

§ 36.

Die Drehkrane mit Dampf- und elektrischem Antrieb.

Von den Drehkranen mit eigenem Motor kommen jetzt fast nur noch die Dampf- und elektrischen Krane in betracht. Dampf-drehkrane werden in der Regel fahrbar eingerichtet und meist dann verwendet, wenn die Anlage elektrischer Leitungen Schwierigkeiten bereitet. Dies ist z. B. auf Fabrikhöfen der Fall, wo der Kran sich in den verschiedensten Richtungen bewegen muss. Zwar hat man hier auch schon elektrische Drehkrane mit Akkumulatoren versucht, eine weitgehendere Verwendung haben dieselben aber wegen der höheren Betriebskosten und geringeren Betriebssicherheit nicht gefunden. Dagegen haben sich die elektrischen Drehkrane, deren Motoren unmittelbar von einem Stromnetz gespeist werden, mehr und mehr Eingang verschafft, und zwar aus den Gründen, die schon wiederholt für die Hebezeuge mit elektrischem Antriebe angeführt wurden. Man benutzt solche Krane als sogenannte Ufer- und Portalkrane auf Hafenplätzen und Bahnhöfen, als Deckkrane auf Schiffen, als Werkstättenkrane usw., namentlich aber sind sie für grössere Kaianlagen in scharfen Wettbewerb mit den Druckwasserdrehkranen getreten, die sie nach dem augenblicklichen Stande der Sache in Zukunft wohl ganz verdrängen werden. Wie bei den elektrischen Laufkranen, so unterscheidet man auch hier Krane mit nur einem Motor für alle Lastbewegungen, wie Heben bzw. Senken, Schwenken der Last und erforderlichen Falles auch Fahren des Kranes mit oder ohne Last, und solche mit einem besonderen Motor für jede dieser verschiedenen Bewegungen. Das zuletzt genannte System ist für die jetzt verlangten Geschwindigkeiten allein geeignet, während Drehkrane mit nur einem Motor für mehrere Lastbewegungen wegen der dann erforderlichen Reibungskupplungen und Wendegetriebe nur geringe Geschwindigkeiten zulassen. In manchen Fällen findet man neben einem Elektromotor für das Heben bzw. Senken der Last auch noch Handantrieb für das Schwenken oder Fahren des Kranes angewendet. Dies ist berechtigt, wenn der Kran, wie in manchen Werkstätten, nur langsam geschwenkt oder, wie bei manchen Portalkranen, nur selten gefahren zu werden braucht.

a) Ausführungen.

Die jetzt gebräuchliche Bauart der **Dampf-drehkrane** ist aus Taf. 31 ersichtlich. Der dargestellte Kran wurde von der Duisburger Maschinenfabrik, J. Jäger, mehrmals ausgeführt und hat sich vollständig bewährt. Als Kessel dient ein stehender Quersiederkessel mit Feuerbuchse, als Dampfmaschine eine Zwillingmaschine mit einfachem Muschelschieber und ohne Umsteuerung. Jener ist auf der hinteren Seite der Drehscheiben-Plattform aufgestellt und wird zugleich mit dem daneben befindlichen Wasser- und Kohlenkasten als Gegengewicht benutzt. Diese ist an dem Zwischengerüst des Kranes befestigt. Dasselbe besteht aus zwei dreieckigen L-Eisenböcken, die an der Maschinenseite durch eine kräftige

vertikale Blechwand verbunden sind. An der letzteren sind auch die Lager für die Kurbelwelle W und die vertikale Zwischenwelle W_1 befestigt, welche von W aus durch das Winkelräderpaar I angetrieben wird. Die Frischdampfleitung geht vom Kessel zunächst nach einem Absperrschieber, der seitlich an dem Schieberkasten des einen Cylinders sitzt; von dort aus strömt der Dampf erst nach den Schieberkästen der beiden Cylinder. Durch den Handhebel h_5 kann dieser Absperrschieber geöffnet und geschlossen werden. h_5 bewegt nämlich einen auf der Welle w_5 drehbar angeordneten doppelarmigen Hebel, der durch seinen unteren Arm mit h_5 , durch seinen oberen mit der Stange des erwähnten Absperrschiebers verbunden ist. h_5 sitzt mit den übrigen Steuerhebeln auf der Welle w , die an der Auslegerseite innerhalb der Plattform gelagert ist. Der hinter den Hebel stehende Wärter hat den Blick auf die Last frei. Als Lastorgan dient eine Gliederkette, die für direkten Dampftrieb noch gern gewählt wird. Die Welle der zugehörigen Trommel hat ihre Lager in den vorerwähnten dreieckigen L-Eisenböcken.

Das Hubwerk des Kranes besitzt nur ein einfaches Rädervorgelege, dessen Ritzel z_1 auf einer Feder der Kurbelwelle verschiebar ist. Zum Ein- und Ausrücken des Ritzels dient der Handhebel h_4 , der fest auf der Welle w sitzt und durch ein am Ende dieser Welle angebrachtes Kegelräderpaar auf die schräge Welle w_4 einwirkt; diese bewegt den Muffenhebel k des Ritzels. Zum Anhalten und Senken der Last (bei ausgerücktem Ritzel z_1) ist eine Bandbremse B mit doppelt umschlungenen Bande vorgesehen, deren Kranz dem Rade Z_1 angegossen ist und die durch den Hebel h_1 , die Welle w_1 und das zugehörige Gestänge bethätigt wird.

Das Schwenk- und Fahrwerk des Kranes erhält seinen Antrieb von der vertikalen Zwischenwelle W_1 . Auf ihr sitzen nämlich zwei Wendegetriebe II und III mit Reibungskupplungen zum Ein- und Abstellen der fraglichen Bewegungen in dem einen oder anderen Sinne. Wird zunächst das obere oder untere Kegelrad des Getriebes II mit seiner Welle W_1 verbunden, so überträgt diese ihre Bewegung durch das dritte Kegelrad und die Räderpaare $\beta_1 \beta_1, \beta_2 \beta_2$ auf das Ritzel β_3 , das sich dann in der einen oder anderen Richtung in dem auf dem Untergestell des Kranes befestigten Zahnkranze β_3 abwälzt und so den Kran links oder rechts herumschwenkt. Die Einrückung des Getriebes III hat entsprechend eine Vor- oder Rückwärtsbewegung des ganzen Kranes zur Folge, indem die Räderpaare $\beta_1' \beta_1', \beta_2' \beta_2'$ und $\beta_3' \beta_3'$ die Radachsen des Untergestelles in Drehung versetzen. Das Rad β_1' sitzt auf dem oberen, dasjenige β_2' auf dem unteren Ende einer durch die feststehende Kransäule tretenden und in dieser gelagerten Vertikalwelle W_2 , die Räder und Räderpaare $\beta_2', \beta_3' \beta_3'$ sind doppelt angeordnet. Das Ein- und Ausrücken der Getriebe II und III kann durch die Hebel h_3 bzw. h_2 bewerkstelligt werden, die vermittelt Zugstangen und Hebel auf die Wellen w_3 bzw. w_2 und von dort auf die Schubmuffen der fraglichen Reibungskupplungen einwirken.

Auf einem Gasrohre, das der Welle w_1 übergeschoben ist, befindet sich schliesslich noch der Handhebel h_5 zum Entwässern der Cylinder und Schieberkästen.

Angaben über die Maximallast, Grösse des Kessels, der Maschine usw. s. Taf. 31.

