

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Krahne

[urn:nbn:de:bsz:31-270970](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270970)

Kurbeln erforderliche Kraft bei einer grösseren Anzahl von Umwindungen etwas grösser ist als bei einer kleineren Anzahl. Eine grössere Anzahl von Umwindungen vermehrt also die zur Ueberwindung des Widerstandes T erforderliche Kraft nur wenig, vermindert dagegen die Seilspannung t , was die Thätigkeit des Arbeiters, welcher diese Spannung hervorzubringen hat, erleichtert.

Es sei:

$$T = 1248 \text{ Kilgr, } d = 6, \delta = 4, D = 36$$

$$f_1 = 0.1, f = 0.28, \frac{R}{r} = 5, \frac{k}{w} = \frac{36}{18} = 2, n = 3$$

so wird $\lambda = 2.718^{0.28 \times 3.14} = 2.408$ und:

$$1 + f_1 \frac{d}{D} + \left(0.26 \frac{\delta^2}{D} + 2 f_1 \frac{d}{D} \right) \frac{1}{\lambda - 1} = 1.122$$

$$P = \frac{1}{5} \times \frac{1}{2} \times 1248 \times \frac{2.408^6 - 1}{2.408 - 1} \times 1.122 = 140 \text{ Kilg.}$$

Die zum Treiben erforderliche Kraft ist in dem vorliegenden Falle im Verhältniss 1:122:1 grösser, als wenn keine Nebenhindernisse zu bewältigen wären.

Krahne.

Ein Krahn ist ein mit einer oder mehreren Winden versehenes, um eine vertikale Axe drehbares Gerüst, vermittels welchem Lasten von einem Ort nach einem anderen gebracht werden, vorausgesetzt, dass die beiden Orte innerhalb der Peripherie eines gewissen Kreises liegen. Nach der Aufstellungsweise können die Krahne in drei Klassen eingetheilt werden. 1) Krahne für geschlossene Lokalitäten, Magazin-Krahne. 2) Freistehende Krahne, Quai-Krahne zur Bedienung der Schiffe. 3) Transportable Krahne, Eisenbahnkrahne. Wir werden mehrere derselben beschreiben und dann ihre Konstruktion erklären.

Einfacher Magazinkrahn.

Fig. 1, Tafel XXVII. Das Drehgerüste besteht aus drei Balken a, b, c . a bildet eine Säule, sie ist oben und unten mit Zapfen versehen. Der obere g wird durch ein Lager gehalten, das an der Decke

des Magazins befestigt wird. Der untere Zapfen *h* dreht sich in einer am Boden befindlichen Pfanne. *a, e* sind Leitrollen. *f* eine Winde mit Rädern und Kurbeln. Das Seil, an welches die Last gehängt wird, geht über *a* und *e* und wird auf die Seilwelle der Winde *f* aufgewickelt. Hängt man die Last an das Seil, windet sie hierauf in die Höhe, dreht sodann das Gerüste um einen gewissen Winkel und lässt sodann die Last nieder, so wird mit der Last eine Ortsveränderung vorgenommen, die sich jedoch auf die Peripherie desjenigen Kreises beschränkt, welcher beim Drehen des Krahnens durch den Schwerpunkt der Last beschrieben wird.

Magazinkrahn.

Fig. 2, Tafel XXVII. Dieser unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, dass sich die Rolle *a* am Ende der Strebe *b* befindet, und dass diese durch eine Stange *c* in ihrer Lage gegen die Säule erhalten wird. Das Seil oder die Kette geht von *a* weg parallel mit *b* nach der Windenwelle herab. Die Winde kann hier wie im vorhergehenden Falle mit einer oder mit zwei Rädertübersetzungen versehen werden. Die Winde wird jederzeit mit einer Bremse versehen, theils um die Last schwebend erhalten zu können, theils um das Niederlassen der Last sanft machen zu können.

Krahn ohne Strebe.

Fig. 3, Tafel XXVII. Bei dieser Anordnung wird die Strebe durch mehrere Stangen ersetzt, was zur Folge hat, dass der Raum zwischen Säule und Last frei wird.

Krahn ohne Säule.

