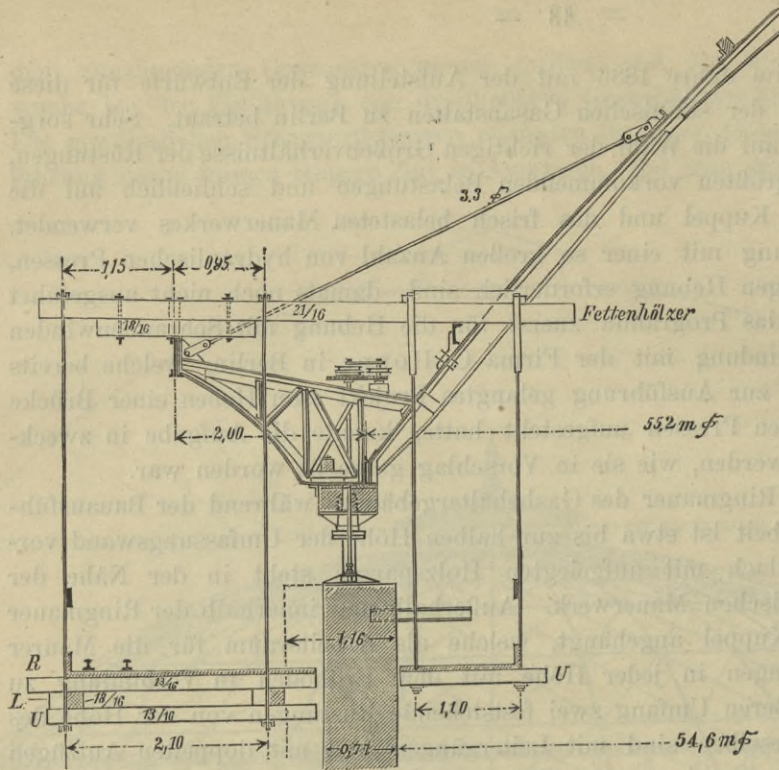


Fig. 57.

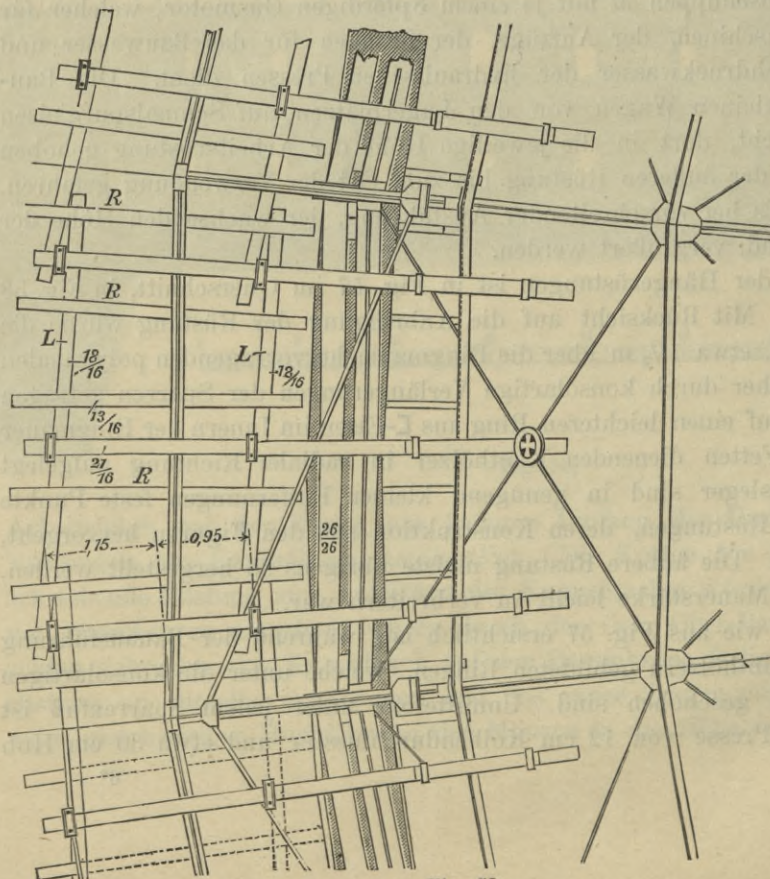


Fig. 58.

angeordnet, und zwar ist der Cylinder fest mit den Unterlaghölzern verschraubt, während der Kolben beim Anheben der Kuppel nach unten austritt und mittels einer beweglichen

Unterlagplatte den Druck auf das frische Mauerwerk überträgt. Neben den Pressen sind in einiger Entfernung je zwei aus starken Hölzern gebildete Füße an die Unterlaghölzer geschraubt, auf welche die Kuppel abwechselnd aufgesetzt werden kann.

In den Figuren 59 bis 61 sind die verschiedenen Auflager der Kuppel in vier nebeneinanderliegenden Feldern während der Bauausführung dargestellt.

In Fig. 59 sind die Holzfüße der Felder I, III und V gehörig unterklotzt, die Felder II und IV sind frei und können, wie in der Figur durch schraffierte Umrisse angegeben ist, aufgemauert werden. Nachdem dies geschehen ist, werden die Pressen in Thätigkeit gesetzt, die Kuppel wird um etwa 26 cm angehoben und die Unterklotzung wird unter den Füßen der Felder I, III und V fortgenommen

und unter die Füße der Felder II und IV geschoben. Damit die Hebungen die Maurerarbeiten nicht zu oft unterbrechen, werden unter abwechselnder Unterklotzung der Presskolben und der Füße stets drei Hübe hinter einander ausgeführt, so daß die Kuppel um etwa $3 \cdot 26 = 78$ cm angehoben wird.

In Fig. 60 ist die dreifache Unterklotzung der Füße und die doppelte Unterklotzung der Presskolben dargestellt. Die Kolben werden nun zurückgezogen und die Felder I, III und V können, wie in Fig. 61 angegeben ist, ausgemauert werden. Diese abwechselnde Ausmauerung der 32 Felder findet immer gleichzeitig am ganzen Umfang der Umfassungsmauer statt und wird so lange wiederholt, bis die festgesetzte Höhenlage der Kuppel erreicht ist.

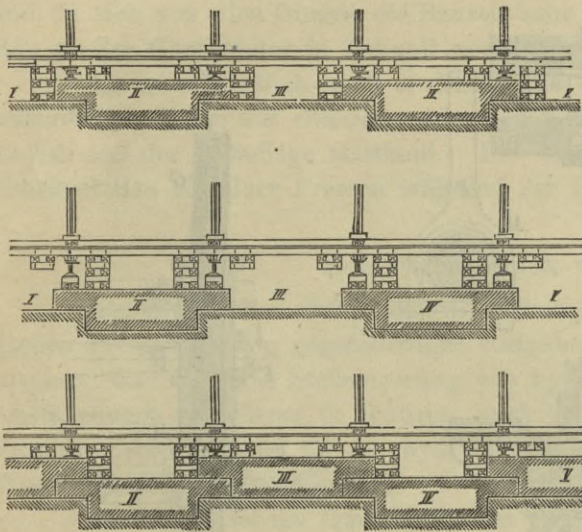


Fig. 59 – 61.

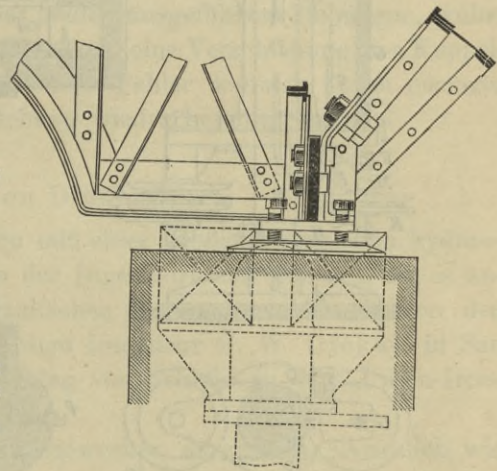


Fig. 62.

Die Kuppel mit den Hängerüstungen ruht also nur während der Zeit des eigentlichen Hebens auf den Pressen und wird während der Ausführung der Maurerarbeiten durch die seitlichen Füße unterstützt. Nach Vollendung der letzten Hebung wurde das Kuppeldach auf die halbe Anzahl der inneren polygonalen Unterlaghölzer durch Eintreiben von Holzkeilen aufgesetzt, so daß die sämtlichen äußeren und die Hälfte der inneren Unterlaghölzer fortgenommen werden konnten. Die freien Felder wurden bis zur vorgeschriebenen Höhe aufgemauert, die Unterlagplatten, wie in Fig. 62 dargestellt, unter die Sparrenaufleger geschoben und das Dach mittels der Stellschrauben auf die Gufsplatten aufgestellt.

Die Konstruktion der hydraulischen Pressen und deren Steuerung ist durch die Figuren 63 bis 67 veranschaulicht. Die Aufstellung der Abschlußvorrichtungen und der Bewegungskette entspricht der in Fig. 54 dargestellten Anordnung mit dem Unterschiede, daß die Bewegung durch die Mutter *M* eingeleitet wird, und zwar mittels einer Seilrolle *K*. Der flache Muschelschieber ist hier durch einen Drehschieber mit der Einlaßöffnung *a* und der Muschel *b* (Fig. 65 und 66) ersetzt, welcher um den nur als

abgeflachten Drehzapfen ausgebildeten Arm des Steuerhebels *FE* gelegt worden ist. Der freie Hebelarm greift mit einer Gabel um die Mutter *M* herum und muß den axialen Verschiebungen der Mutter folgen. Das Drehschiebergehäuse ist durch das 4 mm weite Rohr *d* mit dem Cylinder, durch das Rohr *c* mit der gemeinsamen Druckwasserleitung verbunden. Wird die Mutter *M* auf der an dem Kolben befestigten Spindel *G* nach oben gedreht, so öffnet der Drehschieber den Einlaß des Druckwassers, wird sie nach unten gedreht, so verbindet die Muschel *b* den Cylinderraum mit der Ausflußöffnung *g*. Die Wirkungsweise ist genau dieselbe, wie beim Flachschieber.

Die gemeinsame ringförmige Druckwasserleitung ist auf dem Kuppeldach befestigt und wird durch ein Gelenkrohr gespeist, welches innerhalb der feststehenden Rüstung

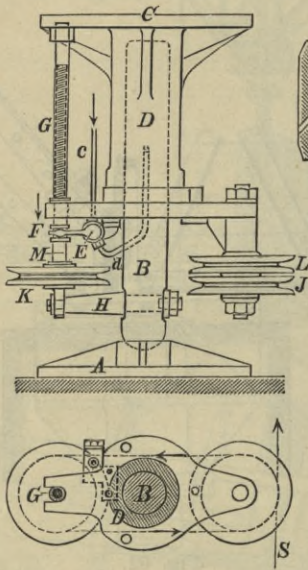


Fig. 63, 64.

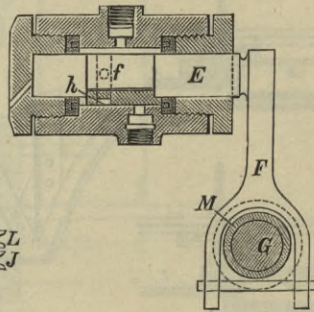


Fig. 65, 66.

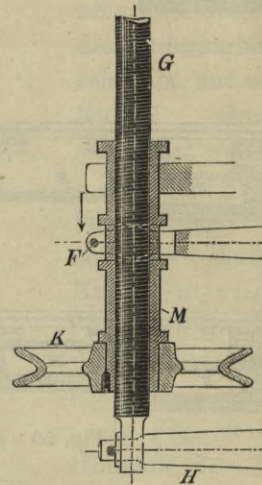


Fig. 67.

nach den in dem Maschinenschuppen aufgestellten Pumpen führt. Der gleichmäßige Antrieb aller Schraubenmuttern *M* erfolgt durch ein endloses Seil *S*, welches in der im Grundriß Fig. 64 dargestellten Weise um die losen Rollen *L* und *J* und um die Steuerrollen *K* der sämtlichen Pressen geschlungen ist. Zur gleichmäßigen Spannung des Seiles ist eine mit Gewichten belastete lose Rolle in den Seiltrieb eingeschaltet. Durch mehrere Arbeiter wird das Seil während der Hebung angezogen. Damit die Steuerrollen und das Steuerseil die Maurerarbeiten nicht hindert, ist der ganze Antrieb wie aus Fig. 57 ersichtlich ist, bei der Ausführung über die Pressen gelegt worden.

Die Steuerbewegung darf, wie schon hervorgehoben worden ist, nur dann eingeleitet werden, wenn der Wasserdruck in der gemeinsamen Ringleitung so groß ist, daß er alle Kolben anzuheben vermag. An einem Manometer der Ringleitung kann der Druck ständig beobachtet werden. Sobald er unter die vorher ermittelte Grenze fällt, wird durch ein von dem Beobachter gegebenes Zeichen die Steuerbewegung unter-

brochen. Zur größeren Sicherheit ist aber noch eine sehr sinnreiche selbstthätige Vorrichtung von der Firma C. Hoppe eingebaut, welche das Steuerseil sofort festklemmt, wenn der Druck in der Zuleitung unter eine bestimmte Grenze fällt. Die Seilklemme wird durch eine Feder ständig geschlossen und durch einen kleinen hydraulischen Kolben erst dann geöffnet, wenn der Wasserdruck für die Hebung der Kuppel genügt.

Die erste derartige Hebung wurde im Sommer 1888 beim Bau eines Gasbehältergebäudes von 54 m Durchmesser und etwa 32 m Höhe in der städtischen Gasanstalt in der Danzigerstraße zu Berlin mit 32 Hebepressen ausgeführt. Dieselben Pressen werden zur Zeit zum zweiten Male benutzt zur Ausführung eines noch größeren Gasbehältergebäudes in derselben Gasanstalt. Da bei wiederholter Benutzung der Pressen die Bauausführung billiger wird, als bei der Verwendung gewöhnlicher Maurerrüstungen, und da sich vor allen Dingen die Bauzeit sehr verkürzt, so wird diese Methode bei dem Bau großer Gasbehälter in Zukunft noch öfter ausgeführt werden.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß bei beiden ausgeführten Hebungen, wahrscheinlich in Folge des einseitig wirkenden Winddruckes, eine Verschiebung des Kuppeldaches aus der Mittellage stattfand. Die eintretenden Fehler konnten durch geringes Schrägstellen einzelner Pressen während der Hebung wieder beseitigt werden.

Schiffshebewerk von Dickey.*)

Als ein Zeichen dafür, daß die Hebungen mit einer großen Anzahl von hydraulischen Pressen zu den gegenwärtigen Aufgaben der Ingenieurkunst gehören, ist es anzusehen, daß dieselbe Stellsteuerung von hydraulischen Pressen, unabhängig von den Ausführungen der Firma C. Hoppe, auch von dem Ingenieur G. W. Dickey in San Francisco erfunden und für die hydraulische Hebung von Schiffen in den „Union-Iron-Works“ angewendet worden ist.

In Fig. 68 ist ein Querschnitt des Schiffshebewerkes dargestellt. Aehnlich wie bei dem bereits beschriebenen Schiffshebewerk von Clark im Victoriadock zu London (Seite 12) wird die Tragtafel von 131 m Länge und 19,95 m Breite durch 36 Hebepressen (von 0,75 m Durchmesser), welche in regelmäßigen Entfernungen an den Längsseiten aufgestellt sind, gehoben. Die Uebertragung der Kolbendrucke erfolgt indirekt durch Hebeseile *a*, welche zur Verdoppelung des Kolbenhubes über die auf den Kolbenköpfen gelagerten Seilrollen gelegt sind und mit ihrem einen Trum an der Plattform, mit ihrem anderen Trum an dem Cylinderkopf befestigt sind. Die Kolben sind zwischen lothrechten Säulen aus genietetem Walzeisen (Fig. 69) geführt, die über der höchsten Lage der Rollen mittels durchgehender eiserner Längsbalken und seitlicher schräger Stützen versteift sind. Die Gründung des Docks ist auf Pfählen von 31—32 m bewirkt.

Die Aufstellung der Abschlußvorrichtungen und des Steuerungsgetriebes ist unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen bereits auf Seite 41 beschrieben und durch Fig. 56 schematisch dargestellt. Damit beim Senken der Tragtafel das Wasser, welches aus den Cylindern austritt, nicht verloren geht, ist eine Rücklaufleitung vorgesehen.