Von den **elektrischen Drehkränen** erhalten diejenigen mit nur einem Motor für alle Lastbewegungen, die man auch hier wohl kurz als Einmotorenkrane bezeichnet, stets einen Nebenschluss- oder Drehstrommotor mit Rücksicht darauf, dass derselbe in den kleineren Betriebspausen durchläuft und dann eine gewisse Umdrehungszahl nicht überschreiten darf. Als Beispiel eines solchen Kranes kann der auf Taf. 32 dargestellte fahrbare Drehkran gelten, der ebenfalls von der Duisburger Maschinenfabrik, J. Jäger, gebaut ist und in seinem Gestell, sowie der Anordnung des Haupttriebwerkes Ähnlichkeit mit dem vorerwähnten Dampfkran derselben Firma besitzt.

Der Antriebsmotor — ein stets in demselben Sinne umlaufender Drehstrommotor von 15 PS bei 800 minutlichen Umdrehungen — befindet sich auf der dem Ausleger gegenüberliegenden Seite der Plattform. Die Stromzuführung erfolgt durch die nötigen Zwischenleitungen von der Platte d (Fig. 1) aus, welche durch zwei Distanzschrauben mit dem an der Drehung des Kranoberteils teilnehmenden Druckstück c verbunden ist und drei von ihr isolierte Stromabnehmer trägt. Diese wiederum berühren die Schleifringe a aus Kupfer, welche an dem Rohr R auf der Kransäule isoliert befestigt sind. Auf einem Querholz P des Rohres befinden sich schliesslich die durch Federn gegen die drei Netzleitungen gedrückten Hauptstromabnehmer p . Neben dem Motor steht ein nur punktiert angedeuteter Anlasser A mit Kohlenkontakten. Der Anlasshebel desselben wird vom Wärter, der wieder seinen Stand an der Auslegerseite hinter den Hebeln h_1 bis h_5 auf der Welle w hat, durch den Hebel h_1 und die Zwischenstange 1 bewegt. Die Motorwelle ist durch eine nachgiebige Kupplung (Fig. 3) mit der Welle W verbunden, und diese wiederum steht durch das Ritzel z_1 und seine beiden Räder Z_1 mit den Wellen W_1 und W_1' in Verbindung (Fig. 2). W_1 und W_1' drehen sich also stets mit dem Motor.

Zum Einleiten und Abstellen der Hubbewegung dient das Ritzel z_3 (Fig. 2), das auf einer Feder seiner Welle verschiebbar ist und vermittelt des Steuerhebels h_4 dem Zahnrade Z_3 ein- bzw. ausgerückt werden kann. Dieser Hebel sitzt fest auf der Welle w (Fig. 1) und dreht durch ein am Ende der Welle angebrachtes Kegelräderpaar die Welle 4 , welche an ihrem oberen Ende den Muffenhebel k des Ritzels z_3 trägt. Die Welle des letzteren hat ferner zwei Kegelräder Z_2 und Z_x (Fig. 2), die von Hand den Rädern z_2 bzw. z_x auf der Welle W_1' bzw. W_1 ein- und ausgerückt werden können. Die Übersetzung von $z_2 Z_2$ ist doppelt so gross als die von $z_x Z_x$. Das Rad Z_3 sitzt auf der Trommelwelle. Die Übersetzung für das Lastheben ist also, wenn z_2 ein- und z_x ausgerückt wird, $z_1 Z_1$, $z_2 Z_2$, $z_3 Z_3$. Sollen leichtere Lasten doppelt so schnell gehoben werden, so muss z_x ein- und

z_2 ausgerückt werden. Zum Senken und Stützen der Last bei ausgerücktem Ritzel z_3 dient die von h_5 zu bedienende Bandbremse auf der Trommelwelle.

Die Schwenkbewegung des Kranes erfolgt durch das Wendegetriebe I auf der Welle W_1 . Die Reibungskupplung desselben wird durch den Hebel h_3 ein- und ausgerückt, der durch eine Stange den Winkelhebel auf Welle w_2 bewegt; dieser wiederum dreht durch die Stange 2 und einen einfachen Hebel die Muffengabel der Kupplung. Je nachdem nun durch letztere das rechte oder linke konische Rad des Wendegetriebes mit der Welle W_1 verbunden wird, überträgt diese ihre Drehung in dem gleichen oder entgegengesetzten Sinne durch das Räderpaar $\beta_1 \beta_1$ (Fig. 2), dessen Ritzel β_1 der Nabe des einen konischen Rades aufgekeilt ist, auf die Welle W_2 , und diese bringt weiter durch $\beta_2 \beta_2$ das Ritzel β_3 zum Abwälzen in dem auf dem Untergestell befestigten Zahnkranze β_3 .

In entsprechender Weise wird die Fahrbewegung des ganzen Kranes durch das vom Hebel h_3 aus zu betätigende Wendegetriebe II auf der Welle W_1' eingeleitet. Auf der Nabe des einen konischen Rades sitzt auch hier festgekeilt das Ritzel β_1' , das durch das Rad β_1' die Welle W_2' antreibt. Diese dreht durch das Winkelräderpaar III die vertikale Welle W_3 (Fig. 1), welche durch das Stirnräderpaar $\beta_2' \beta_2'$ und die Kegelräder IV (Fig. 2) auf die in der ausgebohrten Kransäule gelagerte Vertikalwelle W_4 einwirkt. Am unteren Ende der letzteren erfolgt dann die Weiterübertragung auf die vordere Laufradachse des Wagens durch die Räderpaare V und $\beta_3' \beta_3'$. Auf der hinteren Laufradachse ist eine Bandbremse mit Schraubenspindel und Handrad angebracht, um den Kran an der jeweiligen Gebrauchsstelle auf den Schienen feststellen zu können.

Die elastische Kupplung in Fig. 3 ist eine Scheibenkupplung, deren Hälften durch einen fünffachen Ledertring verbunden sind, in den die Schraubenbolzen der einen und anderen Hälfte abwechselnd treten. Ihr Hauptzweck ist, wie schon bei den Laufkränen bemerkt, einen Ausgleich für die Ungenauigkeiten in der Lagerung der durch sie verbundenen Wellen zu bewirken; zudem isoliert sie das Windwerk gegen den Motor.

Fig. 4, Taf. 32, zeigt als Beispiel die Konstruktion eines Wendegetriebes. Auf weitere Darstellungen derselben ist verzichtet worden, da solche Getriebe bei den jetzt fast allgemein gebräuchlichen Mehrmotorenkränen nicht mehr vorkommen. Der innere Teil H der Reibungskupplung ist doppelt ausgebildet und besteht aus zwei zusammengewachsenen Scheiben mit ringförmigen Ansätzen, welche die bronzene Muffe des Ein- und Ausrückhebels zwischen sich fassen. Aussen trägt jeder der beiden ringförmigen Ansätze zwei Schrauben mit Keilstücken, die sich in Schlitzten der aufgeschobenen und aufgeschnittenen Ringe S führen und beim Einrücken der Kupplung diese Ringe, welche aussen konisch abgedreht sind, in zwei entsprechend ausgebohrte Hohlkonusse pressen; die letzteren sind mit den zugehörigen Kegelrädern zusammengeschraubt. Die Naben der Räder laufen

auf Bronzebüchsen und werden teils durch einen angegossenen Bund, teils durch einen Stellring an der Verschiebung verhindert.