Fig. 4, Tafel XXVII. Die Strebe dreht sich unten vermittelt eines vertikalen Zapfens in einer Pfanne und ist oben an einen Zapfen gehängt, der an der Decke des Magazins angebracht ist. Die Winde befindet sich an der Strebe und dreht sich mit dieser herum. Die Säule ist hier nicht vorhanden.

Gießereikrahn.

Fig. 5, Tafel XXVII. Der über die Säule herausragende Theil des Gerüsts ist doppelt vorhanden, so dass die oberen horizontalen Balken eine Wagenbahn bilden und zwischen den zwei Strebe-

werken, welche die Bahnbalken stützen, ein Zwischenraum besteht, dessen Breite genau oder nahe gleich ist der Säulendicke. Am äussersten Ende sind die Bahnbalken durch ein Zwischenstück auseinander gehalten und durch Schrauben verbunden.

Die Winde ist mit zwei Räderübersetzungen versehen, weil die zu hebenden Lasten oftmals sehr gross sind. Doch aber hat dieselbe die Einrichtung, dass man auch eine Uebersetzung in Anwendung bringen kann. Auch ist die Winde mit einer Bremsvorrichtung versehen. Bei einem Giessereikrahn ist ferner erforderlich, dass mit demselben die ganze Fläche des Kreises, dessen Halbmesser gleich ist der Länge der Bahnbalken, beherrscht werden kann, und zwar in so vollkommener Weise, dass die Formrahmen mit ganz sanfter Bewegung und genau in vertikaler Richtung von irgend einem Punkte der Kreisfläche in die Höhe gehoben und in irgend einem anderen Punkte der gleichen Kreisfläche abermals ganz sanft und nach vertikaler Richtung abgesetzt werden können. Dies erfordert, dass die Last im schwebenden Zustand von der Axe an bis gegen das Ende der Bahnbalken hin aus- und einbewegt werden kann, und hierzu dient ein (in der Regel) vierrädriger, auf den Bahnbalken laufender Wagen, der durch eine besondere Winde oder durch irgend eine andere Einrichtung zum Hin- und Herrollen gebracht werden kann. Die Last wird in der Regel nicht unmittelbar, sondern mittelbar durch Anwendung eines Flaschenzuges an den Wagen gehängt, und die Einrichtung muss so getroffen werden, dass der Wagen von selbst stehen bleibt, wenn die Last mittelst der Krahnwinde gehoben oder niedergelassen wird, dass dagegen in der Last weder eine Senkung noch eine Hebung eintritt, wenn der Wagen auf der Bahn hinaus oder hereingerollt wird.

Fig. 6, Tafel XXVII. zeigt einen solchen Wagen mit Flaschenzug. Der Wagen *a* hat eine ähnliche Einrichtung wie ein Eisenbahnwagen. An demselben sind zwei dreieckige Schilde *b* angehängt, welche drei Axen tragen. Um die mittlere Axe drehen sich zwei Rollen *c c*, welche zusammen eine Flasche bilden; jede der beiden andern Axen ist in der Mitte mit einer Leitrolle *d, e* versehen, *f* ist eine Flasche mit drei Rollen. Das Seil ist aussen an die Bahnbalken befestigt, wird sodann über die Rolle *a* nach der Flasche *f* herabgeleitet, hierauf um sämtliche Rollen *c* und *f* gewickelt, hierauf von *f* weg über *e* nach der Krahnsäule geleitet und von da an abermals über eine Rolle nach der Welle der Winde. Die Leitrollen *d* und *e* sind nothwendig, damit die Richtungen der Seilstücke *g* und *h* in eine und dieselbe gerade Linie fallen, so dass keinerlei Kräfte vorhanden sind, die eine Drehung des Wagens

um eine Vertikalaxe hervorzubringen streben. Bei *i* und *k* sind an den Wagen die Enden eines Seiles befestigt, das vermittelt mehrerer Leitrollen nach der zur Wagenbewegung dienenden Winde geführt wird.

Der Gerüstbau ist nach der Totallast, die gehoben werden soll, zu construiren, die Winde nach der Kraft, welche am Seil *h* ziehen muss, um die Hebung der Last zu bewirken, die Wagenwinde nach den Widerständen, welche der Wagenbewegung entgegenwirken.