*) Centralblatt der Bauverwaltung 1888 p. 158.

Aus den vorangegangenen allgemeinen Erörterungen ist übrigens leicht zu ersehen, daß die langen ausziehbaren Zu- und Abflußleitungen l und m hätten vermieden werden können, wenn die Regelungsapparate an die Cylinder angeschraubt worden wären. Der gute Abschluß dieser Rohre in den Dichtungen wird im Laufe der Zeit nur durch sorgfältige Ueberwachung zu erhalten sein. Bei größeren, durch Roststellen und durch scharfes Anziehen der Stopfbüchsen veranlaßten Reibungswiderständen werden die 6 m langen Röhren auf Zerknicken beansprucht und können leicht Veranlassung zu Betriebsstörungen geben.

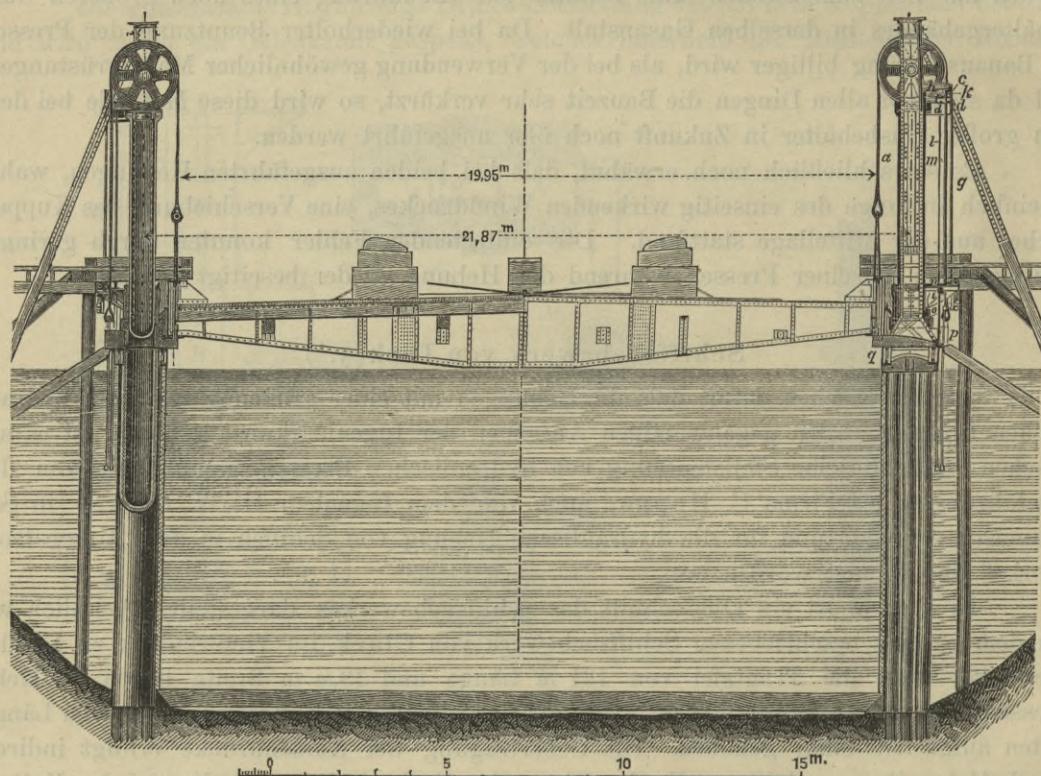


Fig. 68.

Sobald die Tragtafel, wie in Fig. 69 dargestellt worden ist, ihre höchste Lage erreicht hat, werden an jeder Presse auf den zwischen den Cylindern angeordneten Längsträgern zwei Trageklötze q unter die Träger der Tragtafel untergeschoben. Die Bewegung dieser Klötze erfolgt nach Fig. 70 durch Druckwasser mittels einer zu beiden Seiten des Docks entlang laufenden Zugstange, welche an die Winkelhebel angreift. An beiden Enden haben die Zugstangen wagerechte, mit der Längsachse des Docks gleichgerichtete Preßstempel, von denen der eine zum Unterschieben der Tragedaumen, der andere zum Zurückziehen derselben dient. Auch nach der Entlastung durch die Tragdaumen werden die lothrechten Kolben der Tragtafel durch einen Kraftsammler in ihrer Lage erhalten und das Leckwasser durch eine selbstthätig wirkende kleine

Leck-Dampfpumpe, welche bei einer bestimmten Abnahmegrenze des Wasserdruckes zu arbeiten anfängt, dauernd ersetzt. Das Dock hat sich bezüglich der hydraulischen Einrichtungen während zweier Jahre vollkommen bewährt.

Die Anordnung von Tragseilen ist bei dieser Steuerung der hydraulischen Pressen unbedenklich. Das Reißen eines Seiles beseitigt zwar eine Hebekraft, hat aber keinen Einfluß auf die Bewegung der Tragtafel. Die letztere muß nur so stark sein, daß sich die Belastung auf die Nachbarkylinder überträgt. Der durch den Seilbruch entlastete Kolben folgt der Bewegung der Tragtafel genau so, wie im belasteten Zustande. Der etwaigen Ueberlastung eines Tragseiles bezw. Kolbens ist in der Begrenzung des Druckes bis zu 84 Atmosphären entgegengetreten. Wird die Belastung eines Kolbens größer, als die diesem größten Wasserdruck entsprechende Presskraft, so bleibt der Kolben naturgemäß etwas zurück, bis sich die Last so weit auf die Nachbarkolben vertheilt, daß die dadurch entstandene Entlastung ein weiteres Heben gestattet.

Die große Sicherheit, mit welcher die hydraulischen Pressen mit Stellsteuerung arbeiten, in Verbindung mit den verhältnißmäßig geringen Kosten, welche die Regelungsapparate beanspruchen, sichern dem Steuerungssystem in Zukunft eine weitere Verbreitung insbesondere für Hebungen sehr großer Lasten.

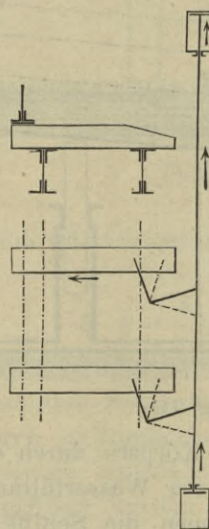


Fig. 70.

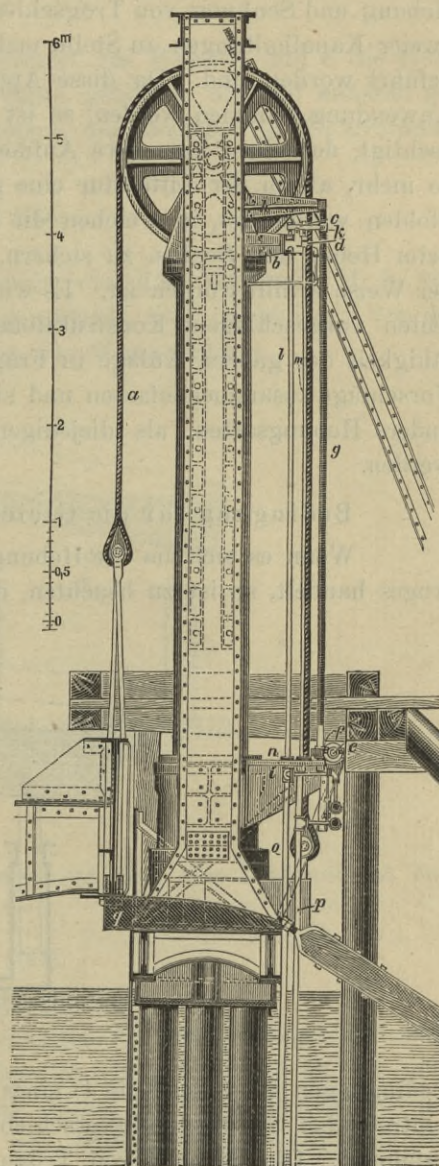


Fig. 69.

Lothrechte Hebung von Trogschleusen.

Die Konstruktionen, welche die wagerechte Lage eines zu hebenden Körpers während der Bewegung sichern, sind von ganz besonderer Wichtigkeit für die lothrechte Hebung und Senkung von Trogschleusen, welche bei großen Wasserspiegelunterschieden zweier Kanalhaltungen an Stelle mehrerer gewöhnlicher Schleusen schon mehrfach ausgeführt worden sind. Da diese Apparate künftig auch für deutsche Wasserwege in Anwendung kommen werden, so ist es nach den vorangegangenen Untersuchungen berechtigt, denselben besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Es empfiehlt sich dies um so mehr, als in der Litteratur eine ganze Anzahl von Entwürfen besprochen und empfohlen worden ist, in welchen die Bedingung, die wagerechte Lage des Schleusentroges beim Heben und Senken zu sichern, zwar berücksichtigt, aber keineswegs in genügender Weise erfüllt worden ist. Es wird sich finden, daß selbst von hervorragenden Fachleuten vorgeschlagene Konstruktionen mit Fehlern behaftet sind, welche die Betriebsfähigkeit der ganzen Anlage in Frage stellen würden. Um hier möglichst sämtliche Vorschläge zusammenzufassen und sie auf ihre Zweckmäßigkeit zu prüfen, müssen auch andere Hebungsarten, als diejenigen vermittelt hydraulischer Druckorgane aufgeführt werden.

Bedingung für die Gleichgewichtslage eines Schleusentroges.

Wenn es sich um die Hebung eines mit Wasser theilweise angefüllten Schleusentroges handelt, so ist zu beachten, daß die bereits früher aufgestellten Gleichgewichts-

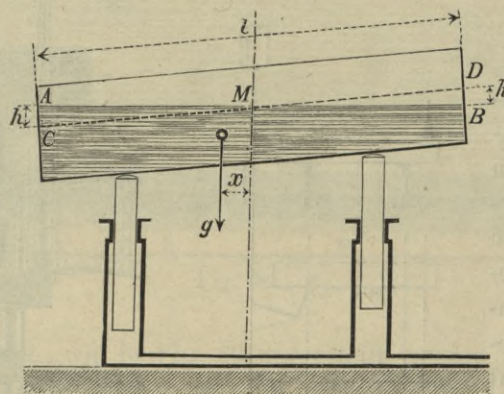


Fig. 71.

bedingungen (5—7 auf Seite 4) eines festen Körpers durch die bei Neigungen des Troges eintretenden Schwerpunktsverschiebungen der Wasserfüllung wesentliche Aenderungen erfahren. Die rechteckigen Tröge, in denen die Schiffe schwimmend gehoben und gesenkt werden, haben bei geringer Breite eine sehr beträchtliche Längenausdehnung. Neigt sich ein solcher mit Wasser theilweise angefüllter Trog von der Länge l und der Breite b um eine horizontale Querachse, so wird sich, wie in Fig. 71 dargestellt, der Wasserspiegel wieder wagerecht einstellen. Das Wasserprisma mit der Basis

MDB bewegt sich von rechts nach links und nimmt die Lage *MCA* ein. Der Schwerpunkt der Wasserfüllung verschiebt sich hierdurch um eine Strecke x aus der Trogmitte. Für geringe Neigungswinkel berechnet sich das hierdurch entstehende Drehmoment um die ursprüngliche Schwerpunktsachse zu:

$$G \cdot x = 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{h}{2} \cdot b \cdot \gamma \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2} = \frac{l^2 \cdot b}{6} \cdot h \cdot \gamma,$$

wenn G das Gesamtgewicht, γ des spezifische Gewicht des Wassers und h die Höhe ist, um welche sich der Wasserspiegel an einem Ende gehoben, an dem anderen gesenkt hat. Werden sämtliche Längenmaße in Metern, die Gewichte in Kilogrammen gemessen, so wird:

$$21. \quad G \cdot x = \frac{l^2 \cdot b}{6} \cdot h \cdot 1000.$$

Die Größe dieses Drehmomentes ist abhängig von dem Werthe h , d. h. von dem Neigungswinkel und von der Gestalt des Wasserspiegels, aber unabhängig von der sonstigen Form des Gefäßes und von dem Gewichte der Wasserfüllung.

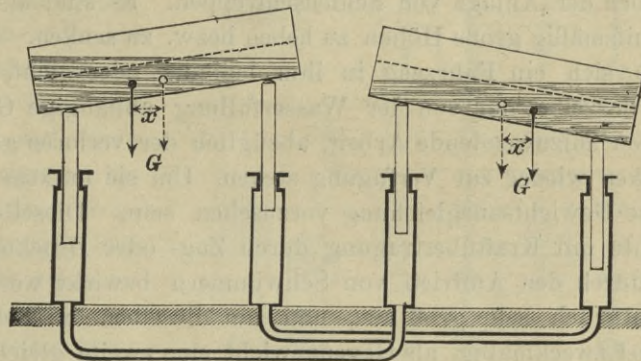


Fig. 72.

Bei einer Neigung um die Längsachse berechnet sich das Drehmoment entsprechend zu:

$$22. \quad G \cdot y = \frac{b^2 \cdot l}{6} \cdot h \cdot 1000.$$

In den früher aufgestellten Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht eines starren Körpers auf mehreren hydraulischen Kolben (5—10 auf Seite 4 und 6) muß also für ein mit Wasser theilweise angefülltes Gefäß dieses kippende Moment von der Größe $G \cdot x$ bzw. $G \cdot y$ eingeführt werden. Nun war früher nachgewiesen, daß sich jeder starre Körper, dessen Schwerpunkt über der Kolbenauflagerfläche liegt, im labilen Gleichgewichtszustande befindet, wenn die sämtlichen Presscylinder mit einander verbunden sind. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß durch das Auftreten des kippenden Momentes $G \cdot x$ das Gleichgewicht eines Schleusentroges auf mehreren mit einander

kommunizirenden Pressen um so mehr labil sein wird. Die geringste Störung des Gleichgewichtes hat ein Umkippen des Troges zur Folge, wenn nicht andere Organe vorgesehen sind, welche die Kippmomente aufnehmen können.

Sind die Gewichte zweier Schleusentröge, wie in Fig. 72 dargestellt ist, durch zwei Zug- oder Druckorgane ausgeglichen, so gelten genau dieselben Gleichgewichtsbedingungen. Derselbe Zustand bleibt bestehen, wenn noch mehrere Zug- oder Druckorgane hinzugefügt werden, solange dieselben in entsprechenden Punkten der beiden Schleusentröge angreifen.*)

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Zuverlässigkeit des Betriebes einer Trogschleuse in erster Linie von der vollkommen sicheren Führung der Tröge abhängt, sollen die nachstehenden Ausführungen und Vorschläge untersucht werden.

Verschiedene Arten der Hebung und Gewichtsausgleichung.

Die Abmessungen der Schleusentröge werden durch die größten auf dem Kanal verkehrenden Schiffe oder Kähne bedingt. Die Hubhöhe ist abhängig von dem Höhenunterschiede der Wasserspiegel in der oberen und unteren Kanalhaltung. Je größer der Höhenunterschied ist, desto vortheilhafter ist im Allgemeinen die lothrechte Trogschleuse, gegebenüber der Anlage von Schleusentreppen. Es sind also stets große Gewichte auf verhältnißmäßig große Höhen zu heben bezw. zu senken. Da der Schleusentrog, gleichviel ob sich ein Fahrzeug in ihm befindet oder nicht, beim Heben oder Senken annähernd dasselbe, nur von der Wasserfüllung abhängige Gewicht besitzt, so wird die beim Heben aufzuwendende Arbeit, abzüglich der verloren gehenden Reibungsarbeiten, beim Senken wieder zur Verfügung stehen. Um sie nutzbar zu machen, wird in allen Fällen eine Gewichtsausgleichung vorzusehen sein. Dieselbe kann entweder durch Gegengewichte mit Kraftübertragung durch Zug- oder Druckorgane, durch eine Wassersäule oder durch den Auftrieb von Schwimmern bewirkt werden. Die Gegengewichte fallen natürlich sehr groß aus, und um dieselben im Betriebe nutzbar zu machen, ist es meist zweckmäßig, als Gegengewicht eine zweite gleich große Schleusenkammer zu verwenden. Die Kraft zur Einleitung der Bewegung und zur Ueberwindung der Bewegungswiderstände wird durch verschiedene Füllung des Schleusentroges beim Heben und Senken erzeugt. Das Gewicht des sich senkenden Troges wird durch größere Füllung schwerer, als das Gewicht des aufsteigenden Troges oder des Gegengewichtes, bezw. größer, als der Auftrieb der Schwimmer.