Von den elektrischen Drehkränen, bei denen jeder Motor nur eine Lastbewegung vollführt, zeigt Fig. 1, Taf. 33, zunächst einen solchen mit Motorantrieb für das Lastheben bzw. -senken allein; das Fahren und Schwenken der Last erfolgt von Hand. Die Firma E. Becker in Berlin-Reinickendorf baut solche Krane, die stets dann zu empfehlen sind, wenn die durch den billigeren Handantrieb zu erzielenden Fahr- und Schwenkgeschwindigkeiten noch für den vorliegenden Zweck genügen, in verschiedener Ausführung. In der Figur treibt ein umsteuerbarer Hauptstrommotor, der auf dem nach hinten verlängerten horizontalen Auslegerarm sitzt, die Hubtrommel durch ein gemischtes Vorgelege, bestehend aus einem zweigängigen Schneckentrieb mit dem Rade Z_1 , sowie zwei Stirnräderpaaren z_2Z_2 und z_3Z_3 . Das Trommelseil ist in bekannter Weise zuerst nach dem vorderen Auslegerende geleitet und dann über die Rollen einer Laufkatze mit Hakenflasche wieder nach hinten geführt, wo es federnd festgelegt ist. Der Anlasser W für den Motor sitzt unten an der einen Seite des vertikalen Auslegerteiles. Die Welle seines Steuerhebels trägt innerhalb der beiden Auslegerwände einen horizontalen Hebel H, dessen Enden durch zwei Seile s_1 und s_2 ¹⁾, die sich später zu einem einzigen vereinigen, mit dem Gewichtshebel K einer Sperradbremse B_1 so verbunden sind, dass beim jedesmaligen Anlassen des Motors in der einen oder anderen Richtung das Gewicht des Hebels K angehoben und die Bremse gelüftet, beim Abstellen des Motors letztere aber sofort wieder durch das niedergehende Gewicht angezogen wird. Leichtere Lasten müssen mit Hilfe des Motors gesenkt werden. Schwere, welche das Triebwerk durchziehen, gehen von allein nieder, sobald man die Bremse B_1 durch eine am anderen Ende des Hebels K angebrachte Zugkette lüftet. Eine Centrifugalbremse B_2 auf der Schneckenwelle reguliert die Niedergangsgeschwindigkeit.

Die endlose Kette zum Verschieben der Laufkatze greift ausserhalb der Wagenmitte an, da die Leitrollen des Lastseiles in der Mitte der Laufradachsen sitzen. Der Antrieb für das Lastfahren erfolgt mittelst Zugkette von dem Haspelrade mit dem Radius a aus. Das zugehörige Vorgelege besteht aus dem Räderpaare $\beta_1\beta_1$. Zum Kranschwenken dient eine zweite Kette mit dem Haspelrade vom Radius a_0 , die durch die Räder $\beta_1^0\beta_1^0$ auf das Ritzel β_2^0 einwirkt, das sich beim Schwenken im Rade β_3^0 auf der feststehenden Kransäule abwälzt.

Die Stromzuführung für den Hauptstrommotor geschieht von unten aus. Die Kransäule ist zu diesem Zwecke an ihrem unteren Ende ausgebohrt. Die beiden Leitungen x in der Bohrung schliessen an zwei Schleifringe an, auf denen die Stromabnehmer y beim Kranschwenken schleifen. Der Motor leistet 3,75 PS bei

1) Das Seil s_2 muss etwas tiefer, als wie in der Figur angegeben, an s_1 anschliessen.

800 Umdrehungen in der Minute und hebt die Maximallast von 5000 kg mit 1,4 m/Min. Geschwindigkeit.

Zwei Motoren — für das Lastheben bzw. -senken und das Kranfahren — besitzt der Velocipedkran von C. Herm. Findeisen in Chemnitz in Fig. 2, Taf. 33. Das Schwenken des Kranes erfolgt ohne Vorgelege von Hand, da es nur geringen Kraftaufwand verlangt. Die beiden Motoren, von denen der eine oben, der andere unten am Krangestell untergebracht ist, sind Hauptstrommotoren von 5 bzw. 1,25 PS. Sie können durch Umkehranlasswiderstände vor- und rückwärts gesteuert werden. Der Strom wird von oben durch eine am Kran befindliche Schleifleitung mit Stromabnehmern zugeführt.

Das Hub- und Senkwerk besitzt Drahtseiltrommel und doppeltes Zahnradvorgelege z_1Z_1, z_2Z_2 . Das Ritzel z_1 hat Rohhautzähne. Zum Einstellen und Stützen der Last dient eine Backenbremse B_1 , die wieder bei abgestelltem Motor durch ein Gewicht angezogen wird. Die Regulierung der Senkbewegung besorgt eine Centrifugalbremse B_2 . Die Hub- bzw. Senkbewegung wird durch die Kurbel K auf der Welle w oder die Handgriffe S des w und w_1 verbindenden Ketten- und Stangentriebes eingeleitet. Von w_1 wirkt ferner ein Kettentrieb auf den Anlasswiderstand W, ein zweiter auf die Welle w_2 , die vermittelt unrunder Scheibe den Hebel h der Backenbremse B_1 anhebt und diese lüftet.

Das untere Fahrwerk hat dreifaches Rädervorgelege $\beta_1'\beta_1', \beta_2'\beta_2', \beta_3'\beta_3'$; auch hier besitzt das Ritzel β_1' Rohhautzähne. Zum Anhalten ist eine Bandbremse B' vorgesehen. Der Anlasshebel K' wirkt wieder durch einen Kettentrieb auf den Anlasswiderstand W' , wobei zugleich die Welle w' den Hebel h' anhebt und die Bremse lüftet.

Die Druckschraube s dient zum Feststellen des Auslegers.

Der Säulendrehkran von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vorm. Bechem & Keetmann, auf Taf. 39 u. 40 besitzt zwei Motoren auf der Laufwinde für das Lastheben bzw. -senken und das Lastfahren, sowie einen Motor auf dem drehbaren Ausleger für das Lastschwenken. Alle drei Motoren arbeiten mit Drehstrom von 110 Volt Spannung und haben Schleifringanker. Die zugehörigen Anlasser und Widerstände befinden sich auf dem Führerstand, der oberhalb des unteren Kugellagers für den Ausleger angebracht ist. Die Stromkabel treten von unten durch die ausgebohrte Kransäule zum Führerstand und von dort durch die weitere Bohrung der Säule zu dem am oberen Ende der letzteren befindlichen Schleifringkasten (Fig. 2, Taf. 39). Die zugehörigen Schleifbürsten mit ihren Leitungen führen den Strom dann unmittelbar zu dem Schwenkmotor, zu dem Hub- und Fahrmotor aber erst in der bei Laufkränen üblichen Weise durch die über der Windenfahrbahn gespannten 10 Kupferdrähte.

Die Laufwinde (Fig. 1, Taf. 40) besitzt einen gegossenen Rahmen. Er besteht aus zwei kräftigen Stahlgusschilden A und B, die durch zwei Querstücke C und D aus Gusseisen an den Enden und ein Stück E aus Stahlguss in der Mitte untereinander verbunden sind.

Das Mittelstück E trägt die Ausgleichrolle X, während die beiden Motoren ihren Stand auf den Endstücken C und D haben. In zwei viereckig ausgesparten Vorsprüngen des Stückes C sitzen ferner die Stützen T aus [-Eisen, welche das Querholz zur Befestigung der 10 Stromabnehmer stützen. Das Stück D schliesslich enthält die Lageraugen für die Wellen des Fahrwerkes, diejenigen für die Wellen des Hubwerkes und die Laufradachsen sind den Hauptschilden A und B eingegossen. Der Querschnitt aller Stücke ist in der Hauptsache ein —förmiger; nur das Mittelstück T hat Iförmigen Querschnitt.