Freistehender Krahn. Quaikrahn.

Fig. 7, Tafel XXVII. Dieser Krahn unterscheidet sich von den früher beschriebenen durch die Einrichtung, vermittelt welcher die Drehungsaxe in vertikaler Richtung erhalten wird. Die untere Hälfte der Axe ist nämlich hier in einen vertikalen, in einem Quadermauerwerk angebrachten Schacht eingesenkt, dreht sich unten in einer am Boden des Schachtes befindlichen Pfanne, und lehnt sich oben an der Mündung des Schachtes an Rollen, deren Axen in einem Gehäuse gelagert sind. Die oberen Schichten des Quaderbaues müssen mit den unteren gegen Horizontalverschiebung verbunden sein.

Freistehender Krahn mit unbeweglicher Axe.

Fig. 8, Tafel XXVII. Das ganze Krahngerüst dreht sich hier um eine unbewegliche vertikale Säule *a*, welche oben mit einem vertikalen Zapfen endigt und unten in eine gusseiserne, an ein Quaderwerk geschraubte Platte *b* eingesetzt ist. Das Drehgerüst besteht aus zwei Schilden *c*, die oben und unten durch Traversen verbunden sind. Die obere Traverse enthält eine vertikale Pfanne mit abwärts gekehrter Mündung, die untere Traverse bildet ein mit Rollen versehenes Gehäuse. Das ganze Gerüst ist mit seiner Pfanne auf den Zapfen der Säule gesteckt und stemmt sich vermittelt der Rollen am unteren Gehäuse gegen die daselbst rund gedrehte Säule. Vom unteren Gehäuse geht eine Strebe *d* aus, die am Ende eine Rolle trägt und durch eine eiserne Stange *e* an das Gerüst hängt ist.

Blechkrahn, freistehend.

Fig. 9, Tafel XXVII. Dieser Krahn unterscheidet sich von dem vorhergehenden im Wesentlichen dadurch, dass hier das ganze um die feststehende Säule drehbare Gerüst aus Blech gefertigt ist.

Es bildet einen krummen Kanal mit viereckigem Querschnitt, ist bei *a* mit einer zur Aufnahme einer Pfanne dienenden Traverse und unten mit einem Rollengehäuse *b* versehen.

Krahn ohne Drehungsaxe.

Fig. 10, Tafel XXVII. Das Gerüst ist hier ein um einen vertikalen Zapfen drehbarer, mit zwei konischen Rädern *b* versehener Wagen. Die Schilde *c* des Wagens sind durch mehrere Traversen verbunden. Die Traverse *a* dient nur zur Verbindung. Die Traverse *e* verbindet die Schilde und ist in der Mitte mit einer Zapfenhülse versehen. Die Traversen *f f*₁ enthalten die Lager für die Axen der konischen Laufräder. Die Axen derselben sind horizontal und sind nach dem Drehungszapfen *a* hin gerichtet. Der Krahn rollt auf einer eisernen Grundplatte, die in der Mitte mit einer Hülse *a*₁ und aussen mit einer konischen Bahn versehen ist. Die Strebe *g* des Krahnes wird durch zwei Stangen *h* gehalten. Diese Einrichtung ist nicht praktisch, weil sie zu viel benutzbare Bodenfläche wegnimmt.

Transportabler Eisenbahnkrahn.

Fig. 1, Tafel XXVIII. Dieser Krahn unterscheidet sich von dem in Fig. 8, Tafel XXVII. dargestellten darin, dass die Grundplatte nicht auf ein Mauerwerk geschraubt ist, sondern das Gestell eines vierrädrigen Wagens bildet, der auf einer Eisenbahn läuft. *a* ist ein Gegengewicht, um das Umfallen des Krahnes zu verhüten, wenn derselbe stark belastet ist.

Theorie der Krahne.