A. Gewichtsausgleichung unter Anwendung von Zugorganen.

1. Trogschleuse im Great-Western-Canal bei Taunton.**)

Die ersten betriebsfähigen Trogschleusen mit lothrechtem Hub wurden vor etwa 50 Jahren in England im Gr.-Western-Canal bei Taunton zur Ueberwindung eines Gefälles von ca. 14 m angelegt. Die aufzunehmenden Schiffe haben 7,93 m Länge, 1,98 m Breite und

*) Vergleiche hierüber die Untersuchungen auf Seite 21 u. f.

***) H. Gruson & Barbet, Études sur les moyens de franchir les shutes des canaux. Paris 1890.

0,69 m Tiefgang. Die Schleusentröge sind aus Holz hergestellt und haben eine Länge von 8,92 m, eine Breite von 2,5 und eine mittlere Wasserfüllung von rund 1 m. In Fig. 73 ist ein Längenschnitt durch die Schleuse dargestellt. Die beiden Tröge hängen an drei Ketten *a*, welche über die mit Eingriffdaumen versehenen Kettenrollen *d* gelegt sind. Die Ketten sind so lang bemessen, daß gleichzeitig der eine Trog mit Hilfe der Schützen *B* und *D* an die obere Kanalhaltung und der andere Trog mittels der Schützen *C* und *E* an die untere Haltung angeschlossen werden kann. Das Wasser der unteren Kanalhaltung ist durch Schützen von dem Schleusenschachte abgeschlossen, so daß sich die Gewichte der Tröge bis zum Ende des Hubes ausgleichen. Während der Bewegung wird das Gewicht des sich senkenden Troges durch die ablaufenden Ketten *a* vergrößert, während das Gewicht des aufsteigenden Troges um dasselbe Maß verringert wird. Um auch diese Gewichtsveränderungen zu beseitigen, sind an den Trogböden je drei Belastungsketten *c* angebracht, welche genau so schwer sind, wie die Ketten *a*.

Die drei Kettenrollen *d* sind auf starken Achsen befestigt, welche durch Kuppelungen mit einander verbunden sind. Die Kettenrollen müssen sich daher stets um dieselben Winkel drehen und wickeln die drei Ketten gleichmäßig auf und ab. Das labile Gleichgewicht in der Längsrichtung der Tröge ist durch diese Parallelbewegung der Ketten aufgehoben. Die bei geringen Neigungen eintretenden Kippmomente beanspruchen die gekuppelten Rollenachsen auf Verdrehung. Das Gleichgewicht der Tröge in der Querrichtung ist in Folge der hohen Lage der Kettenangriffspunkte stets stabil.

Durch das Uebergewicht der Wasserfüllung in dem absteigenden Trog wird die Bewegung eingeleitet. Die Regelung der Bewegung erfolgt durch ein Bremswerk, welches in Fig. 73 dargestellt ist. Von der mittleren Kettenrollenachse wird durch ein Zahn-

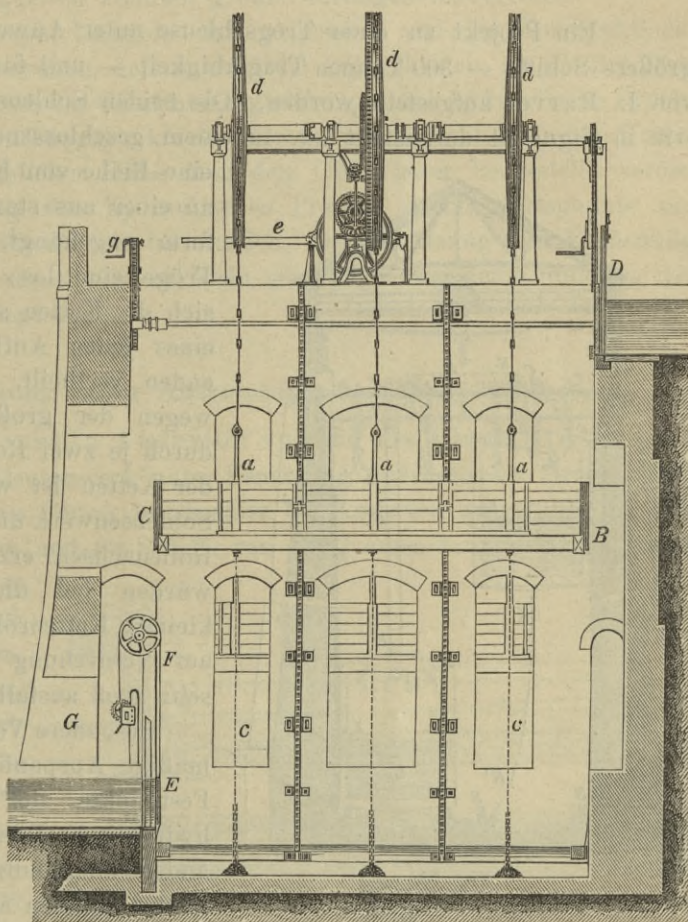


Fig. 73.

radgetriebe eine Bremscheibe bewegt. Mit Hilfe des Bremshebels *e* kann der Schleusenmeister die Bewegung der Tröge beliebig regeln und wenn erforderlich unterbrechen. Die Reibungswiderstände sind bei Anwendung von großen Kettenrollen sehr gering. Die Schleuse verbraucht daher sehr wenig Wasser. Die Hebung nimmt 3 Minuten in Anspruch.

2. Entwurf einer Trogschleuse von L. Barret.*)

Ein Projekt zu einer Trogschleuse unter Anwendung von Zugorganen ist für größere Schiffe — 300 Tonnen Tragfähigkeit — und für große Höhen — bis zu 50 m — von L. Barret aufgestellt worden. Die beiden Schleusentröge *A* und *B* bewegen sich, wie in Figur 74 dargestellt ist, in einem geschlossenen Gebäude auf und ab.

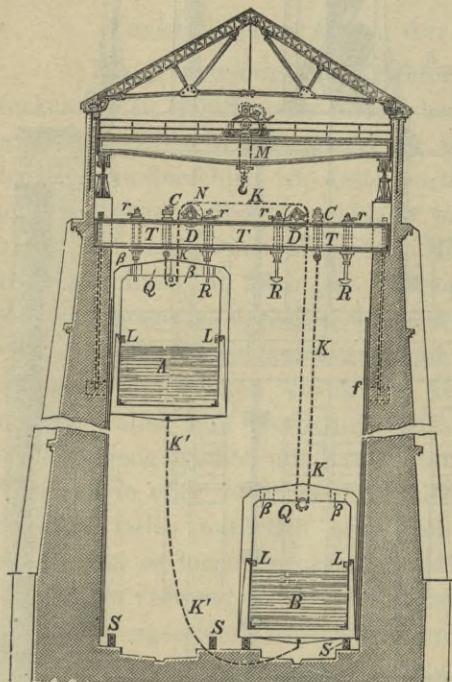


Fig. 74.

Die beiden Tröge an einer Reihe von Ketten *K* sind die beiden Tröge an einer aus starken Trägern *T* gebildeten Plattform angehängt. An den Hängerahmen der Tröge sind lose Rollen angebracht, um welche sich die Ketten schlingen, so daß sich die Last eines jeden Aufhängepunktes auf zwei Kettenenden vertheilt. Die Leitung der Ketten erfolgt wegen der großen Entfernung der Trogmitten durch je zwei Rollen *D*. Die parallele Führung der Ketten ist wie bei dem oben beschriebenen Schleusenwerk durch Kuppelung der sämtlichen Rollenachsen erzielt. Die Reibungswiderstände würden bei diesen Entwürfen in Folge der kleinen Kettenrollen und in Folge der starken auf Verdrehung beanspruchten Rollenachsen *D* sehr groß ausfallen.**)

Besondere Vorrichtungen sind für das gleichmäßige Anspannen der Ketten vorgesehen. Die Festpunkte der Ketten können durch kleine hydraulische Pressen *C*, deren Cylinder mit einander kommunizieren, angehoben werden. Die Ketten können alsdann mittelst Stellschrauben

so weit nachgestellt werden, daß sie eine Zugspannung aufnehmen, welche gleich dem Kolbendruck ist. Es scheint dabei nicht berücksichtigt zu sein, daß das Gleichgewicht der Schleusentröge labil ist, wenn sämtliche Ketten an kommunizierenden Pressen hängen. Bei dem Anheben wird ein Kippen des Troges um die Größe des Kolbenhubes eintreten.

Außerordentliche Schwierigkeiten bieten bei den großen Massen der Antrieb

*) Schemfil, Kanal- und Hafenwerkzeuge S. 22. — H. Gruson & Barbet S. 34.

**) Würde man die früher beschriebene in Fig. 24 dargestellte Anordnung der Zugorgane anwenden, so würden die Rollenzapfen nicht auf Verdrehung beansprucht, die Reibungswiderstände würden erheblich geringer ausfallen.

und die Regelung der Geschwindigkeit während des Hebens und Senkens. Nur ein Theil, etwa $\frac{1}{10}$ des zur Ueberwindung der Reibungswiderstände erforderlichen Uebergewichtes des absteigenden Troges soll durch ungleiche Wasserfüllung erzielt werden. Der Rest der Widerstände soll durch einen hydraulischen Motor überwunden werden, welcher die Hubgeschwindigkeit regelt. Zur Sicherheit sind noch starke Bremsen vorgesehen. Der ganze Apparat würde im Betriebe einer peinlichen Ueberwachung bedürfen und schon geringe Unregelmäßigkeiten könnten große Störungen hervorrufen.

Abgesehen aber von diesen Mängeln und abgesehen von den Konstruktions-einzelheiten, ist es leicht zu übersehen, daß sowohl die Anlagekosten, als die Betriebskosten sich höher stellen werden, als bei Gewichtsausgleichung durch hydraulische Druckorgane. Die schwerbelasteten Aufhängepunkte der Ketten, welche hoch über dem Unterwasser, ja sogar noch in ziemlicher Höhe über dem Oberwasser hergestellt werden müssen, können bei Anwendung von hydraulischen Pressen durch Stützpunkte unmittelbar auf oder in dem Erdboden ersetzt werden, die Abnutzung und Ergänzung wird bei hydraulischen Pressen verschwindend klein sein, gegenüber der Abnutzung der Ketten und des zugehörigen Gangwerkes.

B. Gewichtsausgleichung unter Anwendung von Druckorganen.

1. Die Trogschleuse in Anderton von Edwin Clark.*)

Das erste lothrechte Schleusenwerk unter Benutzung hydraulischer Druckorgane wurde im Jahre 1872 von Edwin Clark in Cheshire bei Anderton ausgeführt für eine Wasserspiegeldifferenz von 15,35 m und für Schiffe von 100 Tonnen Tragfähigkeit. Jeder

der beiden Schleusentröge von 24,5 m Länge, 4,73 m Breite und 1,37 bis 1,52 m Wassertiefe im ungefähren Gewicht von 250 Tonnen, ruht auf einem in der Mitte angeordneten Plungerkolben von 0,9 m Durchmesser, so daß die Wasserpressung etwa 37 kg auf einen Quadratcentimeter beträgt. Die beiden Cylinder sind durch eine Rohrleitung von 127 mm Weite mit einander verbunden. Das zur Ueberwindung der Reibungswiderstände und zur Massenbe-

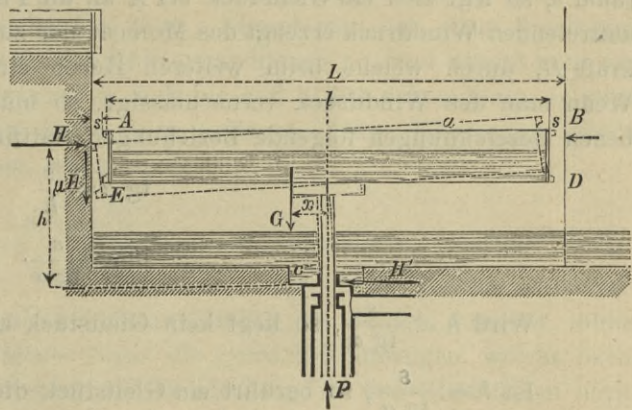


Fig. 75.

schleunigung erforderliche Uebergewicht der sich senkenden Schleusenkammer wird durch verschiedene Wasserfüllung in den beiden Trögen hergestellt. Die Regelung der Hubgeschwindigkeiten erfolgt vermittelst einer Abschlußvorrichtung im Verbindungsrohre der Cylinder. Die Schleusentröge tauchen, wie in Fig. 75 angedeutet ist, in das Unterwasser ein. Das Gewicht des absteigenden Troges vermindert sich

*) Schemfil, Kanal- und Hafenwerkzeuge.

beim Eintauchen um den Auftrieb der Wasserverdrängung und genügt alsdann nicht mehr, um den aufsteigenden Trog zu heben. Die letzte Hubstrecke des aufsteigenden Kolbens wird unter Benutzung von Druckwasser einer Motorenanlage zurückgelegt, während das Druckwasser des sich senkenden Kolbens beim Eintauchen verloren geht.

Jeder Trog ist in der Mitte durch den konsolartig ausgebildeten Kopf des Presskolbens unterstützt. Zur Verhütung seitlicher Schwankungen sind an den vier Ecken des Troges Gleitstücke angebracht, welche in Winkelschienen der Ecksäulen geführt werden. Der Presskolben ist durch zwei Stopfbüchsen, die ca. 0,75 m über einander liegen lothrecht geführt. Um nämlich die Stopfbüchse der Druckcylinder zugänglich zu erhalten, mußte der in den Untergrund versenkte eiserne Schacht, wie in Fig. 75 dargestellt, oben abgedeckt und gegen den Kolben abgedichtet werden.

Da die Entfernung der Ecksäulen etwa 25 m beträgt, so müssen die an dem Trog befestigten Gleitstücke so viel Spielraum zwischen den Führungsschienen haben, daß sich der eiserne Trog bei Temperaturänderungen frei ausdehnen kann. Steht nun der Kolben in seiner tiefsten Stellung, so ist ein Anliegen der Gleitstücke an den Führungsschienen bei richtig-vertheilten Spielräumen überhaupt nicht möglich. Alle seitlich wirkenden Kräfte müssen unmittelbar von dem Kolben aufgenommen werden und wenn aus irgend einem Grunde der Schwerpunkt der zu hebenden Last nicht in die Kolbenachse fällt, so wird der Kolbenquerschnitt durch die auftretenden Momente auf Biegung beansprucht. Beim Anheben des Troges kann durch eine geringe Neigung des Kolbens innerhalb der Stopfbüchsen, um den Punkt *C* Fig. 75, eine seitliche Verschiebung der Schleusentröge eintreten. Wird diese Verschiebung größer als der Spielraum *s*, so legt sich ein Gleitstück bei *A* an die Führungsschiene an. Außer dem etwa auftretenden Winddruck erzeugt das Moment der zu hebenden Last $G \cdot x$ eine Reaktionskraft *H*, durch welche beim weiteren Heben ein Reibungswiderstand $\mu \cdot H$ auftritt. Wenn man den Winddruck vernachlässigt, so müssen bei den in Fig. 75 eingeschriebenen Bezeichnungen folgende Beziehungen stattfinden:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{h}$$

$$h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Wird $h < \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$, so liegt kein Gleitstück an.

Ist $h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$, so berührt ein Gleitstück die Führungsschiene ohne Uebertragung eines Führungsdruckes und wird $h > \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$, so tritt ein Führungsdruck *H* auf.