Das Hubwerk (Fig. 2, Taf. 40) wird durch einen 16pferdigen Motor angetrieben, der 750 Umdrehungen in der Minute macht und die Maximallast von 6000 kg mit 9 m/Min. Geschwindigkeit hebt. Das Vorgelege ist ein reines Zahnradvorgelege, bestehend aus den Rädern $z_1 Z_1$ und $z_2 Z_2$. Von ihnen besitzt das Ritzel z_1 Zähne aus Vulkanfiber mit zwischengelegten Rotgussplatten und läuft im Ölbade, während das Ritzel z_2 mit seiner Welle aus einem Stück geschmiedet ist. Das Rad Z_2 ist durch Schrauben, die durch eingelegte Dübel entlastet sind, mit der Trommel verbunden. Diese selbst ist ausgebuchtet und dreht sich auf der festgehaltenen Trommelwelle. Das Lastorgan, ein Drahtseil von 14 mm Durchmesser, wird mit seinen beiden Enden von der Trommel aufgewickelt und läuft über eine Ausgleichrolle X (Fig. 5, Taf. 40), die Last in einer Hakenflasche mit Doppelrolle tragend. Beim Lastsenken wird der Motor auf Rückwärtslauf geschaltet und arbeitet, sobald er durch die Last angetrieben wird, als Dynamo auf das Netz zurück; seine Geschwindigkeit überschreitet dabei niemals eine oberste Grenze, wodurch ein Durchgehen der Last von selbst verhütet wird. Zum Stützen und schnelleren Anhalten der Last beim Heben und Senken dient eine elektromagnetische Lüftbremse (Fig. 3, Taf. 40) auf der Zwischenwelle. Ihr Bremsband ist mit Holz gefüttert und zweimal um die Scheibe geschlungen. Als Bremsmagnet ist ein kleiner Drehstrommotor mit Kurzschlussanker (s. S. 189) von Schuckert & Co. in Nürnberg vorgesehen.

Das Fahrwerk (Fig. 4, Taf. 40) der Laufwinde hat einen 3pferdigen Motor, der ebenfalls 750 Umdrehungen in der Minute macht und die voll belastete Winde mit 20 m/Min. Geschwindigkeit fortbewegt. Das Vorgelege besteht aus den Zahnradern $z_1 Z_1$ und $z_2 Z_2$, von denen das Ritzel z_1 wieder Zähne aus Vulkanfiber mit zwischengelegten Rotgussplatten hat. Die Laufräder sind ihren Achsen aufgekeilt. Eine Stoppbremse ist nicht vorgesehen. Gebremst wird das Fahrwerk erforderlichen Falles durch Umsteuern des Motors.

Das Gleiche gilt für das Schwenkwerk (Fig. 2, Taf. 39), dessen Motor 5 PS bei 750 minutlichen Umdrehungen leistet und der dann den vollbelasteten Kran mit 100 m/Min. Geschwindigkeit im grössten Ausladungskreise von 7 m Radius dreht. Der Motor ist oben im Fachwerk auf [-Eisen montiert, die über und zwischen den unteren Gurtungen des horizontalen Auslegers sitzen. Er wirkt vermittelt eines horizontalen Schnecken-

vorgeleges (mit dem Rade Z_1) und einem Ritzel z_2 auf das Zahnrad Z_2 ein, das der Kransäule aufgekeilt ist. Die Motor- und Schneckenwelle sind durch eine gelenkige Bolzenkupplung (Fig. 3, Taf. 39) miteinander verbunden. Der Zahnkranz des Schneckenrades Z_1 besteht aus Bronze und ist dem gusseisernen Radkranz aufgesetzt, die Schneckenwelle ist in der üblichen Weise aus Werkzeugstahl gefertigt, hat Kugel- bzw. Ringschmierlager und läuft im Ölbade.

Der ortsfeste Drehkran von Menck & Hambrock in Altona-Hamburg auf Taf. 34 und Fig. 1, Taf. 35, besitzt zwei Hauptstrommotoren. Das Hubwerk (Fig. 1, Taf. 35) ist mit seinen beiden Böcken zur Verlagerung der Wellen und dem Hubmotor auf einer kräftigen Fundamentplatte montiert. Es umfasst ein dreifaches Zahnradvorgelege $z_1 Z_1$, $z_2 Z_2$ und $z_3 Z_3$, sowie eine mit eingeschnittenen Nuten versehene Drahtseiltrommel. Das Ritzel z_1 auf der Motorwelle hat Rohhautzähne, das letzte Räderpaar $z_3 Z_3$ kann zum schnelleren Heben leichter Lasten gegen ein anderes $z_x Z_x$ von annähernd halb so grosser Übersetzung ausgewechselt werden, zu welchem Zwecke z_3 und z_x zusammengegossen und auf einer Feder ihrer Welle verschiebbar angeordnet sind. Die Verschiebung wird durch Umlegen eines Gewichtshebels H bewirkt, dessen Welle w an ihrem inneren Ende einen zwischen z_x und z_3 greifenden Muffenhebel h trägt. Die beiden grossen Räder Z_3 und Z_x sind ferner mit den Flanschen der Trommel zusammengeschraubt, um Verdrehungsbeanspruchungen von der Trommelwelle fern zu halten. Zum Stützen und Anhalten der Last dient eine mit dem Rade Z_1 zusammengegossene Bremscheibe, deren Bremsband bei stromlosem Motor durch den Gewichtshebel h_2 (Fig. 1a, Taf. 35) auf der Welle w_1 angezogen, beim Ingangsetzen des Motors aber durch den Elektromagneten B gelüftet wird. Beim Senken leichter Lasten muss der Motor durch einen Stromstoss das Windwerk beschleunigen, während schwere Lasten von allein stromlos niedergehen können. Das hierzu nötige Lüften der Bremse wird durch den Hebel h_0 mit dem Fusstritt t_0 ermöglicht, der den Gewichtshebel h_2 der Bremse anhebt.

Der Schwenkmotor (Fig. 4, Taf. 34) ist direkt auf einem Blech der Plattform des Kranes befestigt. Eine elastische Kupplung verbindet seine Welle mit einer eingängigen Schnecke, deren Rad Z_1 horizontal liegt und im Ölbade läuft (Fig. 2, Taf. 34). Ein weiteres Stirnräderpaar $z_2 Z_2$ treibt das Ritzel z_3 an, das mit seiner Welle zusammengeschmiedet ist und das sich beim Schwenken des Kranes in dem feststehenden Zahnkranz Z_3 abwälzt; der letztere gehört der runden Laufbahn für die konischen Rollen der Drehscheibe an. Zum schnellen Abbremsen der Massenkkräfte nach dem Abstellen des Motors dient eine Backenbremse B (Fig. 2, Taf. 34), die durch einen Fusstritt t mit Hebelgestänge $h_1 s_1, h_2 s_2, h_3$ zu bedienen ist (Fig. 4, Taf. 34).

Die Anlasser für die beiden Motoren befinden sich vorne rechts auf der Plattform (Fig. 4, Taf. 34). Der Hubanlasser ist durch einen horizontalen Hebel mit der

rechten Hand, der Schwenkanlasser durch ein Handrad mit der linken Hand zu bedienen. Die Bewegungen des Hebels und Handrades entsprechen dabei der Lastbewegung.

Der fahrbare Vollportalkran der Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vorm. J. Losenhausen, auf Taf. 41 und 42 ist für Greiferbetrieb eingerichtet. Ausser dem Lastseil, das den Greifer trägt, ist deshalb noch ein Greiferseil vorgesehen, das an die drehbaren Backen desselben anschliesst. Von den beiden mit Buchsen auf ihrer Welle drehbaren Trommeln gehört diejenige mit den grösseren, rechts ansteigenden Nuten dem Lastseil, diejenige mit den etwas kleineren, links ansteigenden Nuten dem Greiferseil an. Hält man das Greiferseil fest, so öffnet sich der Greifer beim Abwickeln und schliesst sich beim Aufwickeln des Lastseiles. Wickelt sich aber das Greiferseil gleichzeitig mit dem Lastseil schlaff und ohne Spannung auf oder ab, so bleibt der hoch- bzw. niedergehende Greifer geschlossen.