Fig. 2, Tafel XXVIII. Die Berechnung der Winden und Flaschenzüge ist bereits früher behandelt worden; bedarf also bei den Krahnern keiner besondern Erklärung. Der Gerüstbau erfordert dagegen die Kenntniss der Kräfte, welche auf alle Theile desselben einwirken, und mit diesem Gegenstand müssen wir uns nun beschäftigen. Wir legen der Betrachtung eine Anordnung, ähnlich der früher beschriebenen zu Grunde. Nehmen wir oben bei *A* das Lager, unten bei *D* die Pfanne weg und bringen nach den in der Zeichnung durch Pfeile angedeuteten Richtungen die Kräfte *P*, *P*₂, *P*₃ an, von denen die erste gleich ist dem Druck zwischen Zapfen und Lager, die zweite gleich ist dem Druck des Pfannenumfanges gegen den unteren Zapfen der Säule, die dritte endlich gleich ist dem Druck

des Zapfens gegen den Boden der Pfanne, so wird der ganze Krahn in ein freischwebendes Körpersystem verwandelt, an welchem ein Gleichgewicht der Kräfte stattfindet.

Es sei F der Schwerpunkt des Krahnes sammt Winde. P_1 das Gewicht des Krahnes. G der Schwerpunkt der Strebe CE . P_2 das Gewicht derselben. P_3 der in der Zugstange BE herrschende Zug. P_4 die in der Strebe CE herrschende Pressung. Da die sämtlichen Kräfte im Gleichgewicht sind, so bringen sie weder eine allgemeine noch irgend eine spezielle Bewegung hervor.

Damit keine Drehung um eine durch D gehende auf der Ebene der Zeichnung senkrechten Axe entsteht, muss sein:

$$P_1 h = P_4 a_1 + Q a$$

woraus folgt:

$$P_1 = Q \frac{a}{h} + P_4 \frac{a_1}{h} \dots \dots \dots (1)$$

Damit keine Drehung um eine durch A gehende Axe entsteht, muss sein

$$P_2 h = Q a + P_4 a_1$$

demnach

$$P_2 = P_1 = Q \frac{a}{h} + P_4 \frac{a_1}{h} \dots \dots \dots (2)$$

Die Pressungen, welchen die beiden Zapfen der Säule ausgesetzt sind, sind demnach gleich gross, die Zapfendurchmesser erhalten demnach ebenfalls gleiche Grösse. Diese Pressungen fallen gross aus, wenn die Ausladung a gross und die Säulenhöhe klein ist. Eine im Verhältniss zur Ausladung grosse Säulenhöhe ist daher für die Konstruktion günstig, nicht nur weil hierdurch die Zapfen klein ausfallen, sondern auch weil dann die Befestigung des obren Lagers und der untern Pfanne keinerlei Schwierigkeit verursacht. Gewöhnlich ist

$$\frac{a}{h} = 1, \quad P_4 = Q, \quad \frac{a_1}{h} = \frac{1}{4}$$

und dann wird

$$P_2 = P_1 = \frac{5}{4} Q \dots \dots \dots (3)$$

Die Momente der Kräfte, welche die Säule bei B und C abbrechen streben, sind $P_1 h_1$ und $P_2 h_2$. Damit also der Säulenquerschnitt nicht zu gross gemacht zu werden braucht, ist es gut, wenn die Punkte B und C möglichst nahe an A und D zu liegen kommen.

Jene Momente werden gleich Null, wenn $h_1 = h_2 = 0$, in welchem Falle die Säule gar nicht auf Biegung in Anspruch genommen

wird, daher auch gar nicht zu existiren braucht. (Krahn ohne Säule, Fig. 4, Tafel XXVII.) Für die Stärke der Säule ist es (wenn h_1 und h_2 endliche Werthe haben) vortheilhaft, wenn die Höhe h des Krahnens im Verhältniss zur Ausladung gross ist, weil dann die Pressungen P_1 und P_2 und mithin die Momente $P_1 h_1$ und $P_2 h_2$ klein ausfallen.