Setzt man die Momentengleichung in Bezug auf den Punkt *C* an, so erhält man für den aufsteigenden Trog:

$$G \cdot x = H \cdot h - \mu \cdot H \cdot \frac{L}{2}$$

und für den absteigenden Trog:

$$G \cdot x = H \cdot h + \mu \cdot H \cdot \frac{L}{2}$$

Mithin:

$$23. \quad H = \frac{G \cdot x}{h + \mu \cdot \frac{L}{2}}$$

Ist A das Gesamtgewicht der Schleusenammer in Kilogrammen, b die Breite, l die Länge des Wasserspiegels in Metern, so ist nach Gleichung 21

$$G \cdot x = Q \cdot s + \frac{l^2 \cdot b}{6} \cdot \frac{L}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot 1000;$$

ferner soll $h \leq \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$ sein. Diese Werthe in Gleichung 23 eingesetzt, giebt:

$$24. \quad H = \frac{Q \cdot s + \frac{l^2 \cdot b}{6} \cdot \frac{L}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot 1000}{\frac{s}{\operatorname{tg} \alpha} + \mu \cdot \frac{L}{2}}$$

Geht der Nenner dieses Ausdruckes in Null über oder wird er negativ, so wird die Reaktionskraft H und mit ihr der Reibungswiderstand $\mu \cdot H$ unendlich groß, d. h. der Schleusentrog klemmt sich in den Führungen fest. Dieser Fall kann ein

treten beim Heben des Schleusentroges, wenn $\mu \cdot \frac{L}{2} \geq \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}$ oder

$$\mu \cdot \frac{L}{2} \geq h$$

$$\mu \geq \frac{2 \cdot h}{L}$$

Bei der Schleuse in Anderton ist $L \cong 25$ m. Nimmt man nun einen Spielraum von 5 mm zwischen den Gleitstücken in den Führungsschienen an, und nimmt man an, daß der Kolben und mit ihm der Schleusentrog sich bis auf 1:500 neigen kann, so wird ein Gleitstück in der Höhe $h = 0,005 \cdot 500 = 2,5$ m anliegen. Eine Klemmung würde unter diesen Voraussetzungen eintreten, wenn

$$\mu > \frac{2,5}{12,5}$$

$$\mu > 0,2.$$

Die Trogschleuse zu Anderton ist 7 Jahre ständig im Betrieb gewesen, ohne daß sich Störungen zeigten. Man rühmte sogar die guten Eckführungen, welche nach dieser langen Betriebszeit die Hobelspuren der Bearbeitung in den Gleitflächen noch erkennen ließen. Man hätte daraus schließen sollen, daß sie ihren Zweck, Horizontalkräfte aufzunehmen, nicht erfüllten. Der Kolben ist so stark ausgeführt, daß er den auftretenden Biegemomenten genügenden Widerstand zu leisten vermag und er ist in den Stopfbüchsen so geführt, daß die Eckführungen selten in Thätigkeit treten. Die Anlage der Eckführungen muß als verfehlt bezeichnet werden und wenn bisher auch keine Klemmungen eingetreten sind, so liegt die Gefahr doch immer vor. *) Es

*) Ob und wie weit der im Jahre 1882 eingetretene Cylinderbruch in Anderton auf die ungenügenden Eckführungen zurückzuführen ist, läßt sich aus den Berichten nicht erkennen. Der Erbauer der Pfeifer, Hydraulische Hebungen.

dürfte ferner kaum gerechtfertigt sein, daß die Führung des Kolbens in dem Cylinder zugleich die wesentliche Führung des Troges übernehmen muß. Die Kolben und Cylinder sind bei den Trogschleusen die kostspieligsten und die am schwierigsten vollständig betriebssicher herzustellen Theile und dieselben sollten neben ihrem Hauptzweck, die Vertikalkräfte aufzunehmen, nicht noch anderen Zwecken dienen, welche ihre Sicherheit beeinträchtigen.

2. Die Trogschleuse bei Les Fontinettes.*)

Die Trogschleuse bei Les Fontinettes wurde von der französischen Regierung an Stelle von fünf über einander liegenden Schleusen des Kanales von Neufossé erbaut und im Juli 1888 dem Betriebe übergeben. Die Schleusentröge von 40 m Länge, 5,8 m Breite und ca. 800 t Gewicht werden auf eine Höhe von 13,13 m gehoben. Jeder Trog ruht auf einem Kolben von 2 m Durchmesser, so daß die Wasserspannung etwa 25 Atmosphären beträgt. Der von E. Clark vorgelegte Entwurf zeigt gegenüber der Ausführung in Anderton manche Veränderung. Besonders hervorzuheben ist es, daß die Schleusentröge nicht in das Unterwasser eintauchen, sondern daß sie sich in eine trockene Grube senken und mit der unteren Kanalhaltung durch Schleusenthore verbunden werden. Dies hat den Vortheil, daß sich die Gewichte der Tröge bis zum Ende des Hubes ausgleichen. Um den Wasserverbrauch aus der oberen Kanalhaltung noch weiter zu verringern, hat E. Clark ferner den veränderlichen Auftrieb der Kolben während des Hubes nach dem Prinzip des in Fig. 17 Seite 17 dargestellten Akkumulators dadurch ausgeglichen, daß er den Trögen eine von der Hubhöhe abhängige veränderliche Wasserfüllung giebt.**) Das Uebergewicht des sich senkenden Troges bleibt während des ganzen Hubes gleich groß. In dem ersten Entwurf für die Schleuse in Les Fontinettes waren dieselben Eckführungen angeordnet, wie bei der Schleuse in Anderton, nur waren die Gleitstücke durch Rollen ersetzt, und damit der Reibungswiderstand an den Führungen beträchtlich vermindert. Diese Führungen sind bei der Ausführung verworfen und durch Mittelführungen ersetzt, wie sie in Fig. 76 dargestellt sind. In der Mitte der Längswände des Troges sind je zwei stählerne Gleitschuhe *a* und *b* angebracht, welche um die mit dem Thurmmauerwerk verankerten Schienen *f* greifen. Die Spielräume zwischen den Gleitschuhen und den Führungen können auf diese Weise so gering gehalten werden, als es mit Rücksicht auf die genaue Bearbeitung der Schienen überhaupt möglich ist. Sind die Führungsschienen der Cylinderachse genau parallel, so können Klemmungen niemals eintreten. Um eine Drehung des Troges um die Kolbenachse wirksam zu verhindern, sind an dem massiven Kopfmauer-

Schleuse hat aber den Mangel der Eckführungen erkannt und hat dieselben bei den späteren Ausführungen beseitigt.

Vergl. Wochenschrift des österr. Ing.- u. Arch.-V. 1882 S. 213.
Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890 S. 280 u. a.

*) Ausführlich dargestellt in dem Werke von H. Gruson & Barbet.

**) Ob diese, die Anlage und die Unterhaltung vertheuernde Einrichtung mit Rücksicht auf den geringeren Wasserverbrauch zweckmäßig ist, muß für jeden einzelnen Fall entschieden werden. Von großer Bedeutung dürfte sie kaum sein.

werk für die obere Kanalhaltung noch seitliche Führungen angebracht, welche jedoch keine Reaktionskräfte in der Längsrichtung der Kammer aufnehmen können.

Der Kolben mit seiner Führung im Cylinder bildet auch hier einen wichtigen Theil der Trogführung. Alle Drehmomente, welche durch äußere Kräfte oder durch einseitige Belastung auf die Führungen einwirken, werden bei der kurzen Entfernung der Gleitschuhe *a* und *b* den Kolben und den Cylinder auf Biegung beanspruchen.

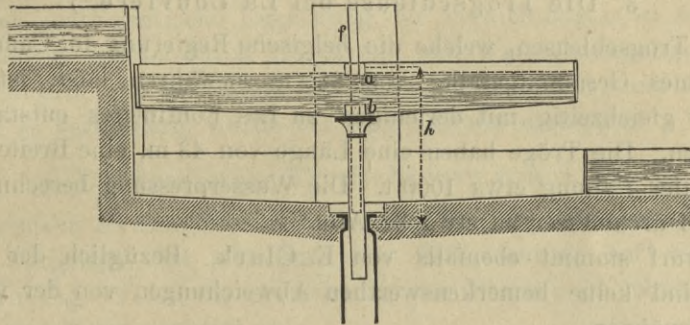


Fig. 76.

Es dürfte sich empfehlen, Kolben- und Trogführung so zu trennen, daß auch dann keine Biegemomente auf den Kolben einwirken, wenn die Richtung beider Führungen nicht genau übereinstimmt. Die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Pressen würde durch diese Trennung unbedingt erhöht.*)

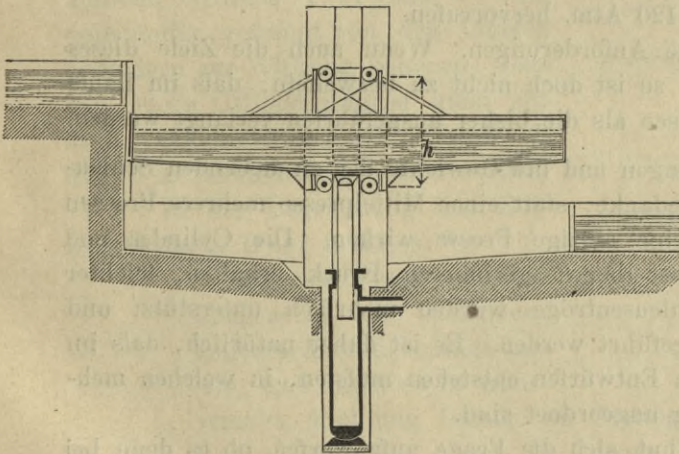


Fig. 77.

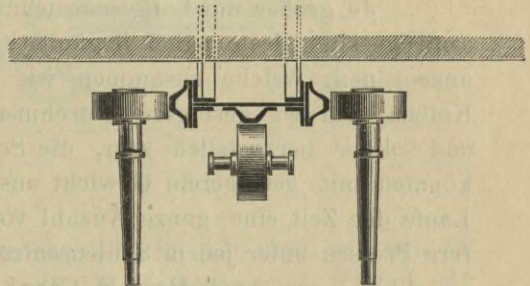


Fig. 78.

In Fig. 77 ist eine Trogschleuse mit lothrechttem Hub unter Berücksichtigung dieser Bedingungen dargestellt. Der Schleusentrog ist durch Rollen, die, etwa wie Fig 78 im Grundriß zeigt, um eine starke Führung greifen, vollkommen sicher geführt.

*) Auch Gruson & Barbet schlagen in dem schon erwähnten Werke S. 187 vor, den an den Trögen befestigten Gleitschuhen *a* und *b* die größtmögliche Höhe zu geben, d. h. die Trogführung so anzulegen, daß sie die Momente aufnehmen kann, ohne den Kolben auf Biegung zu beanspruchen.

Der Kolben greift gelenkig unter dem Trogboden an, und der Cylinder steht gelenkig auf der Schachtsohle auf. Kolben und Cylinder sind von der Einwirkung seitlicher Kräfte befreit und übertragen reine Druckkräfte. Da der Kolben in der Stopfbüchse kleine Neigungen ausführen kann, wird die gelenkige Aufstellung des Cylinders wohl entbehrlich sein. Bei genügender Höhe h lassen sich die Rollen auch durch Gleitschuhe ersetzen.

3. Die Trogschleuse bei La Louvière.*)

Von den Trogschleusen, welche die belgische Regierung im Canal du Centre zur Ueberwindung eines Gesamtgefälles von 66,2 m ausführen läßt, ist die erste bei La Louvière fast gleichzeitig mit derjenigen zu Les Fontinettes entstanden und dem Betriebe übergeben. Die Tröge haben eine Länge von 43 m, eine Breite von 5,8 m und wiegen bei normaler Füllung etwa 1000 t. Die Wasserpressung berechnet sich bei den Kolben von 2 m Durchmesser zu etwa 34 Atm.

Der Entwurf stammt ebenfalls von E. Clark. Bezüglich der Führungen der Schleusentröge sind keine bemerkenswerthen Abweichungen von der vorher beschriebenen Anlage zu erwähnen.

4. Entwurf zu einer Trogschleuse für Seeschiffe von L. Bayer & Barbet.*)

Dieser Entwurf lehnt sich in der Gesamtanlage genau an die letztgenannten Ausführungen an und ist für Schleusentröge von 170 m Länge, 18 m Breite und 9 m Wassertiefe bestimmt, welche auf eine Höhe von 50 m gehoben werden sollen. Für jeden Trog ist eine Presse von 6,6 m Kolbendurchmesser vorgesehen. Die Belastung würde eine Wasserpressung von etwa 120 Atm. hervorrufen.

Mit den Erfolgen wachsen die Anforderungen. Wenn auch die Ziele dieses Projektes etwas weit bemessen sind, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß im Laufe der Zeit bedeutend größere Trogschleusen als die bisher ausgeführten verlangt werden.

Je größer die Längenausdehnungen und die Gewichte der zu hebenden Schleusentröge sind, desto näher liegt der Gedanke, statt einer Mittelpresse mehrere Pressen anzuordnen, welche zusammen wie eine einzige Presse wirken. Die Cylinder und Kolben würden geringere Durchmesser bzw. geringeren Druck erhalten, leichter und solider herzustellen sein, die Schleusentröge würden mehrfach unterstützt und könnten mit geringerem Gewicht ausgeführt werden. Es ist daher natürlich, daß im Laufe der Zeit eine ganze Anzahl von Entwürfen entstehen mußten, in welchen mehrere Pressen unter jedem Schleusentrog angeordnet sind.

„Auch Herr E. Clark hat sich die Frage aufgeworfen, ob es denn bei der ungewöhnlichen Länge der Kammer für den Ascensor zu Fontinettes nicht möglich wäre, diese durch mehrere Pressen zu heben, die dann wie eine einzige wirken sollten, verfolgte jedoch die Idee nicht weiter, da es ihm nicht möglich schien, eine rigorose Gleichheit der Kolbendurchmesser mehrerer hydraulischer Pressen zu erzielen, die Verdichtung mathematisch zu reguliren, wie es bei Anwendung von hydraulischem Druck in diesem Falle

*) Gruson & Barbet.

eine *conditio sine qua non* ist — denn die in einem bestimmten Zeitraume zurückgelegten Wege werden nie ganz gleich sein können, und jede Denivellation der mit Wasser gefüllten Kammern deplacirt ihre Schwerlinie und zerstört also ihr Gleichgewicht.*)“

Nun ist aus den vorangegangenen Untersuchungen ersichtlich, daß die Erhaltung des Gleichgewichtes eines Schleusentroges auf mehreren mit einander kommunizierenden hydraulischen Pressen keineswegs durch absolute Gleichheit der Kolbendurchmesser und durch mathematische Regulirung der Verdichtungen zu erreichen ist. Die geringsten Störungen, welche durch Winddruck und Wasserbewegungen stets eintreten, würden doch genügen, um das labile Gleichgewicht zu stören, und falls nicht besondere Führungen es verhindern, würde der Trog alsdann umkippen.

5. Entwurf einer Trogschleuse von S. Duer.

Der Ingenieur Sydenham Duer hatte für die Schleuse bei Les Fontinettes einen Entwurf vorgelegt, bei welchem jeder Schleusentrog auf vier hydraulischen Pressen ruht. In Fig. 79 ist die Anordnung der Pressen im Grundrifs dargestellt. Unter jedem in der Figur punktirt angedeuteten Schleusentrog sind in der Trogachse vier Pressen I II III und IV bezw. V VI VII VIII aufgestellt, welche durch die Hauptleitungen *E* und *F* so mit einander verbunden sind, daß die äußeren Cylinder I IV und V VIII vollständig getrennt von den inneren Cylindern zur Wirkung kommen. Jede der beiden Cylindergruppen kann mit zwei Akkulatoren *A D* bezw. *B* und *C* in Verbindung gebracht werden.

In der Begründung des Entwurfes durch Duer heißt es: **)

„Da alle Pressen in der Längsachse der Kammern angebracht sind, so folgt daraus, daß dieselben in transversaler Richtung immer im Gleichgewicht bleiben; sie sind es auch in ihrer Längsachse, denn die Pressen I und IV einerseits und II und III andererseits sind von der Transversalachse *y y* gleichweit entfernt und bleiben unter der Bedingung im Gleichgewicht, daß alle Pressen unter vollkommen gleichem Drucke arbeiten. Um nun dieses Resultat zu erreichen, sind die Pressen I u. IV und II und III einer jeden Gruppe durch die Röhren *E* und *F* mit einander in Verbindung. Die Pressen I und IV, II und

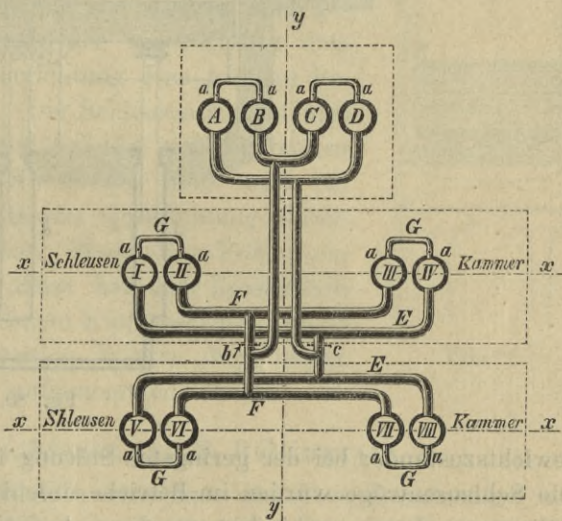


Fig. 79.