Die Anordnung des Hub- und Schwenkwerkes ist aus Fig. 1, Taf. 42, ersichtlich. Der langsam und nur nach einer Richtung umlaufende Hubmotor von 45 PS und 200 Umdrehungen in der Minute wirkt durch ein einfaches Rädervorgelege $z_1 Z_1$ auf die Hubtrommel ein, sobald diese mit ihrer Welle durch die Reibungskupplung K verbunden wird. Durch eine entsprechende Kupplung K_1 kann erforderlichen Falles auch die Trommel des Greiferseiles gezwungen werden, an der Drehung der Trommelwelle teil zu nehmen. Auf der Motorwelle sitzt ferner eine Differentialbremse B, welche die Drehung des Hubwerkes im Sinne des Lasthubes freigiebt, diejenige im entgegengesetzten Sinne aber selbstthätig sperrt, die Last also schwebend erhält, sobald der Motor abgestellt wird. Beim Niederlassen des Greifers werden die beiden Trommeln durch die erwähnten Kupplungen in dem erforderlichen Masse freigegeben; die niedergehende Last braucht also nur diese beiden Trommeln zu drehen. Die Motor- und Trommelwelle, sowie die Zahnräder $z_1 Z_1$ werden dabei durch die Differentialbremse B und eine Sperrvorrichtung S festgehalten. Die Lager der Trommelwelle (Fig. 4, Taf. 42) sind an dem dreieckigen Zwischengerüst des Krangestelles angebracht. Um Klemmungen der Welle in ihren Lagern, wie sie durch geringe Verschiebungen und Federungen der Gerüstkonstruktion hervorgerufen werden können, fern zu halten, sind diese Lager pendelnd und nach allen Seiten beweglich eingerichtet.

Die Kupplungen K und K_1 sind in Fig. 2, Taf. 42, nochmals in grösserem Massstabe dargestellt. Bei der Kupplung K ist die innere Scheibe A der Trommelwelle aufgekeilt und mit dem Armkreuz des grossen Zahnrades Z_1 durch Schrauben verbunden. Die äussere Scheibe B mit cylindrischem Ansatz und aufgegossenen Kühlrippen gehört der Hubtrommel an, die wie schon erwähnt, lose drehbar auf ihrer Welle sitzt. Zwischen den Kränzen von A und B ist mit geringem Spielraum ein aufgeschnittener Federring R angeordnet, der aussen eine 4 mm starke Lederbandage besitzt. Das eine Ende

dieses Ringes ist durch eine zur Hälfte in A und R eingelassene Feder r festgelegt, das andere Ende dagegen verschiebbar. Zwischen die beiden Enden wird beim Einrücken der Kupplung durch den Hebel l ein einseitiges Keilstück Q getrieben, welches die Ringenden auseinander und die Lederbandage von R gegen B presst. Vorspringende Nuten am Keilstück Q greifen in entsprechende Nuten des Federringes R und sichern die Lösung der Kupplung beim Herausziehen von Q. Achsiale Verschiebungen des Ringes verhüten die Schlitzschrauben q, welche in dem Kranze von A befestigt sind. Da die Kupplung beim Niederlassen der Last als Bremse benützt wird, so ist der äussere Rand von B mit zahlreichen Kühlrippen versehen, welche die entwickelte Wärme ableiten. Der Hebel l besitzt eine grosse Übersetzung und hat seinen Drehpunkt auf dem in A befestigten Bolzen d. Zur Bewegung von l dient eine Zugstange s, die achsial in die ausgebohrte Trommelwelle tritt und hier das in einen Schlitz der Welle greifende Ende von l erfasst. Die Bewegung der Stange s erfolgt in der später angegebenen Weise vom Wärterstande aus.

Genau in derselben Weise, nur in kleineren Dimensionen, ist die Kupplung K_1 für die Greifertrommel eingerichtet. Die einzelnen Teile dieser Kupplung sind mit demselben Buchstaben und dem Index 1 wie die entsprechenden Teile von K bezeichnet.

Fig. 3 u. 4, Taf. 41, zeigen weiter die Differentialbremse B auf der Motorwelle. Ihr Hebel ist mit einem kleinen Gewichte belastet. Aussen ist sie ferner mit einem Gehäuserand umgeben, dessen Stellschrauben für ein gleichmässiges Abheben des Bremsbandes von der Scheibe sorgen, sobald der erwähnte Bremshebel mit seinem Gewicht angehoben wird.

Die Bedienung des Hub- und Senkwerkes ist eine äusserst einfache. Der Wärter hat seinen Stand in der linken Ecke der Plattform auf der Auslegerseite (Fig. 1, Taf. 42) hinter den Hebeln H und H_1 . Soll der im Fördergut offen liegende, heruntergelassene Greifer gefüllt gehoben werden, so legt der Wärter zunächst den Steuerhebel H nach vorne aus. Dadurch wird die Welle w dieses Hebels gedreht und vermittelt des Räderpaares III der am anderen Ende dieser Welle befindliche Anlasser des Hubmotors eingerückt, dieser letztere also in Gang gesetzt. Zugleich wird aber auch von der Welle w der Hebel h_0 gedreht und durch die Stange s_2 und Klinke m der Gewichtshebel der Differentialbremse B und deren Band so stark angehoben, dass dieses nicht mehr auf seiner Scheibe schleift. Endlich hat die Drehung der Welle w eine solche des Räderpaares I und der Welle v mit dem Hebel h zur Folge, wodurch vermittelt des Gestänges p, k die oben angeführte Stange s mit dem Hebel l angezogen und die Kupplung K eingerückt wird. Hat die anlaufende Hubtrommel den fassenden Greifer geschlossen und will dieser sich weiter heben, so ist auch der Hebel H_1 vom Wärter etwas nach vorne auszuliegen. Die Welle w_1 dieses Hebels dreht durch das Räderpaar II die Welle v_1 , und diese wirkt durch ihren

Hebel h_1 und das anschliessende Gestänge p_1, k_1, s_1, l_1 auf die Kupplung K_1 ein. Die Auslage des Hebels H_1 muss nun so stark sein, dass K_1 bzw. die Trommelwelle die Trommel des Greiferseiles eben mitnimmt und dieses Seil beim Heben des Greifers spannungslos aufgewickelt wird.

Um den gehobenen Greifer bei abgestelltem Hubmotor schwebend zu erhalten, sind auf den Wellen v und v_1 zwei Hebel mit den Gewichten G und G_1 vorgesehen, welche die Kupplung K bzw. K_1 bei losgelassenen Steuerhebeln geschlossen erhalten. Die Trommelwelle mit den Scheiben A und A_1 wird dabei durch das Räderpaar $Z_1 z_1$ und die Differentialbremse B auf der Motorwelle an der Rückwärtsdrehung verhindert.

Beim Senken des geschlossenen Greifers sind die beiden Hebel H und H_1 nach rückwärts auszulegen, und zwar umgekehrt wie beim Heben, H_1 weiter als H . Dadurch wird die Kupplung K_1 vollständig gelüftet, K dagegen nur so weit, als zur Bremsung des Niederganges nötig ist. Soll zum Schluss der Senkbewegung der Greifer geöffnet werden, so ist der Hebel H_1 umzusteuern, also nach vorne auszulegen; die Trommel des Greiferseiles wird dann durch die Kupplung K_1 von der stillstehenden Trommelwelle festgehalten, sodass beim weiteren Senken des Greifers dessen Backen sich drehen und öffnen.