Schneidet man BE und das Seil EC entzwei und bringt die Züge P_1 und Q an, so ist die Strebe EC ein Hebel, der bei C seinen Drehungspunkt hat und an welchem sich die Kräfte Q , P_1 , P_2 das Gleichgewicht halten, und man erhält:

$$P_1 a_1 + Q a = P_2 (h - h_1 - h_2) + Q a_2$$

wobei a_1 den Abstand des längs der Strebe herablaufenden Seiles von der Axe der Strebe bezeichnet. Hieraus folgt:

$$P_1 = Q \frac{a - a_2}{h - h_1 - h_2} + P_2 \frac{a_2}{h - h_1 - h_2} \dots \dots (4)$$

Dieser Stangenzug fällt also klein aus, wenn die Säulenhöhe h im Verhältniss zur Ausladung a gross ist.

Nennt man α und β die Winkel, welche die Richtungen von Q und P_1 mit der Strebenrichtung EC bilden, so erhält man:

$$P_1 = Q + P_2 \cos \beta + Q \cos \alpha \dots \dots \dots (5)$$

Nach diesem Werth von P_1 ist der Querschnitt der Strebe zu bestimmen.

Ganz ähnliche Resultate erhält man für alle andern Arten von Krahn. Für den Schachtkrahn, Fig. 7, Tafel XXVII., findet man, dass eine grosse Schachttiefe vortheilhaft ist, weil dann die Pressung der Säule gegen die Rollen klein ausfällt, also nicht nur die Rollenzapfen schwach gehalten werden können, sondern auch die Befestigung des Rollengehäuses gegen die oberen Steinschichten und die Befestigung dieser Schichten gegen die untere Quadermasse weniger Schwierigkeiten verursacht. Für einen Säulenkrahn mit unbeweglicher Säule, Fig. 8 und 9, Tafel XXVII., ist eine im Verhältniss zur Ausladung grosse Säulenhöhe vortheilhaft, weil dann der obere Zapfen schwach sein kann. Der untere Querschnitt der Säule ist jedoch von der Säulenhöhe nicht abhängig.

Das Konstruktionsmaterial für Krähne.

Dass die Winden, Flaschenzüge u. s. w. theils von Schmiedeeisen, theils von Gusseisen herzustellen sind, ist selbstverständlich. Was aber den Gerüstbau betrifft, so kann dieser von Holz, von Gusseisen oder von Schmiedeeisen gemacht werden. Für Magazinkrahne, die unter Dach aufgestellt, daher der Einwirkung der Sonne, des Regens und der Atmosphäre nicht ausgesetzt sind, ist es in der Regel am zweckmässigsten, das Gerüst aus Holz herzustellen, weil es in diesem Falle hinreichende Dauer gewährt, nicht viel kostet und es auf Schönheit nicht eben ankommt.

Freistehende Krähne sollen jedoch jederzeit ein Gerüst aus Schmiede- oder Gusseisen erhalten, weil hölzerne Gerüste zu schnell zu Grunde gehen, wenn sie allen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Die Blechkrahne sind wohl jetzt ziemlich in der Mode, allein die Krähne mit gerader Strebe und Zugstange verdienen den Vorzug, weil sie nicht auf Biegung in Anspruch genommen sind. Nur ist es wahr, dass die Blechkrahne um die Säule herum sehr viel freien, zu verschiedenen Dingen benutzbaren Raum darbieten.

Für freistehende Krähne, die nicht nur dem Wind und Wetter, sondern auch dem Muthwillen und bösen Willen der Menschen preisgegeben sind, ist es angemessen, in der Konstruktion alles zu vermeiden, was zu Verletzungen, Beschädigungen oder Entwendungen einladen könnte. Es ist z. B. zweckmässig, die Axen nicht in Lager mit angeschraubten Deckeln zu legen, sondern die Axenenden in Durchbohrungen laufen zu lassen, die an den Schilden anzubringen sind.

Sowohl für die Konstruktion der Krähengerüste als auch anderer Gerüste gelten folgende Grundsätze: 1) Diejenigen Konstruktionen verdienen den Vorzug, bei welchen die grösseren, ausgedehnteren und wichtigeren Bestandtheile entweder einer Ausdehnung oder einer Zusammendrückung, nicht aber einer Biegung ausgesetzt sind. Die Konstruktionen Fig. 2, 8 und 10, Tafel XXVII. entsprechen am besten diesem Grundsatz und sind den Krähnen mit steifem, gusseisernem oder schmiedeeisernem Schnabel vorzuziehen. 2) Alle Theile eines solchen Gerüsts sollen mit einander in der Weise verbunden werden, dass das Ganze eine Gliederung bildet, in der die einzelnen Theile auch dann nicht gewaltsam gebogen werden, wenn in Folge einer starken Belastung des Baues Formänderungen in den Theilen eintreten. Dieser Grundsatz ist am consequentesten bei dem Krahn Fig. 1, Tafel XXVIII. berücksichtigt, indem alle einzelnen Theile durch Gewerbe verbunden sind.