*) Schemfil, Kanal- und Hafenwerkzeuge, Seite 15.

**) Schemfil Seite 12.

III derselben Gruppe sind außerdem durch die kleineren Leitungen G in Verbindung. Jede dieser Leitungen G hat an dem der Presse nahe liegenden Ende eine Ventilklappe a , die gewöhnlich offen ist. Auf diese Weise kann sich unter den Pressen ein und derselben Kammer immer eine gewisse Strömung herstellen; alle Pressen einer Kammer sind in Verbindung unter einander und wirken daher wie eine einzige Centralpresse.“

Denkt man sich nun für einen Augenblick die Leitungen E und F bei b und c geschlossen, so ruht der eine Schleusentrog auf vier hydraulischen Pressen, von denen I mit IV und II mit III durch weite Rohrleitungen mit einander in unmittelbarer Verbindung stehen; von den kleinen Umleitungen G kann ganz abgesehen werden. Der Trog befindet sich, wie früher nachgewiesen wurde, sowohl mit Rücksicht auf die Pressen I und IV als auch mit Rücksicht auf die Pressen II und III im labilen Gleich-

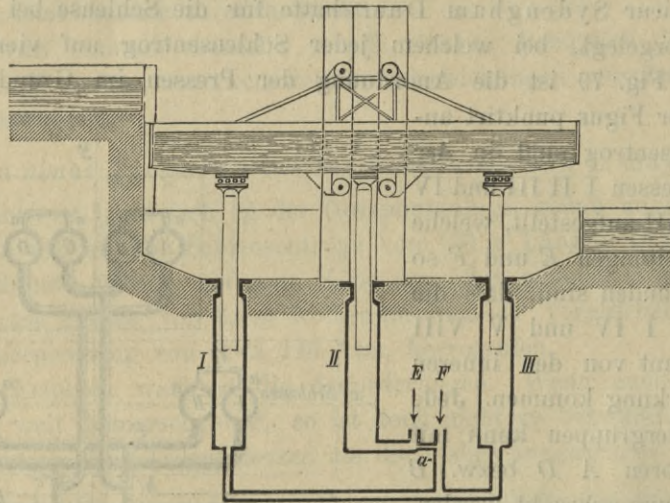


Fig. 80.

gewichtszustande; bei der geringsten Störung findet ein Kippen um die Achse $y y$ statt. Die Schleusentröge würden im Betriebe unfehlbar kippen, wenn sie nicht durch äußere Führungen daran verhindert werden. Auf die äußeren Führungen, welche die Tröge in ihrer wagerechten Lage erhalten müßten, ist aber weder in den Zeichnungen, noch in der Beschreibung irgend welcher Werth gelegt worden; in den entfernt liegenden Führungen des Entwurfes würden sich die Tröge unbedingt festklemmen. Die Brauchbarkeit des Entwurfes ist von allen Seiten angezweifelt, ja es sind sogar im Jahre 1866 in Marseille Versuche mit zwei neben einander stehenden Pressen angestellt worden, deren Resultate auch durch die vorgenommene Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen hätte ermittelt werden können.

Will man, wie Duer vorschlägt, ohne Weiteres mehrere Pressen anwenden, so muß man die Tröge etwa wie in Fig. 80 durch Mittelführungen mit genügender Führungshöhe vollständig sicher wagerecht führen. Damit durch den Bruch einer Presse ein Unfall vermieden wird, kann man nach dem Vorgang von Duer die Pressen

in einzelne Gruppen theilen, und zwar so, daß die Hebung und Senkung auch beim Ausschalten einer Cylindergruppe noch mit der nöthigen Sicherheit vorgenommen werden kann. In Fig. 80 sind die Tröge durch drei Pressen unterstützt, welche durch weite Rohrleitungen *E* und *F* mit den entsprechenden Pressen des Nachbartröges verbunden sind. Zwischen den Leitungen *E* und *F* ist eine kleine Verbindungsleitung hergestellt, welche durch Rückschlagventile geschlossen wird, sobald die Wassergeschwindigkeit in dem Rohr eine bestimmte Grenze überschreitet. Bricht die Presse I, so ruht die Last auf I und III; bricht eine der äußeren Pressen, so ruht die Last auf der Mittelpresse.

6. Entwurf einer Trogschleuse von E. Clark für Heuilley Cotton.

Selbst E. Clark hat in einem Entwurfe versucht, zwei Pressen zum Heben jedes Troges anzuwenden. Er ordnet, wie Fig. 81 angedeutet ist, die Pressen nicht in der Längsachse, sondern in der Querachse neben einander an. Er läßt aber die Kolben nicht unmittelbar an dem Trogboden angreifen, sondern er schaltet eine Wiege ein, welche die Kolbenkräfte auf einen gebogenen Unterzug des Troges überträgt. Die Köpfe der Kolben sind gewölbt. Falls aus irgend welchem Grunde der eine Kolben dem anderen voreilt, soll er durch diese Vorrichtung eine größere Belastung erhalten, welche ihn zurückhält. Der Schleusentrog ist also stets nur an einem Punkte unterstützt und befindet sich im labilen Gleichgewicht. Die wagerechte Lage des Troges muß auch bei dieser Anordnung in der Längs- und in der Querrichtung durch kräftige äußere Führungen erhalten werden. Wenn diese Führungen aber stark genug ausgeführt werden, dann hat das Einschalten einer Wiege keinen Zweck, denn die geringen Kippmomente, welche durch ungleiche Kolbendrucke erzeugt werden, können dann besser von den Führungen als von den Kolben aufgenommen werden.

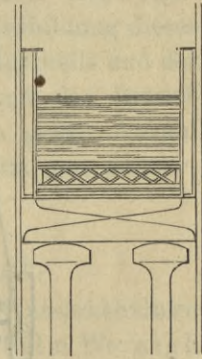


Fig. 81.

7. Entwurf einer Trogschleuse von E. Bellingrath.

In den „Studien über Bau und Betriebsweise eines deutschen Kanalnetzes“ von E. Bellingrath 1879 ist ein von dem Verfasser aufgestelltes Projekt einer hydraulischen Schleusenhebung für Schiffe von 7000 Ctr. Tragkraft und für 36 m Hubhöhe dargestellt und beschrieben. Jede Schleusenkammer von 57 m Länge, 7 m Weite und 1,85 m Tauchtiefe wird, wie in Fig. 82 dargestellt ist, durch je zwei Plungerkolben von 1,46 m Durchmesser gehoben, deren Gang in automatischer Weise genau regulirt werden soll.

Die Schleusentröge tauchen, wie bei dem Ascensor in Anderton, in ihrer tiefsten Stellung in das untere Kanalwasser ein, so daß der Hub der aufsteigenden Kammer erst durch die Verbindung der Cylinder mit einem Akkumulator, der Hub der absteigenden Kammer durch die Verbindung der Cylinder mit einer in's Freie führenden Leitung vollendet werden kann. Die Anordnungen der dazu erforderlichen Hähne und Rohrverbindungen sind in dem Projekt eingehend dargestellt und die Handhabung der

Steuerhebel für die verschiedenen Stellungen ausführlich beschrieben. Für die Beurteilung der Regelungsvorrichtung ist es jedoch nicht erforderlich, näher hierauf einzugehen. In der schematischen Darstellung Fig. 82 ist nur die Regelungsvorrichtung unter Fortlassung aller, die Klarheit trübenden Glieder dargestellt.

Die Schleusenammer *A* ruht auf den beiden Hebepressen 1 und 2, die durch Rohrleitungen mit den Pressen 3 und 4 der Schleusenammer *B* in Verbindung stehen. Damit die Geschwindigkeit des Wassers in den beiden Verbindungsröhren *c*₁ und *c*₂ den wagerechten Hebungen und Senkungen entsprechend beeinflusst werden kann, sind Drosselventile *v*₁ und *v*₂ in die Leitungen eingeschaltet. Die ringförmigen Durchlassöffnungen dieser Ventile können durch Verschiebung der Kegel *p*₁ und *p*₂ beliebig erweitert oder verengt werden.

An dem einen Ende der Schleusentröge sind auf konsolartigen Aufbauten Hebelvorrichtungen — in der Skizze ungleicharmige Hebel *mo* — gelagert, deren kürzerer

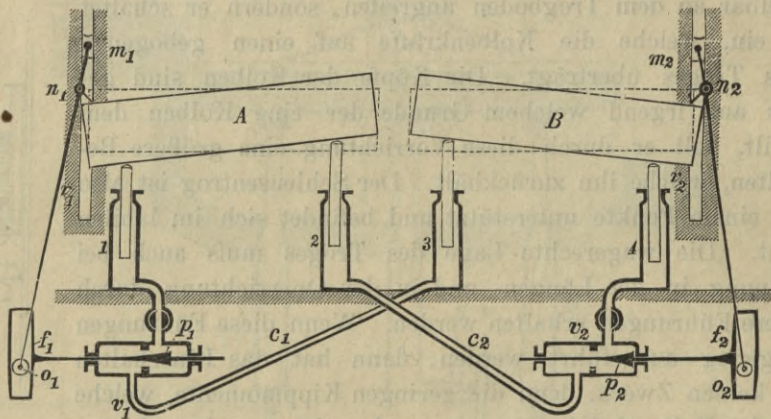


Fig. 82.

Arm in einen durch die lothrechten Schlitze *r* geführten Couliassenstein *m* eingelenkt ist und deren langer Arm je eine Rolle *o* trägt. Die Rollen bewegen sich in Couliassen *f*, welche in der Skizze direkt an den Kegeln *p* der Drosselventile sitzen. In dem aufgestellten Projekt ist nur die eine Führungsleiste der Couliasse ausgeführt, während die andere durch Kraftschluß ersetzt ist. Ferner sind zwischen die Couliassen und die Ventilkegel behufs größerer Uebersetzung noch mehrere Hebel eingeschaltet, welche jedoch an dem Bewegungsvorgang nichts ändern.

Bei eintretender Schiefelage eines Schleusentroges verschiebt sich der Drehpunkt *n* des ungleicharmigen Hebels um eine kleine horizontale Strecke aus dem durch den Schlitz *r* bestimmten Loth. Der Hebel *mo* verstellt sich und verschiebt durch die Rolle *o* den Kegel des Drosselventils *v*. Denkt man sich den Schleusentrog *A* bei größerer Wasserfüllung absteigend, den Schleusentrog *B* aufsteigend, so wird bei der in der Fig. 82 dargestellten Schiefelage das Drosselventil *v*₁ verengt. Wenn keine Wasserverluste durch Undichtigkeiten eingetreten sind, so muß bei voreilendem Kolben 1 des Troges *A* der Kolben 3 des Troges *B* ebenfalls voreilen. Die hierdurch bedingte Schiefelage

der Kammer *B* erweitert durch Verstellung des Kegels p_2 die Drosselöffnung v_2 . Der Wasserstrom in der Verbindungsleitung c_1 wird durch das Drosselventil v_1 gehemmt, während derjenige in der Leitung c_2 freien Durchlaß durch das Ventil v_2 findet. Durch diese Beeinflussung der Wasserüberströmungen müssen sich die beiden Tröge naturgemäß im Verlauf der fortschreitenden Bewegung wagerecht oder wenigstens nahezu wagerecht einstellen. Der Regelungsapparat wirkt in diesem Bewegungsinne richtig.

Denkt man sich den Schleusentrog *B* bei größerer Wasserfüllung sinkend, den Trog *A* bei geringerer Wasserfüllung aufsteigend, so wird bei den in der Fig. 82 dargestellten Schiefklappen dieselbe Stellung der Drosselventile eintreten. Der Wasserabfluß des voreilenden Kolbens 4 wird durch Erweiterung der Drosselöffnung v_2 beschleunigt, der Wasserabfluß des nachbleibenden Kolbens 3 dagegen durch Verengen der Drosselöffnung v_1 gehemmt. — Die eingetretenen Schiefklappen vergrößern sich. — Beide Kammern müssen unbedingt kippen. Der Regelungsapparat ist also nur für eine Bewegungsrichtung brauchbar.

Das aufgestellte Projekt ist daher unbedingt zu verwerfen. Selbst wenn es, wie schon früher hervorgehoben wurde, möglich ist, durch doppelt ausgeführte Regelungsapparate diesen Fehler zu beseitigen, so kann doch zu einer weiteren Ausbildung dieses Projektes kaum gerathen werden, da die ganze Anordnung der Steuerungstheile und der Hähne, welche ohnehin nicht einfach ist, nur noch viel komplizirter und der Betrieb schwerfälliger und unsicherer würde, ganz abgesehen davon, daß die große Anzahl beweglicher Theile, aus welchen der Regelungsapparat sich zusammensetzt, nur mit verhältnißmäßig großen Kosten in Stand gehalten werden kann.

8. Patent von Frank John Meyer & Wilhelm Wernigh.

Eine ganz ähnliche Vorrichtung zum wagerechten Heben von Wasserbehältern durch mehrere hydraulische Pressen ist s. Z. John Frank Meyer & Wilhelm Wernigh unter D. R. P. No. 6931 patentirt worden. Die Regelungsapparate sind nicht in die Verbindungsleitungen der Hebepressen eingeschaltet, sondern sie wirken auf besondere Auslaßventile ein, welche das überschüssige Wasser aus dem Cylinder des voreilenden Kolbens sofort entweichen lassen, genau in derselben Weise, wie dies durch den auf S. 36 beschriebenen, durch Fig. 52 dargestellten Regelungsapparat von Clark & Standfield geschieht.

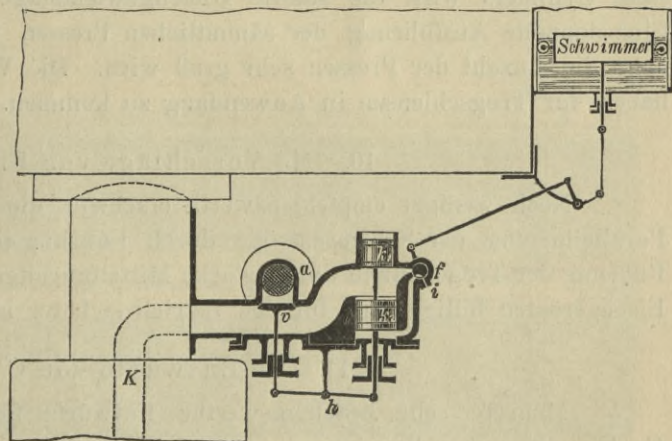


Fig. 83.

In Fig. 83 ist der an dem Kolbenkopf angeschraubte Apparat dargestellt. Derselbe besteht aus einem Ventile v , welches im geöffneten Zustande dem Druckwasser im Cylinder durch den durchbohrten Kolben freien Ausfluß nach dem Rohre a gewährt. Das Ventil ist bei der wagerechten Lage des Schleusentrogges geschlossen. Die Einleitung

der Regelungsbewegung erfolgt nicht unmittelbar durch die Schräglagen des Troges, sondern mittelbar durch zwei Schwimmer, welche sich in zwei an den Enden des Schleusentrogés angebrachten Wasserkästen bewegen. Diese Kästen sind durch eine Rohrleitung mit einander verbunden und bilden eine Wasserwage. Eilt der Kolben K aus irgend welchem Grund vor, so sinkt der Wasserspiegel in dem Kasten, der Schwimmer wirkt durch Hebelübersetzung auf einen Muschelhahn f ein und verstellt denselben beim Sinken so, daß das Druckwasser aus dem Ventilkasten unter den Kolben K_2 tritt. Der Kolben K_2 bewegt sich nach oben und öffnet das Auslaßventil v . Das überschüssige Wasser tritt aus dem Cylinder so lange aus, bis sich die Wasserwage und der Schwimmer wieder in der normalen Stellung befinden. Wenn die Verbindungsröhren zwischen den Hebecylindern im Verhältniß zu dem Auslaßventil klein bemessen werden, kann ein vollständiges Umkippen der Schleusentröge vielleicht vermieden werden. Es ist aber zu beachten, daß bei eintretendem Schieflegen des Troges eine gewisse Zeit vergeht, bis sich die Wasserwage eingestellt hat. Die Regelungsbewegung wird stets verspätet eingeleitet. Es wird ein Schwanken des Wassers im Schleusentrog eintreten, welches zu unangenehmen Störungen Veranlassung geben kann. Der Apparat, der übrigens mit großen Druckwasserverlusten arbeitet, ist für die ihm zugedachte Bestimmung nicht brauchbar und ist wohl auch nie zur Ausführung gekommen. Das Patent ist erloschen.