Der Schwenkmotor, der 8 PS bei 400 Umdrehungen in der Minute leistet, befindet sich rechts neben der Kransäule. Sein Triebwerk besteht aus dem horizontalen Schneckenrade β_1 mit zweigängiger Schnecke und einem Ritzel β_2 , dessen Zahnkranz β_3 auf dem Portalgerüst befestigt ist. Der Anlasser des Schwenkmotors wird durch den Hebel H_2 gesteuert. Die Kupplung zwischen Motor- und Schneckenwelle (Fig. 6, Taf. 41) ist aussen abgedreht und als Scheibe einer Bandbremse B' benutzt. Sie soll die Schwenkbewegung nach dem Abstellen des Motors verlangsamen oder stoppen und wird durch einen Fusstritt t (Fig. 1, Taf. 42) und das Gestänge h_2, s_3, h_3 bedient. Um Zahnbrüche durch die Massenwirkung bei zu schnellem Einleiten oder Stoppen der Schwenkbewegung zu verhüten, ist das Schneckenrad β_1 nach Fig. 5, Taf. 41, durch eine Reibungskupplung mit seiner Welle verbunden. Die beiden Kegel der Radnabe werden durch eine Evolutenfeder angepresst, und die Stärke der Anpressung ist durch eine Mutter einstellbar.

Der Fahrmotor für das Krangestell steht auf Trägern zwischen den beiden Portalböcken. Er wirkt vermitteltst eines Schneckentriebes (Fig. 1, Taf. 41), dessen Rad β_1' auf einer oberen, durchgehenden Welle sitzt, und die Winkelräderpaare V auf zwei Vertikalwellen, die vor dem einen Bock gelagert sind. Am unteren Ende übertragen diese Vertikalwellen ihre Drehung durch ein doppeltes Kegel- und Stirnräderpaar $\beta_2' \beta_2'$ und $\beta_3' \beta_3'$ auf die Lauftrachsen der einen Seite.

Die Stromzuführung für den Hub- und Schwenkmotor erfolgt durch die unten ausgebohrte Kransäule und die auf dieser angebrachten Schleifringe.

Schliesslich ist der Kran noch mit einer Sicherheitsvorrichtung gegen Überlastung ausgerüstet (Fig. 5, Taf. 42).

Das Lastseil läuft nämlich, ehe es zur Trommel kommt, über eine Rolle D , die lose drehbar auf ihrer Achse sitzt. Diese wiederum ruht mit den Schneiden x excentrisch in den Stahlpfannen zweier gusseisernen Böcke, welche dem oberen Ende des dreieckigen Zwischengerüsts aufgesetzt sind. Die Resultierende aus den beiden Seilspannungen von je 4500 kg beträgt 3000 kg, und ihr Hebelarm in bezug auf die Schneidenkanten ist 30 mm. Das Gleichgewicht wird dieser Resultierenden durch ein Belastungsgewicht G_0 gehalten, das auf der entgegengesetzten Seite der Schneiden mit Hilfe eines der Rollachsen aufgekeilten doppelarmigen Hebels H_0 angreift. G_0 besteht aus 10 Platten von je 5,9 kg und gestattet bei einer Übersetzung von 1:40,83 eine Überlastung von 365 kg. Bei stärkerer Überlastung geht der Hebel H_0 in die Höhe und bethätigt einen Stromausschalter M (Fig. 1, Taf. 41). Damit die Vorrichtung, welche im wesentlichen nur ein Wagebalken ist, nicht bei zufälligen Stössen wirksam wird, ist die Stange p_0 , auf der die Gewichtsplatten G_0 sitzen, unten mit dem Kolben einer Dämpferpumpe versehen. Ein Urteil darüber, ob die Vorrichtung den an sie gestellten Anforderungen genügt, kann nur der wirkliche Betrieb ergeben.

Der auf Taf. 38 dargestellte Lokomotiv-Drehkran von der Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vorm. J. Losenhausen, wird durch Akkumulatoren betrieben und ist für den Rangierdienst auf Hüttenwerken und Maschinenfabriken bestimmt, auf deren Höfen die Stromzuführung der oft komplizierten Geleisführung wegen Schwierigkeiten bereitet. Er zeichnet sich durch klare Disposition und leichte Zugänglichkeit aller Teile aus und überschreitet in seinen Umgrenzungen, wenn der Ausleger in der Fahrriichtung steht, nirgends das freie Raumprofil der Betriebsmittel auf Eisenbahnen. Die Akkumulatorenbatterie besteht aus 60 Zellen, entsprechend 120 bis 170 Volt Lade- und 120 bis 110 Volt Entladestrom, und hat bei 3 stündiger Entladung eine Kapazität von 120 Ampère-Stunden. Um die Batterie vor den Stössen beim Fahren des Kranes zu schonen, ist die Achse, welche sie trägt, abgefedert. Die Steuerapparate sind auf der anderen Seite des Wagens in einem überdeckten Führerhause untergebracht. Beim Schwenken des Kranes dreht sich nur der Ausleger. Die Tragfähigkeit des Kranes beträgt 2500 kg, die Zugkraft 450 kg.

Der Hubmotor, der 5 PS leistet und die Maximallast mit 6 m/Min. Geschwindigkeit hebt, ist auf einem Gegenarme des Auslegers untergebracht. Durch seine Stellung dient er als Gegengewicht und ermöglicht zugleich ein Schwenken des Kranes um 360 Grad, was nicht möglich wäre, wenn er auf dem fahrbaren Unterstell stünde. Das Vorgelege des Hubwerkes ist gemischt und besteht nach Fig. 2 aus einer zweigängigen Schnecke mit dem Rade Z_1 und einem Stahlgussräderpaar $z_2 Z_2$. Die Trommelwelle wird durch eingeschobene Flacheisen festgehalten, und die Trommel dreht sich mit dem angeschraubten Rade Z_3 in Rotgussbuchsen auf ihr. Der Motor ist zusammen mit dem Schneckengehäuse auf

einer gehobelten Hohlgußplatte befestigt. Zum Stützen und Anhalten der Last dient eine elektromagnetische Bandbremse B auf der Motorwelle.

Das Schwenkwerk ist aus Fig. 3 ersichtlich. Der Motor leistet 2,5 PS, die Schwenkgeschwindigkeit im Hakenkreise beträgt 78 m/Min. Als Vorgelege sind zwei Schneckengetriebe angeordnet, von denen das erste mit dem Rade \mathfrak{Z}_1 zwei-, das zweite mit dem Rade \mathfrak{Z}_2 dreigängig ist. Beide laufen im Ölbad; \mathfrak{Z}_2 ist durch Schrauben an dem unteren Säulenlager befestigt. Da die dreigängige Schnecke keinesfalls selbsthemmend wirkt, so werden etwa auftretende Stöße beim Schwenken auf die Reibungskupplung K übertragen und von dieser aufgenommen. Die Kupplung ist wie diejenige des früher beschriebenen Vollportalkranes derselben Firma eingerichtet und verbindet die Welle der dreigängigen Schnecke mit derjenigen des Schneckenrades \mathfrak{Z}_1 ¹⁾. Im ausgerückten Zustande der Kupplung kann durch den Schwenkmotor ein Spillkopf auf der Welle des Rades \mathfrak{Z}_1 angetrieben und an ihm eine Zugkraft von 250 bis 300 kg bei 35 bis 50 m/Min. Geschwindigkeit entwickelt werden. Ein Gewichtshebel H dient im Verein mit den Hebeln h und g zum Ein- und Ausrücken der Kupplung durch Verschieben des Keilstückes derselben. In seinen Endlagen hält der Hebel H das Keilstück fest. Fig. 3a zeigt das Lager der dreigängigen Schneckenwelle; dasjenige der zweigängigen ist entsprechend eingerichtet.