Vollständige Berechnung eines Krähnes.

Es sei ein Giessereikrahn mit hölzernem Gerüste, ähnlich dem in Fig. 5, Tafel XXVII. dargestellten zu berechnen und zu construiren. Wir nehmen an:

1) Die auf die Kurbeln in jedem Augenblick wirkende Kraft gleich der von zwei Arbeitern, also $P = 2 \times 16 = 32$ Kilg.

2) Eine Winde mit zwei Uebersetzungen, $\frac{R}{r} = 6, \frac{R_1}{r_1} = 5, \frac{k}{w} = 3$.

3) Einen Flaschenzug mit 5 Rollen; 3 Rollen in der unteren, 2 Rollen in der oberen Flasche.

4) Für den ganzen Mechanismus (Winde, Flaschenzug und Rollen) ein Güteverhältniss gleich 0.6.

Unter dieser Voraussetzung ist die Last, welche bei Anwendung einer Kraft von $P = 32$ Kilgr. gehoben werden kann:

$$Q = 32 \times 6 \times 5 \times 3 \times 5 \times 0.6 = 8640 \text{ Kilg.}$$

Spannung im Seil oder in der Kette, welche sich

$$\text{auf die Welle aufwickelt, annähernd } 32 \times 6 \times 5 \times 3 = 2880 \text{ „}$$

Diese Spannung ist so gross, dass eine Kette angewendet werden muss, und es ist (Resultate

$$\text{Seite 40) Durchmesser des Ketteneisens . . . = 1.5 Centm.}$$

$$\text{Torsionsmoment der Kurbelaxe } 32 \times 39 \text{ . . . = 1248 Kilgrem.}$$

$$\text{Torsionsmoment der mittleren Axe } 1248 \times 5 \text{ . . . = 6240 „}$$

$$\text{Torsionsmoment der Kettenaxe } 6240 \times 6 \text{ . . . = 37440 „}$$

$$\text{Durchmesser dieser drei Axen (Result. Seite 50) } \left\{ \begin{array}{l} = 3.1 \text{ Centm.} \\ = 5.4 \text{ „} \\ = 9.7 \text{ „} \end{array} \right.$$

$$\text{Halbmesser des grossen Rades } 6 \times 9.7 \text{ . . . = 58.2 „}$$

$$\text{Halbmesser des Getriebes hierzu . . . = 9.7 „}$$

$$\text{Halbmesser des kleinen Rades } 6 \times 5.4 \text{ . . . = 32.4 „}$$

$$\text{Halbmesser des Getriebes } \frac{1}{5} 32.4 \text{ . . . = 6.5 „}$$

$$\text{Zahnbreite des grossen Rades } 1.212 \times 9.7 \text{ . . . = 11.75 „}$$

$$\text{Zahnbreite des kleinen Rades } 1.212 \times 5.4 \text{ . . . = 6.55 „}$$

$$\text{Anzahl der Zähne eines jeden dieser Räder . . . = 72}$$

$$\text{Durchmesser des Zapfens der Axe der Ketten-} \\ \text{welle } = 0.12 \sqrt{2880} \text{ . . . = 6.4 Centm.}$$

$$\text{Druck auf jeden Zapfen der drei Leitrollen (an-} \\ \text{nähernd) } \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2880^2}{2} + 2880^2} \text{ . . . = 2030 Kilg.}$$

$$\text{Durchmesser eines solchen Zapfens } 0.12 \sqrt{2030} \text{ . . . = 5.4 Centm.}$$

Durchmesser einer Leitrolle 5×5.4 = 27.0 Centm.
 Druck, welchen ein Zapfen der untern Flasche

auszuhalten hat $\frac{1}{2} 8640$ = 4320 Kilg.