9. Vorschläge von C. Ruprecht.

Die Vorschläge, welche von C. Ruprecht für die Hebung von Schleusentrögen mit mehreren Pressen herkommen, sind bereits auf Seite 21—24 erörtert und durch die Fig. 25—30 zur Darstellung gebracht. Die stabile und sichere Gleichgewichtslage des Troges ist während des Hebens und Senkens gesichert. Weniger vertrauenerweckend sind diejenigen Vorrichtungen, durch welche bei wechselnden Wasserständen der Kanalhaltungen die Cylinderfüllungen geändert werden sollen. Bei dem Bruch eines Cylinders wird die stabile Gleichgewichtslage der Schleusentröge aufgehoben. Eine doppelte Ausführung der sämtlichen Pressen wird sich nicht empfehlen, weil dann die Anzahl der Pressen sehr groß wird. Die Vorschläge werden wenig Aussicht haben, für Trogschleusen in Anwendung zu kommen.

10. Die Vorschläge von Brennecke.

Noch weniger empfehlenswerth erscheint die von Brennecke vorgeschlagene Parallelhebung der Schleusentröge durch Führungspresen Seite 31. Die wagerechte Führung der Tröge dürfte durch starke Mittelführungen an feststehenden Thürmen oder Eisengerüsten billiger und für den Betrieb sicherer herzustellen sein.

11. Die Entwürfe von C. Hoppe.

Mehrere sehr beachtenswerthe Entwürfe für Trogschleusen hat die Firma C. Hoppe unter Benutzung der auf Seite 292 beschriebenen Stellsteuerung in den letzten Jahren vorgelegt. In Fig. 84 und 85 ist das zuerst aufgestellte Projekt dargestellt*), bei welchem jeder Schleusentrog von 72 m Länge und 9 m Breite auf zwei Prefskolben von 2 m Durchmesser ruht. Der Wasserdruck in den Cylindern ist zu 35

*) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1888, S. 43.

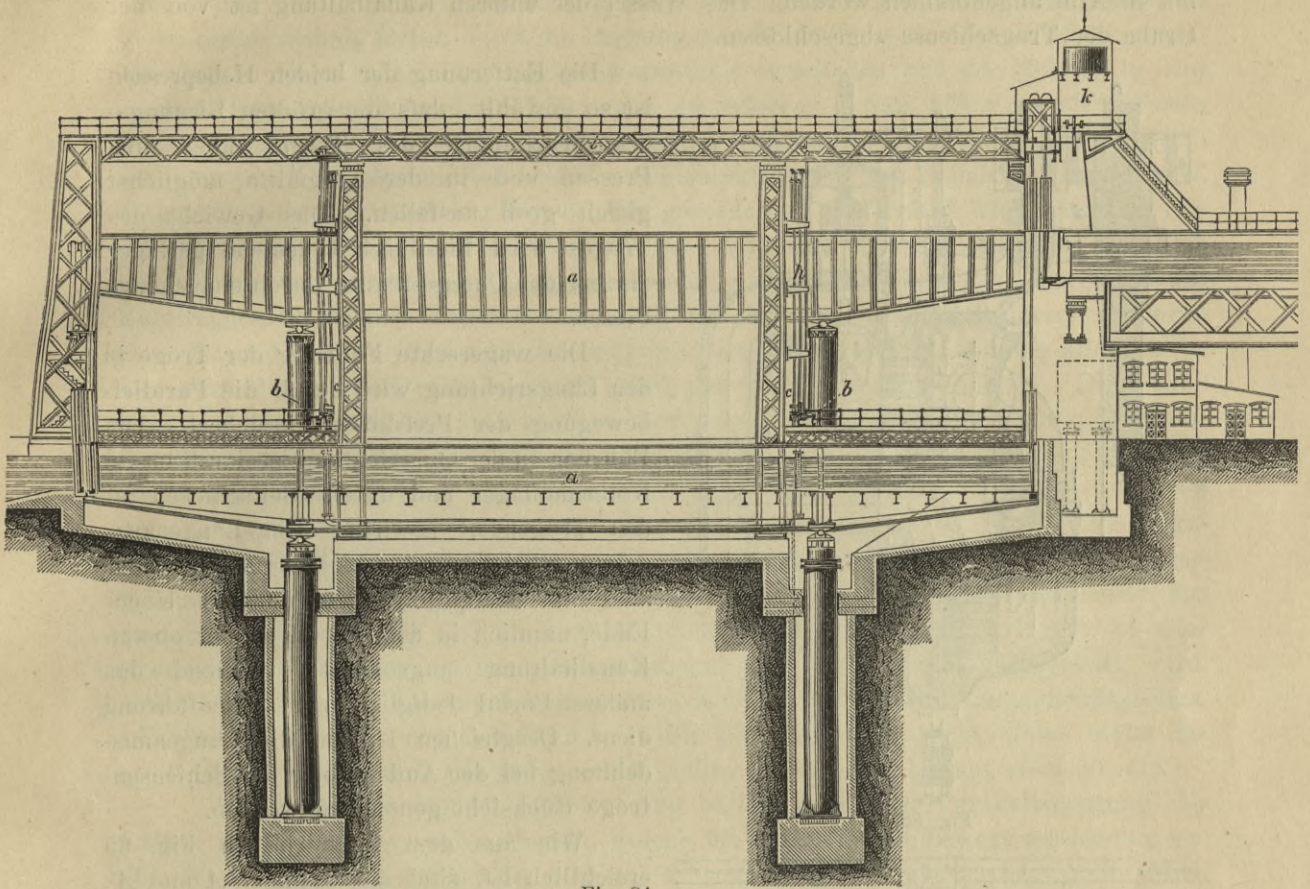


Fig. 84.

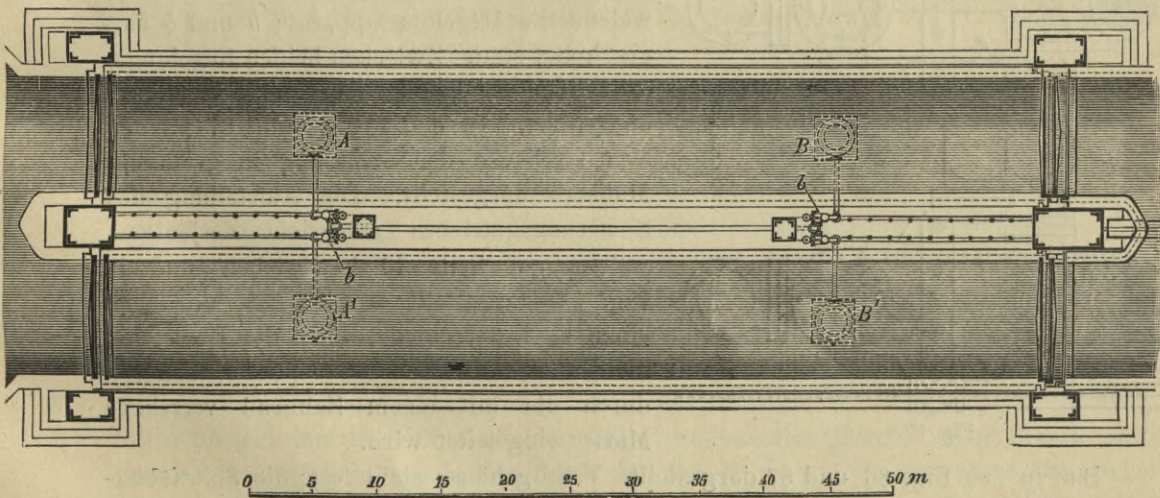


Fig. 85.

bis 40 Atm angenommen worden. Das Wasser der unteren Kanalhaltung ist von der Grube der Trogschleuse abgeschlossen.

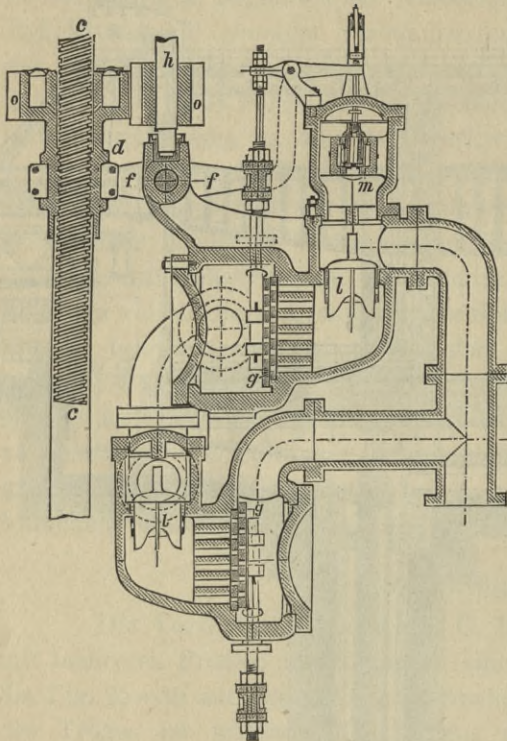


Fig. 86.

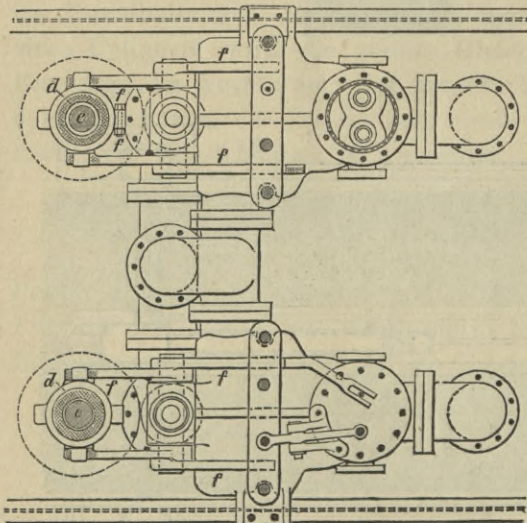


Fig. 87.

Das in den Fig. 86 und 87 dargestellte Ventilgehäuse steht fest; die Schraubenspindel, welche eine dem Hube entsprechende Länge besitzt, ist an dem Schleusentroge angebracht und bewegt sich mit demselben auf und ab. Bei wagerechter Lage des

Die Entfernung der beiden Hebepressen ist so gewählt, daß die größten Biegungsbeanspruchungen des Troges über den Pressen und in der Trogmitte möglichst gleich groß ausfallen. Das Gewicht des Troges wird hierdurch bedeutend geringer als bei der Unterstützung durch eine einzige Presse.

Die wagerechte Führung der Tröge in der Längsrichtung wird durch die Parallelbewegung der Presskolben gesichert. Die Führung in der Querrichtung ist durch breite Kolbenaufleger und durch Gleitschienen an den Trogenden bewirkt. Der Längenausdehnung bei Temperaturveränderungen wegen sind die Hauptführungen nur an einem Ende, nämlich in dem Portal an der oberen Kanalhaltung angeordnet, während das andere Portal lediglich zur Seitenführung dient. Desgleichen ist auf die Längenausdehnung bei der Auflagerung der Schleusenträge Rücksicht genommen worden.

Wie aus dem Grundriß in Fig. 85 ersichtlich ist, sind die Cylinder *A* und *A'*, *B* und *B'* der beiden Tröge durch je eine Rohrleitung mit einander verbunden, in welche die Regelungsapparate *b* und *b* eingeschaltet sind. Zwischen beiden Regelungsapparaten ist eine gemeinsame Rohrleitung ausgeführt. In den Fig. 86 und 87 ist das Ventilgehäuse der Steuerung in größerem Maßstab dargestellt. Die Aufstellung des Steuerungstriebes entspricht derjenigen, welche auf Seite 40 beschrieben und in Fig. 54 dargestellt worden ist, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Bewegung nicht durch die Schraubenspindel, sondern durch die mit einem Zahnrad versehene Mutter eingeleitet wird.

Trog und des Hebels f sind die gitterförmig ausgebildeten Flachschieber sämtlich geschlossen. Sobald jedoch durch die Drehung der Stirnräder o die Mutter auf der augenblicklich in Ruhe befindlichen Schraubenspindel c verschoben und der Hebel f in eine geneigte Lage gebracht wird, so öffnen sich die Schieber g . Das höher gepresste Wasser des sich senkenden Troges tritt durch diejenigen Schieber, welche nicht durch die Rückschlagventile l geschlossen sind und der Schleusentrog mit der Spindel c bewegt sich. Hierdurch wird die Mutter d gehoben oder gesenkt und der Hebel f wird wagerecht eingestellt, so daß sich sämtliche Schieber wieder schließen. Der Schleusentrog kann sich jederzeit nur um das Maß der Mutterverschiebung auf oder ab bewegen. Durch die mit Kegeln versehenen Wellen h und i (Fig. 84) sind die einzelnen Steuervorrichtungen eines jeden der vier Cylinder zwangsläufig mit einander verbunden, so daß alle Muttern d und mit ihnen alle Presskolben sich genau gleichmäßig bewegen müssen. Die Welle i wird von dem Maschinistenstande K aus durch einen Wasserdruckmotor bewegt. Hinter den Schiebern sind Rückschlagventile l angebracht, um ein unbeabsichtigtes Steuern im entgegengesetzten Sinne zu verhindern. Von den beiden oberhalb des Schiebergehäuses befindlichen Ventilen m steht das eine mit der Luft, das andere mit einer durch Akkumulatoren gespeisten Hochdruckleitung in Verbindung. Sie ermöglichen die selbstthätige Veränderung der Presscylinderfüllung durch Zuführung von Druckwasser aus dem Akkumulator, wenn die Cylinderfüllung durch Undichtigkeiten verringert ist oder wenn eine Hubveränderung durch Schwankungen der Kanalspiegel nothwendig wird. Außerdem verhindern sie ein Voreilen eines Kolbens bei groben Unregelmäßigkeiten. Die Grenzen, die man den Schiebern setzt, bis sie diese Hilfsventile öffnen, bildet das größte Maß, um das sich die Tröge schieben können und beträgt etwa 50 mm.

Ein großer Vorzug der Stellsteuerung besteht neben der Parallelbewegung der Kolben darin, daß die großen Massen, welche bei Trogschleusen bewegt werden müssen, die durch den Steuerungsmotor vorgeschriebene Geschwindigkeit stets inne halten müssen. Unbeabsichtigte Massenbeschleunigungen, wie sie durch unvorsichtiges Steuern ohne Stellsteuerung immer vorkommen können, sind gänzlich ausgeschlossen. Aus diesem Grunde dürfte sich die Anwendung der Stellsteuerung auch für die Trogschleusen mit einer Mittelpresse empfehlen.

Es sei ferner darauf aufmerksam gemacht, daß die Schieber und Ventile während des Betriebes immer nur unter verhältnismäßig geringem Ueberdruck bewegt werden. Bei gleichmäßiger Steuerbewegung des Motors werden sich die Schleusentröge und die Schieber während der Bewegung so einstellen, daß an jedem Schieber der zur Parallelbewegung erforderliche Reibungswiderstand des durchfließenden Wassers eintritt. Wirken alsdann keine äußeren veränderlichen Kräfte auf die Tröge ein, so bleiben die Schieber bis zum Ende des Hubes ruhig stehen, und die Muttern drehen sich ohne Kraftäußerung über die Steuerispindeln hinweg. Auf große Abnutzung der Schieberspiegel und der Steuerungsorgane wird man daher nicht zu rechnen haben.

Bei der Beurtheilung dieses Entwurfes hat man Bedenken dagegen erhoben, daß die Konstruktion der erforderlichen Sicherheit bei dem Bruche einer Presse entbehre, und es ist nicht zu bezweifeln, daß der Bruch eines Cylinders dem Bauwerke sehr verhängnißvoll werden würde. Die Firma C. Hoppe hat daher für dieselben Größen-

verhältnisse einen zweiten Entwurf*) für eine Trogschleuse bearbeitet, bei welchem statt eines Cylinders auf jeder Seite des Troges deren drei angewendet worden sind.