Der Fahrmotor befindet sich ebenfalls auf dem fahrbaren Untergestell. Bei einer Leistung von 8 PS fährt er den Kran mit 40 m/Min. Geschwindigkeit. Das Vorgelege ist ein gemischtes und besteht aus einer zweigängigen Schnecke und einem Stirnräderpaar. Durch eine Reibungskupplung kann der Fahrantrieb ausgeschaltet und der Kran von Hand bewegt werden. Zum Bremsen beim Fahren dient eine Kniehebelbremse (Fig. 4), die nach Art der Tenderbremsen bei Lokomotiven konstruiert ist. k und k' sind die Backen eines jeden Rades. Dieselben sitzen zwischen je zwei Hängeschienen h_0 und h_0' , die oben ihren Drehpunkt haben und durch die Stangen s_2 verbunden sind. Zur Bewegung von h_0 und h_0' dient der Gewichtshebel H_1 mit dem Gestänge S, h_1 , h_2 , s_1 , h_3 .

b) Berechnung.

Sie hat in der bei den Laufkränen angegebenen Weise zu erfolgen. Gewählt wird die Geschwindigkeit der Last oder des Krangestelles, geschätzt der Verlustfaktor $1 + \varphi$, und berechnet werden die für die einzelnen Bewegungen erforderlichen Leistungen. Die Umdrehungszahl des gewählten Motors liefert dann weiter im Verein mit dem Trommelradius, Laufraddurchmesser usw. die nötige Übersetzung des Vorgeleges für die verlangten Geschwindigkeiten.

Für das Lastheben sind also auch hier die Gl. 209 u. 210, S. 181 u. 182, gültig. Die Hubgeschwindigkeit

1) In Fig. 3, Taf. 38, ist die Trennungslinie der beiden Wellen innerhalb der Kupplung nicht gezogen und die Lederbandage des Federringes nicht eingetragen.

keit beträgt bei gewöhnlichen Drehkränen $w = 0,25$ bis $0,75$ m/Sek., steigt aber bei Kaikranen bis auf 1 und sogar $1,5$ m/Sek.

Für das Kranfahren gilt weiter Gl. 214 bis 216, S. 181, wenn $G + G_s$ das Eigengewicht des ganzen Kranes einschliesslich des fahrbaren Untergestelles ist und Q gleich Null gesetzt wird, im Falle der Kran, wie häufig, unbelastet gefahren werden soll. Die Fahrgeschwindigkeit schwankt gewöhnlich zwischen 25 bis 60 m/Min.; bei Portalkranen beträgt sie meistens nur 10 bis 20 m/Min.

Für das Kranschwenken endlich ist die Leistung

$$\mathfrak{N}_0 = (1 + \varphi) \frac{\mathfrak{W}_0 \cdot w_0}{75} \dots \dots \dots 246$$

in PS. Hierin bezeichnet \mathfrak{W}_0 den Schwenkwiderstand in kg und w_0 die Schwenkgeschwindigkeit in m/Sek. für denselben Kreis. Bezieht man beide auf den mittleren Durchmesser der Laufbahn eines Drehscheibenkranes, so ist, wenn nur die rollende und Zapfenreibung berücksichtigt wird,

für cylindrische Laufrollen

$$\mathfrak{W}_0 = (Q + G_s) \frac{(f + \mu_1 \frac{d_0}{2})}{\mathfrak{D}_0 / 2},$$

oder mit $f = 0,05$ cm als Hebelarm der rollenden Reibung und $\mu_1 = 0,1$ als Zapfenreibungskoeffizient,

$$\mathfrak{W}_0 = (Q + G_s) \frac{1 + d_0}{10 \mathfrak{D}_0} \dots \dots \dots 247$$

mit G_s als Gewicht aller um die Kranachse drehbaren Kranteile,

d_0 als Zapfen- und \mathfrak{D}_0 als Laufrollendurchmesser.

Für konische Laufrollen ergibt sich, wenn man den Vertikaldruck $Q + G_s$ in zwei Komponenten $(Q + G_s) \frac{1}{\cos \alpha}$ und $(Q + G_s) \operatorname{tg} \alpha$ zerlegt, von denen die eine senkrecht zu der unter dem Winkel α gegen die Horizontale geneigten Laufbahn, die andere horizontal gerichtet ist,

$$\mathfrak{W}_0 = \frac{Q + G_s}{0,5 \mathfrak{D}_0} \left(\frac{f}{\cos \alpha} + \mu_1 \frac{d_0}{2} + \mu_1 \frac{d_0}{2} \operatorname{tg} \alpha \right)$$

mit d_0 als Halszapfen-, d^0 als mittlerer Spurfächendurchmesser. Für $f = 0,05$ cm und $\mu_1 = 0,01$ folgt

$$\mathfrak{W}_0 = \frac{Q + G_s}{10 \mathfrak{D}_0} \left(\frac{1}{\cos \alpha} + d_0 + d^0 \operatorname{tg} \alpha \right) \dots \dots \dots 248$$

Gegebenen Falles ist \mathfrak{W}_0 noch um den Widerstand zu vergrössern, den das Moment des einseitig angreifenden Winddruckes dem Schwenken des Kranes entgegensetzt. In jedem Falle wird man aber dem Wert der obigen beiden Gleichungen noch 50 bis 100 Prozent zuschlagen mit Rücksicht auf die sonstigen Nebenhindernisse beim Krandreuen. Bei Drehscheibenkränen, deren Säule einen Teil des Kippmomentes aufzunehmen hat, hat man \mathfrak{W}_0 sowohl aus dem Widerstande der Laufrollen, als auch demjenigen an der Kransäule (s. Gl. 242 bis 244, S. 235) zu bestimmen.

Bei einem mittleren Durchmesser $2R$ der Laufbahn in m ist ferner die Schwenkgeschwindigkeit in dieser in m/Sek .

$$w_0 = \frac{2R\pi}{t} \dots\dots\dots 249$$

wenn t die zu einer vollen Schwenkung gehörige Sekunden-
zahl bezeichnet. Die Übersetzung des Schwenkvorgeleges
muss bei n_0 minutlichen Umdrehungen des treibenden
Motors

$$\left(\frac{3}{3}\right) = \frac{R\pi \cdot n_0}{30w_0} = \frac{n_0 \cdot t}{60} \dots\dots\dots 250$$

betragen.

Bei Dampfdrehkränen und bei elektrischen Dreh-
kränen mit nur einem Motor für alle Last- und Kran-
bewegungen wird man die Dampfmaschine bezw. den
Elektromotor so zu bemessen haben, dass die Maximal-
last gleichzeitig gehoben und geschwenkt werden kann.
Bei allen elektrischen Drehkränen ist es ferner empfehlens-
wert, den Motor wie bei den entsprechenden Laufkränen
beim Heben der Maximallast mit 30 bis 50 Prozent zu
überlasten, so dass er bei der am meisten zu bewegendem
Last, die in der Regel kleiner als die Maximallast ist,
mit dem günstigsten Wirkungsgrade arbeitet (s. S. 181).

c) Konstruktion und Herstellung des Triebwerkes.

Die für elektrische Laufkrane auf S. 182 gegebenen
Regeln gelten im wesentlichen auch hier. Zur Ergänzung
mögen die folgenden Angaben dienen.

Als Lastorgan kommt auch bei Drehkränen jetzt
vorwiegend das Drahtseil zur Anwendung. Nur bei
Dampfdrehkränen, namentlich wenn sie mit Greifer
arbeiten, benutzt man noch vielfach geschweisste
Gliederketten, da sie die weniger sorgfältige Wartung und
rauhere Behandlung bei diesem Betriebe besser vertragen.