Durchmesser eines solchen Zapfens $0.12 \sqrt{4320}$. . . = 7.8 Centm.

Durchmesser einer Rolle des Flaschenzuges . . . = 39 „

Druck auf einen Zapfen des Wagens $\frac{8640}{4}$. . . = 2160 Kilg.

Durchmesser eines Wagenzapfens = 5.5 Centm.

Durchmesser eines Wagenrades = 27.5 „

Für die Konstruktion des Krahnengerüsts sei:

Höhe des Krahnes von Zapfen bis Zapfen . . . = 500 Centm.

Ausladung = 500 „

Gewicht des Krahnes (dieses ist der Erfahrung gemäss annähernd gleich der Last, welche der Krahn zu heben hat) = 8640 Kilg.

Entfernung des Schwerpunktes des Krahnbaues von der Säulenaxe = 120 Centm

Senkrechte Entfernung des Punktes, in welchem der Bahnbalken der Säule begegnet von der Richtung der Hauptstrebe = 200 „

Länge der Hauptstrebe = 500 „

Mit diesen Daten findet man:

Druck, welchen ein Zapfen der Säule auszuhalten hat, wenn die Last am Ende des Bahnbalkens

hängt $8640 + 8640 \frac{120}{500}$ = 10500 Kilg.

Durchmesser eines Zapfens $0.12 \sqrt{10800}$ = 12 Centm.

Damit der Zapfen mit der Säule gut befestigt werden kann, ist es angemessen, die Dicke derselben 5 mal so gross zu machen, als den Zapfendurchmesser, demnach ist diese Dicke . . . = 60 „

Die Querschnitte des Bahnbalkens brauchen nicht berechnet zu werden, weil diese Balken durch die Streben mehrmals unterstützt werden. Man darf nehmen:

Höhe eines Bahnbalkens = 40 „

Dicke eines Balkens $\frac{1}{2} 40$ = 20 „

Pressung, welcher die Hauptstreben ausgesetzt sind, wenn die Last am Ende des Bahnbalkens

hängt, gleich $8640 \frac{500}{200}$ = 21600 Kilg.

Hierbei ist jedoch der Einfluss der Hilfsstreben nicht berücksichtigt.

Pressung, welcher eine der beiden Hauptstreben ausgesetzt

$$\text{ist, gleich } \frac{1}{2} 21600 \dots \dots \dots = 10800 \text{ Kilg.}$$

Bestimmen wir nun den Querschnitt einer solchen Strebe, indem wir festsetzen, dass in derselben ein schwankender Zustand erst dann eintrete, wenn die Pressung zehnmal so gross würde, als sie wirklich ist, und vernachlässigen auch hier den Einfluss der Hilfsstreben, so haben wir zur Bestimmung des Querschnitts in der Formel (Resultate, Seite 21):

$$P = \frac{\varepsilon}{12} \pi^2 \frac{b h^3}{l^3}$$

zu setzen.

$$P = 10 \times 10800 = 108000$$

$$\pi = 3.142$$

$$\varepsilon = 120000 \text{ (Modulus der Elastizität für Eichenholz)}$$

$$l = 500$$

~~h~~ $b = \frac{1}{2} h$ (die grössere Dimension des Querschnitts zweimal so gross als die kleinere), und dann findet man:

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 P l^3}{\varepsilon \pi^2}} = \dots \dots \dots = 19 \text{ Centm.}$$

$$b = 2 h \dots \dots \dots = 38 \text{ ,,}$$

Hebe-Gerüste.

Wenn eine Last in einer vertikalen Richtung gehoben werden soll, werden sogenannte Hebeegerüste angewendet. Die gebräuchlichsten sind folgende:

Der Dreifuß.

Fig. 3, Tafel XXVIII. Dieser wird vorzugsweise bei Brunnengrabungen angewendet, und in der Regel sehr provisorisch zusammengesetzt. Er besteht aus drei unten mit eisernen Spitzen versehenen Balken, die in Form einer dreiseitigen Pyramide zusammengestellt und oben durch einen eisernen Querbolzen verbunden sind. An der