Die Cylinder sind so stark bemessen, daß bereits je zwei die Last mit derselben Sicherheit tragen, wie in dem ersten Entwurf der eine Cylinder. Bei dem Bruche irgend eines Cylinders, einer Rohrleitung, eines Schiebers u. s. w. tritt zwar der betreffende Cylinder außer Thätigkeit, es kann aber auf keine Weise eine Gefährdung des Bauwerkes eintreten, selbst wenn der Maschinist den Bruch nicht bemerkt und die Steuermaschine weiter laufen läßt.

Kürzlich hat die Firma C. Hoppe eine Trogschleuse für Seeschiffe entworfen.***) Die Hubhöhe beträgt 15 m. Jeder der beiden Schleusentröge hat 95 m Länge, 12,5 m Breite, 6,5 m Tiefe und wird von 20 Kolben von 1,5 m Durchmesser getragen. Die Gesamtlast von 11 400 t entspricht einer Wasserpressung von 32 Atm. in den Hebecylindern. Diese Hebecylinder sind, wie in Fig. 88 im Grundriss dargestellt ist, paar-

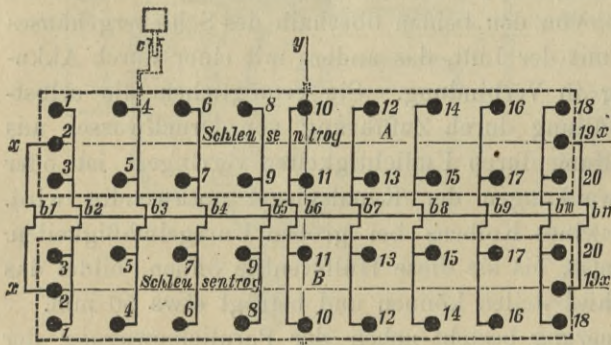


Fig. 88.

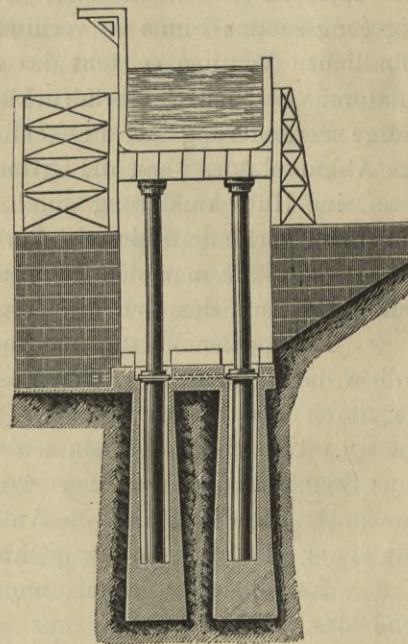


Fig. 89.

weise unter den Trögen A und B angeordnet. Je ein Paar hat eine gemeinschaftliche Steuerung b, welche die in Fig. 86 und 87 dargestellte Konstruktion haben. Nur an den beiden Enden jedes Troges ist zwischen die beiden Cylinder noch je ein dritter mit einer besonderen Steuerung versehener Cylinder gestellt, um bei Außerbetriebsetzung der äußeren, die Gurtungen der Tröge zu entlasten. Die letzteren sind als Kästen von verhältnismäßig geringer Höhe mit äußerer und innerer Blechhaut, wie die Schiffsrumpfe gebaut, hinreichend stark gegen den Wasserdruck und auch gegen die auf ihn wirkenden Kräfte, selbst wenn ein Cylinderpaar außer Betrieb gestellt ist. Die Reibungen und die sonstigen Widerstände, sowie die Auftriebe der Kolben werden durch eine Ueberfüllung von 0,5 m des niedergehenden Troges überwunden.

Zur Aufnahme von Kräften in der Längsrichtung des Troges sind starke Mittelführungen vorgesehen, welche jedoch keinerlei Einfluß auf die wagerechte Einstellung

*) Hydraulische Schiffshebewerke Entwurf von Hoppe 1890. Schriftchen im Eigenverlage der Firma.

**) Hydraul. Schiffswerke II. Entwurf für Seeschiffe 1890. Im Eigenverlage der Firma.

der Schleusentröge ausüben. Die Erhaltung der wagerechten Lage in der Längsrichtung wird lediglich durch die gleichmäßig gesteuerten Cylinder bewirkt. Die Kräfte in der Querrichtung, z. B. Winddrucke, sollen von den an den Endthürmen angeordneten Führungen aufgenommen werden, welche freie Ausdehnung der Tröge in der Längsrichtung zulassen. In Fig. 89 ist ein Querschnitt durch den auf einem Kolbenpaar ruhenden Trog in seiner höchsten Stellung dargestellt. Die Schraubenspindeln für die Stellsteuerung sind sämtlich auf einer Trogseite an den angedeuteten Auslegern befestigt. Auf die durch die Gruppenbildung der Cylinder bedingte labile Gleichgewichtslage der Schleusentröge mit Bezug auf eine Drehung um die Längsachse, ist aber keine genügende Rücksicht genommen worden, denn die Gleitführungen an den Trogenden werden bei den erheblichen Abmessungen die erwünschte Sicherheit nicht bieten. Nur bei sehr beträchtlicher Führungshöhe würden Klemmungen in dieser Richtung vermieden werden. Durch Trennung einzelner Cylinderpaare und durch getrennte Steuerungsorgane an beiden Seiten des Troges, entsprechend der Ausführung des durch Fig. 68 Seite 48 dargestellten Schiffshebewerkes, wird das stabile Gleichgewicht der Tröge beim Heben und Senken am sichersten zu erreichen sein. Andererseits ist es bei dem gleichmäßig zu hebenden Gewicht kaum erforderlich, daß alle Cylindergruppen gesteuert werden. Man kann ohne Bedenken einzelne Cylindergruppen, z. B. die Cylinder 4 und 5 des Troges *A* ohne Steuerung unmittelbar mit den Cylindern 4 und 5 des Troges *B* verbinden und in die Verbindungsleitung, wie es in Fig. 88 punktirt angedeutet ist, einen kleinen Akkumulator einschalten, welcher so belastet wird, daß die Kolben einen stets gleichen Theil des Troggewichtes aufnehmen. Bei dem Bruche eines Cylinders wird alsdann die freiwerdende Last nur von den gesteuerten Cylindern aufgenommen werden.

12. Entwurf von M. Seiler.*)

Die erste Trogschleuse mit Gewichtsausgleichung, unter Anwendung von Druckorganen, wurde im Jahre 1860 von M. Seiler entworfen. Es sind aber noch keine Wasserdrukorgane, sondern wie in Fig. 90 dargestellt ist, Luftdruckorgane vorgeschlagen. Die Schleusentröge von 45 m Länge, 8 m Breite und 2,5 m Höhe ruhen auf je drei cylindrischen Glocken *A*, *B* und *C* von 10 m Durchmesser, welche mit Prefsluft von ca. 0,3 Atm. gefüllt sind. Die Abdichtung der Glocken erfolgt durch

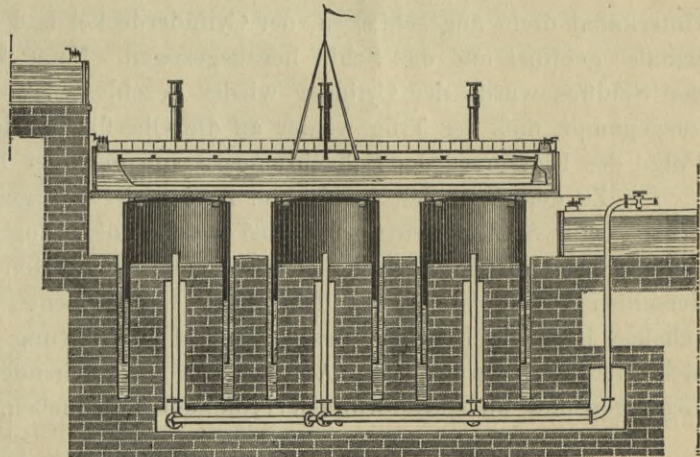


Fig. 90.

*) C. Harrand. Les ascenseurs hydrauliques. Seite 6. H. Gruson & Barbet.

Wasserverschluss. Zwischen den drei Glocken ist eine Verbindungsleitung hergestellt, welche nach den entsprechenden Glocken des zweiten Troges führt.

Jede Hebeglocke ist an zwei seitlich freistehenden Führungssäulen lothrecht geführt. Eine besondere Führung für den Trog ist nicht vorgesehen. Wenn der Trog nicht vollständig steif mit den Glocken verbunden ist, und sich aus irgend welcher Veranlassung etwas schräg einstellt, so wird die Belastung der Glocken verschieden. In die stärker belastete Glocke wird sich die Luft weiter zusammendrücken und in die weniger belastete Glocke überströmen, der Trog wird vollständig umkippen. Bilden Trog und Glocke ein starres System, so wird ein Festklammern in den Glockenführungen leicht eintreten können. Die Anwendung der Pressluft hat aber noch andere Nachteile und ist für die Hebung von Schleusentrögen nicht geeignet. Da die Tröge nur auf elastischen Stützen ruhen, entstehen durch Gewichtsänderungen und durch die Einwirkung äußerer Kräfte Schwankungen, welche den Betrieb unsicher machen, dazu kommt, daß sich das Volumen der Pressluft mit der Temperatur ändert.

C. Gewichtsausgleichung durch Schwimmer.

Schon Ende des vorigen Jahrhunderts sind Trogschleusen unter Anwendung der Gewichtsausgleichung durch Schwimmer entworfen und ausgeführt worden. So wurde im Jahre 1799 eine schwimmende Trogschleuse für Schiffe von 21,9 m Länge, 2,13 m Breite und 13,7 m Hub von Rob. Welden*) konstruiert. Der Schleusentrog bestand aus einem wagrecht schwimmenden, vollständig verschließbaren Cylinder, welcher so weit mit Wasser angefüllt wurde, daß das Schiff von dem Oberwasser durch die geöffnete Stirnwand einfahren konnte. Nach vollständigem Verschluss des Cylinders wurde von dem Schiffer im Innern des Cylinders so viel Wasser eingelassen, daß derselbe unter Wasser bis zum Boden eines tiefen Schachtes sank. Am tiefsten Punkte wurde der Anschluß des Cylinders an den röhrenförmig in den Schacht einmündenden Unterkanal dicht angeschlossen, der Cylinderdeckel und der Verschlussdeckel des Unterkanals geöffnet und das Schiff herausgezogen. Nach Aufnahme eines zu Berg fahrenden Schiffes wurde der Cylinder wieder geschlossen, so viel Wasser aus dem Innern ausgepumpt, daß der Trog wieder an die Oberfläche stieg. Die Einrichtung scheint in Folge des Einsturzes der Schachtmauern von geringer Dauer gewesen zu sein.

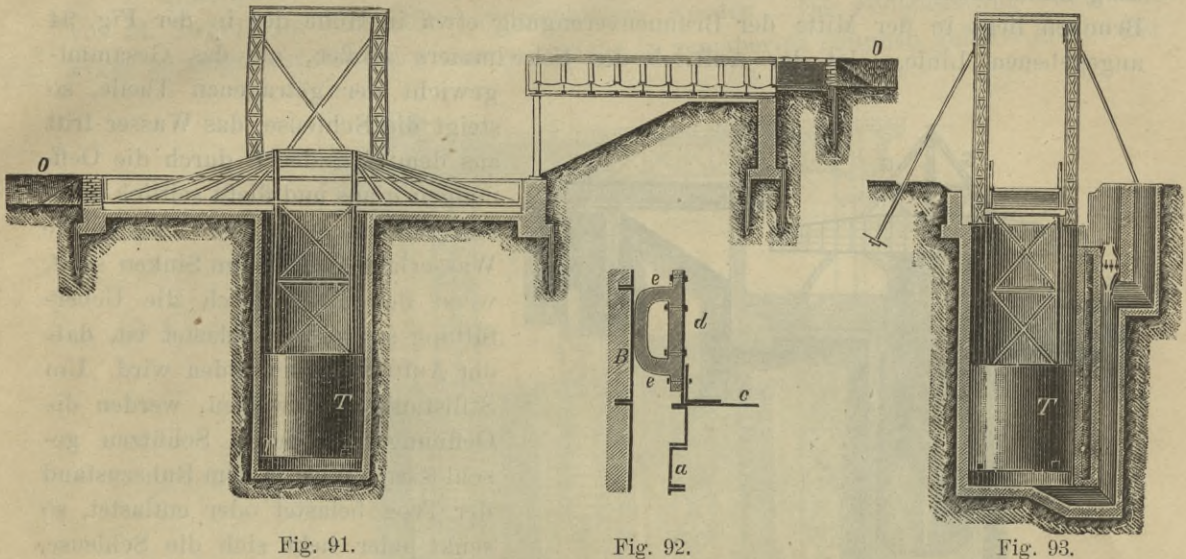
Zu derselben Zeit wurde von zwei anderen Ingenieuren, Rowland und Pickering*), eine Schleuse entworfen, bei welcher der Trog durch einen getrennten langen Schwimmer mittels einer hohen Zwischenkonstruktion unterstützt wurde, genau in derselben Weise, wie es in dem unten beschriebenen Entwurf von Grusonwerk geschehen ist. Die Urheber dieses nie zur Ausführung gekommenen Entwurfes beabsichtigten den wechselnden Auftrieb der eintauchenden Zwischenkonstruktion durch Gegengewichte an spiralförmigen Trommeln aufzuheben.

1. Die Entwürfe von Fr. Jebens.**)

In den Figuren 91—93 ist eine schwimmende Trogschleuse dargestellt, welche im Jahre 1887 von Fr. Jebens konstruiert wurde. Der Schleusentrog *K* ruht vermittelst

*) H. Gruson & L. A. Barbet. Seite 27, 28. **) Wochenblatt für Baukunde. 1887. Seite 301.

einer hohen Eisenkonstruktion auf einer Schwimbertrommel *T*, welche sich in einem mit Wasser gefüllten Brunnen auf und ab bewegen kann. Der Auftrieb des Schwimmers genügt, um den mit Wasser gefüllten Schleusentrog, nebst den tragenden Zwischenstützen zu heben. Bei einer zusätzlichen Füllung des Troges dagegen senkt sich das



ganze System. Zwischen dem Schwimmer und dem Brunnen ist ein geringer Spielraum vorgesehen, welcher durch einen am oberen Trommelrand angebrachten hohlen Gummiring abgedichtet werden kann. In Figur 92 ist ein Schnitt durch diesen Ring dargestellt. Soll der Trog festgestellt werden, so wird der Gummiring mit Druckwasser gefüllt, wodurch er sich dicht an die aus Eisen konstruirten Brunnenwände anlegt. Die Brunnenwände sollen behufs vollkommener Abdichtung mit einem geeigneten Ueberzug, Lack oder Emaille glatt gemacht werden. Beim Steigen und Sinken der Trommel bewegt sich das Wasser durch einen im Querschnitt, Fig. 93, angegebenen Umlauf. Zur Regelung der Umlaufgeschwindigkeit des Wassers dient eine Reihe von Drehklappen. Der Umlauf ist unter den Drehklappen mit einem offenen Standrohr verbunden, in welchem das Wasser bei plötzlichem Schluß der Klappen frei aufsteigen kann. Bei geschlossenen Drehklappen können durch Zuführung von Wasser in das Standrohr kleine Hebungen, durch Zuführung von Wasser in den Hauptbrunnen kleine Senkungen der Trommel bewirkt werden. Die wagerechte Lage des Troges wird durch Gleitführungen mit sehr groß bemessener Führungshöhe erhalten. An dem unteren Trommelrande und an dem Trogboden sitzen je vier Gleitstücke, welche sich gegen die Brunnenwände bzw. gegen die Schienen des Gerüsts anlehnen.

Die größten Schwierigkeiten dürfte die Herstellung der inneren Brunnenwandung mit der Abdichtung der Schwimbertrommel bereiten. Um dieselben zu umgehen, hat derselbe Ingenieur einen zweiten Entwurf aufgestellt.*) Er behält die Schwimmer-

*) Wochenblatt für Bankunde. 1890. Seite 144.

trommel bei, setzt aber, wie in Fig. 94 dargestellt ist, auf dieselbe einen Hohlzylinder *C*, in welchen beim Sinken der Schleuse das unter den Schwimmer verdrängte Wasser durch die Oeffnungen *e* eintreten muß. Der Brunnen ist oben so weit verengt, daß nur ein schmaler Spalt zwischen Brunnenwand und Cylinder verbleibt. Eine Abdichtung findet nicht statt. Der mittlere normale Wasserstand im Aufsatzcylinder und im Brunnen liegt in der Mitte der Brunnenverengung etwa in Höhe der in der Fig. 94 angegebenen Linie. Ist der Auftrieb des Schwimmers größer, als das Gesamtgewicht der getragenen Theile, so steigt die Schleuse, das Wasser tritt aus dem Cylinder *C* durch die Oeffnungen *e* aus und fließt seitlich unter den Schwimmer. Der umgekehrte Wasserlauf findet beim Sinken statt, wenn der Trog durch die Ueberfüllung so schwer belastet ist, daß der Auftrieb überwunden wird. Um Stillstand zu bewirken, werden die Oeffnungen *e* durch Schützen geschlossen. Wird in dem Ruhezustand der Trog belastet oder entlastet, so senkt oder hebt sich die Schleuse, bis der Auftrieb sich um das Maß der Gewichtsveränderung vergrößert oder verringert hat. Da der Querschnitt des Spaltes zwischen Brunnen und Cylinder im Verhältniß zu dem Querschnitt des eintauchenden Cylinders sehr klein ist, so ändert sich der Auftrieb bei den Bewegungen schnell. Diejenigen Schwimmersenkungen, welche z. B. durch die zusätzliche Füllung des absteigenden Trogcs erzeugt werden, betragen bei dem aufgestellten Entwurf nur 5 cm. Um dieses Maß muß sich der wasserdichte Abschluß des Trogkopfes an der Kanalhaltung verschieben und es müssen die Anschlußflächen hiernach eingerichtet werden. Die Führungsschienen sind bei dem zweiten Entwurf in einer stabilen Mittelschiene vereinigt. Dieser äußerst sinnreiche Entwurf wird sich bei günstigem Baugrund für kleinere Schleusen gut eignen, und wird bei weiterer Ausbildung der Führungen, der Steuerungsschützen und der erforderlichen Hilfsapparate eine genügende Betriebssicherheit bieten.

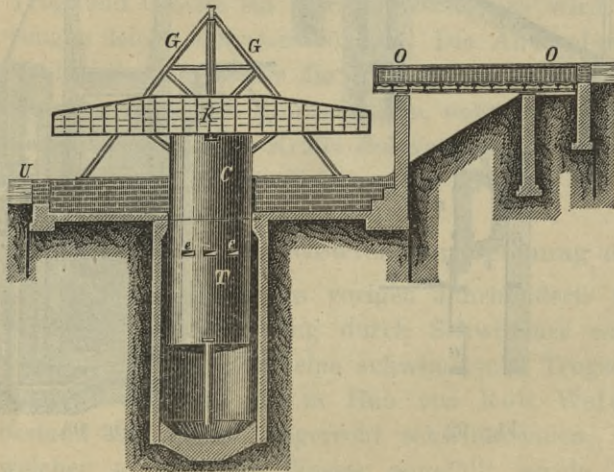


Fig. 94.

gewicht der getragenen Theile, so steigt die Schleuse, das Wasser tritt aus dem Cylinder *C* durch die Oeffnungen *e* aus und fließt seitlich unter den Schwimmer. Der umgekehrte Wasserlauf findet beim Sinken statt, wenn der Trog durch die Ueberfüllung so schwer belastet ist, daß der Auftrieb überwunden wird. Um Stillstand zu bewirken, werden die Oeffnungen *e* durch Schützen geschlossen. Wird in dem Ruhezustand der Trog belastet oder entlastet, so senkt oder hebt sich die Schleuse, bis der Auftrieb sich um das Maß der Gewichtsveränderung vergrößert oder verringert hat. Da der Querschnitt des Spaltes zwischen Brunnen und Cylinder im Verhältniß zu dem Querschnitt des eintauchenden Cylinders sehr klein ist, so ändert sich der Auftrieb bei den Bewegungen schnell. Diejenigen Schwimmersenkungen, welche z. B. durch die zusätzliche Füllung des absteigenden Trogcs erzeugt werden, betragen bei dem aufgestellten Entwurf nur 5 cm. Um dieses Maß muß sich der wasserdichte Abschluß des Trogkopfes an der Kanalhaltung verschieben und es müssen die Anschlußflächen hiernach eingerichtet werden. Die Führungsschienen sind bei dem zweiten Entwurf in einer stabilen Mittelschiene vereinigt. Dieser äußerst sinnreiche Entwurf wird sich bei günstigem Baugrund für kleinere Schleusen gut eignen, und wird bei weiterer Ausbildung der Führungen, der Steuerungsschützen und der erforderlichen Hilfsapparate eine genügende Betriebssicherheit bieten.

Nur die Bewegungen, welche der an die Kanalhaltungen angeschlossene Trog bei den Be- und Entlastungen ausführen wird, lassen sich nicht vermeiden und können immerhin zu Störungen Veranlassung geben, namentlich wenn sich die Bewegungen durch Undichtigkeiten der Verschlusschützen bei *e* vergrößern. Es bleibt immer ein Vorzug der Hebung mittelst hydraulischer Pressen, daß bei abgeschlossener Verbindungsleitung der Schleusentrog unverrückbar fest unterstützt ist, gleichviel, ob die Troglast vermindert oder vermehrt wird. Die hydraulischen Kolben lassen sich erfahrungsmäßig auch im Betriebe vollkommen dicht und zuverlässig herstellen. Es liegt daher nahe,

die schwimmenden Schleusen durch Einschaltung einer hydraulischen Presse festzustellen und die Hubgeschwindigkeiten mit derselben zu regeln.

2. Entwurf von M. Seyrig.*)

Eine solche Vereinigung von Schwimmern und hydraulischen Pressen ist zuerst von M. Seyrig im Jahre 1883 vorgeschlagen worden. Der Schleusentrog ruht, wie Figur 95 zeigt, auf vier Schwimmern, welche in gemauerten Brunnen geführt sind. Der

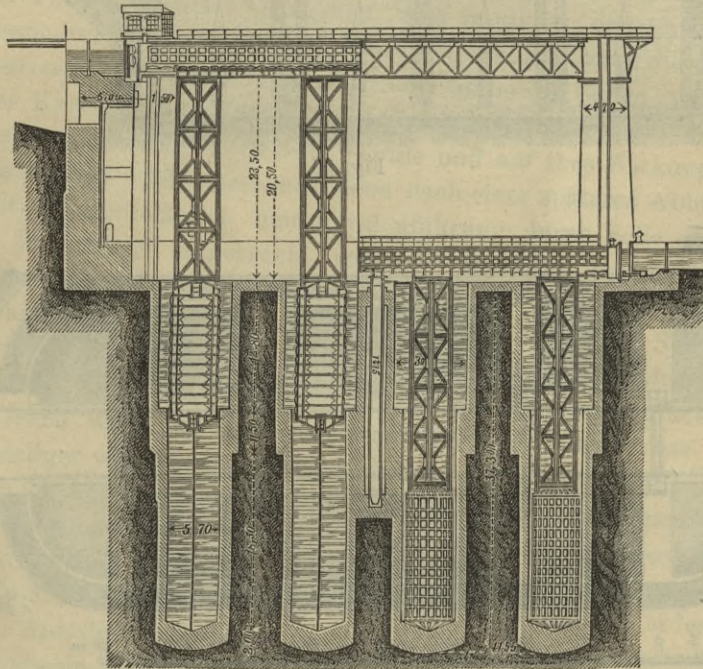


Fig. 95.

Auftrieb der sämtlichen Schwimmer ist so bemessen, dafs eine verhältnifsmäßig geringe Kraft der in der Mitte angebrachten Hebepresse genügt, um den Trog mit den Trogstützen zu heben. Der Kolben von 1,5 m Durchmesser soll dabei nur mit einem Ueberdruck von 5 bis 6 Atm. arbeiten. Die Führung des Troges findet durch Gleitstücke an den Schwimmern und an den Trogenden statt. Die Führung ist wegen der großen Entfernung der Schienen schlecht und kann leicht zu Klemmungen und Trogschwenkungen Veranlassung geben.

3. Entwurf vom Grusonwerk.**)

Gleichzeitig mit dem auf Seite 66 beschriebenen Entwurfe von C. Hoppe wurde im Jahre 1888 vom Grusonwerk in Magdeburg ein Entwurf für eine Trogschleuse

*) Gruson & Barbet, Seite 29.

***) Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1. Aug. 1888, Seite 44.

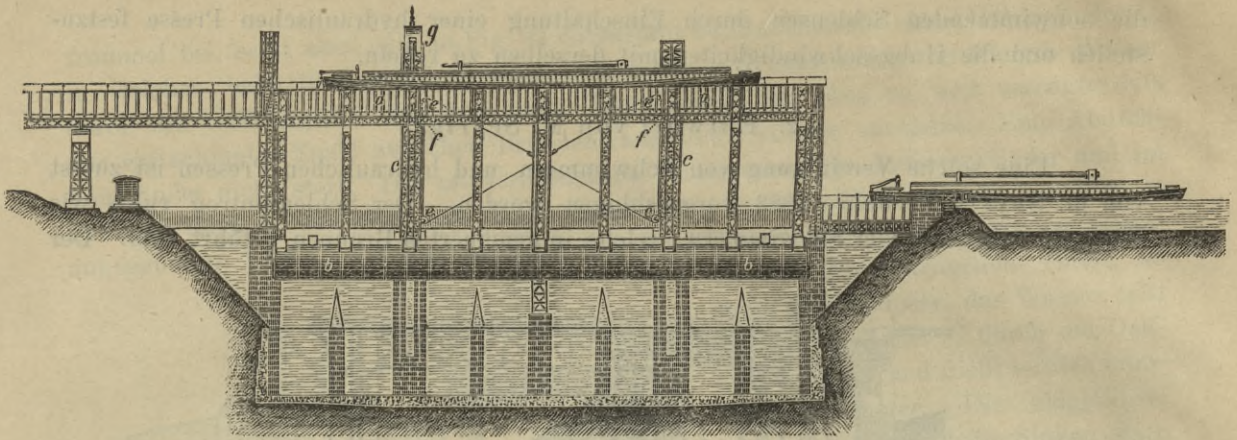


Fig. 96.

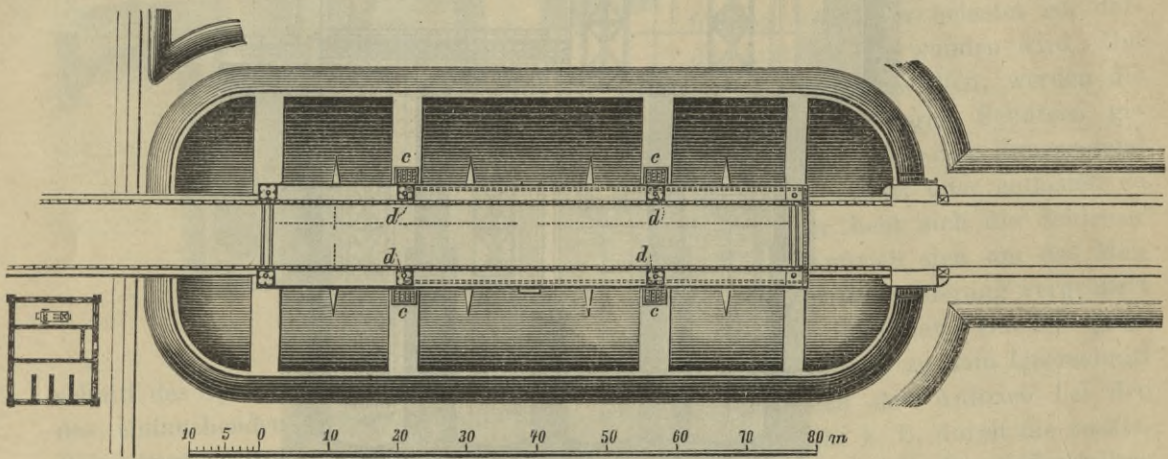


Fig. 97.

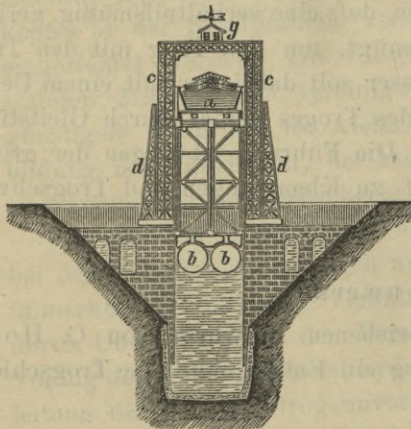


Fig. 98.

vorgelegt und unter D. R. P. No. 44915 patentirt. In den Figuren 96—98 sind ein Längenschnitt, ein Querschnitt und ein Grundriß dargestellt. Der Schleusentrog *a* wird mittelst 27 Säulen durch zwei wagerecht liegende Schwimmer *b* unterstützt. Die Schwimmer bewegen sich in einer langen Grube auf und ab. Der Auftrieb derselben ist so bemessen, daß er dem Gewichte des Troges mit der Wasserfüllung das Gleichgewicht hält. Durch Vermehrung oder Verminderung der Trogfüllung ergibt sich die bewegende Kraft.

Die Regelung der Bewegung erfolgt durch 4 in den Thürmen *c* gelagerte Wasserdruckcylinder mit Scheibenkolben, deren Stangen mit der Schleusen-

kammer fest verbunden sind. Die Räume oberhalb und unterhalb der Kolben sind mit Wasser gefüllt und durch Rohrleitungen unter sich und mit einem hochstehenden Wasserbehälter verbunden. Mit Hilfe einer in diese Rohrleitung eingeschalteten Steuerungsvorrichtung kann man die Oeffnung, durch welche das verdrängte Wasser strömen muß, verändern, so daß die Bewegung der Kolben und damit des Troges geregelt oder auch ganz unterbrochen werden kann.

Für die wagerechte Führung des Troges sind verschiedenartige Vorkehrungen getroffen. In der Patentschrift ist angegeben, daß in die zu den Cylindern führenden Rohrleitungen besondere Ventile angeordnet worden sind, welche die Geschwindigkeit des ein- und austretenden Wassers für die Cylinder an beiden Seiten regeln, wenn durch Schiefstellung der Kammer in den einen oder anderen Cylinder ein höherer Druck entsteht. Es sind aber keineswegs gesteuerte Ventile und auf ihre Wirkung bezüglich der Parallelführung wird auch nicht gerechnet, denn nach einer späteren Abbildung (welcher Fig. 96 entspricht) ist nachträglich eine Parallelführung durch Seile *e* und *f* nach der Anordnung Fig. 33 Seite 26 angebracht worden. Dieselbe war auch unbedingt erforderlich, denn die festen Führungen in den Thürmen *c* sind unzweckmäßig angelegt und würden Trogschwankungen und Klemmungen nicht verhindern. Die Seilführungen sind aber mit Rücksicht darauf, daß es besseren Ersatz giebt, entschieden für so große Massen zu verwerfen. Auch die Form der Schwimmer ist nicht glücklich gewählt, denn die lange Grube wird nur bei günstigem Baugrund ausführbar und in allen Fällen viel kostspieliger werden, als ein oder mehrere runde Brunnen.

Ein Rückblick auf die Entwürfe und Ausführungen von Trogschleusen läßt erkennen, daß auf die wichtige und sichere Führung der Schleusentröge bisher nur in einzelnen Fällen genügende Rücksicht genommen worden ist. Die angestellten Beobachtungen zeigen die Wege an, auf denen diese Führung erreicht werden kann. Für die zweckmäßigste Anordnung einer neu zu errichtenden Trogschleuse mit lothrechtem Hub wird man allgemein keine Regel aufstellen können. Die besonderen Bedingungen, die in jedem einzelnen Falle an das Schleusenwerk zu stellen sind, und besonders die Kosten der Anlage werden bei der Wahl ausschlaggebend sein. Es können zur Ausführung empfohlen werden:

1. Die Hebung durch Mittelpresse mit weiterer Durchbildung der Trogführung und Regelung der Hubgeschwindigkeit durch Stellsteuerung.
2. Hebung durch mehrere Pressen entweder unter Anwendung der Parallelhebung nach Hoppe oder mit starken Gleitführungen und Regelung der Hubgeschwindigkeit durch Stellsteuerung.
3. Der zweite Entwurf von Fr. Jebens erforderlichen Falls in Verbindung mit gesteuerten Hebepressen.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301514