Das Vorgelege des Hubwerkes besteht meistens nur
aus Zahnrädern, seltener findet man einen Schnecken-
trieb allein oder mit einen Zahnräderpaar vereinigt.
Zahnräder liefern, wie auf S. 182 angeführt, einen
höheren Wirkungsgrad und genügen mit zwei oder sogar
nur einem Paar der hier verlangten Übersetzung. Das
Ritzel auf der Motorwelle erhält Rohhautzähne oder ist
mit der Stahlwelle in einem Stück geschmiedet. Bei
Dampfdrehkränen ist das Antriebsritzel stets in Stahl
zu schmieden mit Rücksicht auf die Stösse, denen es
beim Ein- und Ausrücken ausgesetzt ist. Das ein-
greifende grössere Rad ist wie alle stärker belasteten
Räder in Stahlguss zu giessen. Bei elektrischen Dreh-
kränen ist weiter das Triebwerk für die Hubbewegung,
wenn möglich, in einem besonderen Gestell, nicht am
Krangerüst zu lagern und dieses Gestell mit dem Motor
auf einer besonderen Grundplatte zu montieren; die
letztere ist auf der Drehscheibe des Kranes zu befestigen.
Hierdurch wird nicht nur eine genaue Montierung des
Triebwerkes in der Werkstatt ermöglicht, sondern es
werden auch Klemmungen der Wellen in ihren Lagern
verhindert, wie sie sonst durch Verbiegungen und
Federungen des Krangerüsts infolge der Massenwirkungen
beim schnellen Arbeiten eintreten.

Beim Schwenkwerk ist das Vorgelege meistens ein
gemischtes, bestehend aus einem Schneckenrieb und
einem oder zwei Räderpaaren. Zur Vermeidung von
Zahnbrüchen sind die Stösse, welche sich bei zu schnellem
Anlassen und Abstellen des Schwenkmotors einstellen,
durch eine Reibungskupplung aufzufangen und unschäd-
lich zu machen. Unbedingt erforderlich ist eine solche
Kupplung bei nur eingängiger Schnecke. Der grosse
Zahnkranz, in dem sich das letzte Ritzel des Schwenk-
werkes beim Krandreihen abwälzt, ist ebenfalls mit
Rücksicht auf diese Stösse in Stahlguss zu giessen. Zur
Beschränkung der Massenwiderstände beim Schwenken
sind endlich die Triebwerksmassen und der Motor der
Krandrehachse möglichst nahe zu rücken.

Beim Fahrwerk der fahrbaren Drehkrane, namentlich
der Halbportalkrane, ist zur Vermeidung des Eckens
wieder ein gleichmässiger Antrieb nach beiden Seiten
hin durch Einschaltung derselben Anzahl von Zwischen-
gliedern auf jeder Seite zu sichern. Bei Portalkranen,
welche von Hand gefahren werden, schaltet man wohl
in das Fahrwerk eine lösbare Klauenkupplung ein, damit
erforderlichen Falles jede Seite des Kranes für sich
allein vorwärts gebracht werden kann. Beim Antrieb
des Fahrwerks durch einen Elektromotor, der sich bei
allen häufig zu fahrenden Kranen und namentlich bei
langen Fahrstrecken empfiehlt, wird der Motor auch hier
am besten in der Mitte des Portales aufgestellt, um
von einer durchgehenden Fahrwelle aus beide Seiten
gleichmässig anzutreiben.

d) Stütz-, Senk- und Anhaltvorrichtungen.

Bei Dampfdrehkränen wird die Last allgemein
durch eine Band- oder Backenbremse angehalten und
gestützt. Zu ihrer Bethätigung dient ein Handhebel
oder Fusstritt mit dem nötigen Gestänge. Beim Anhalten
muss der Wärter die Maschine langsamer laufen lassen
und das Ritzel auf der Kurbelwelle ausrücken, gleich-
zeitig aber die Bremse anziehen. Das Senken der Last
geschieht durch Lüften der Bremse.

Bei elektrischen Drehkränen kommen alle Arten
von Bremsen zur Verwendung.

Wird zunächst eine mechanische Bremse zum Stützen
und Senken der Last vorgesehen, so sitzt dieselbe bei
einfachem Vorgelege gewöhnlich auf der Motor-, bei
doppeltm auf der Zwischenwelle. Die Bremse wird
ferner als Sperradbremse mit geräuschlosem Klinken-
oder Friktionseingriff und durch Gewicht belastetem
Bremshebel ausgebildet und gestattet das Lastheben
ohne weiteres, verhindert aber ein Zurückgehen der
Last, sobald der Motor zu laufen aufhört. Das Senken
der Last muss demnach durch Lüften der Bremse be-
wirkt werden. Dabei läuft der Motor und das Vor-
gelege leer mit, und nur beim Niederlassen des leeren
Hakens oder leichter Lasten, welche das Windwerk
nicht allein in Gang setzen oder beschleunigen, wird
dem Motor ein kleiner Stromstoss in der Richtung des
Lastsenkens erteilt. Zur Bedienung der Bremse dient
entweder ein besonderer Steuerhebel neben dem Hand-

rade für den Anlasser des Hubmotors oder der Anlasser und die Bremse werden zusammen von demselben Steuerhebel bedient. In der mittleren Stellung des letzteren steht dann das Windwerk still. Beim Auslegen des Hebels nach vorne wird ferner das Gestänge der Bremse zunächst allein bewegt und diese allmählich ganz gelüftet. Geht dann die Last noch nicht herunter, so wird durch weiteres Auslegen nach vorne dem Motor der erwähnte Stromstoss gegeben. Der Hebel muss alsdann wieder etwas zurückgezogen werden, und zwar entsprechend der Regulierung der Niedergangsgeschwindigkeit. Beim Auslegen des Steuerhebels nach hinten von seiner Mittellage aus wird das Bremsgestänge nicht bewegt, sondern nur dem Motor unter allmählicher Abschaltung des Anlasswiderstandes Strom im Sinne des Lasthubes zugeführt.

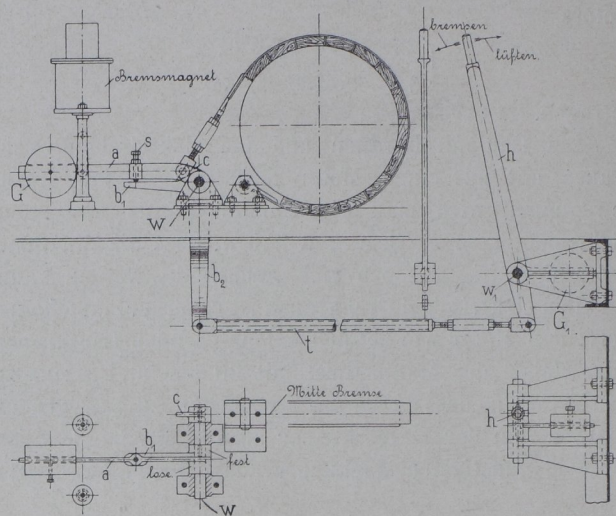
Zum schnellen Anhalten der Last kommt bei der vorliegenden Anordnung die bei den Laufkränen erwähnte elektrische Nachlaufbremse zur Anwendung. Das Handrad für den Anlasser kann dann über die Nulllage hinaus in eine oder zwei diesbezügliche Bremsstellungen gedreht werden, wodurch der vom Strom abgeschaltete Motor von den noch in der Aufwärtsbewegung befindlichen Last- und Triebwerkmassen als Dynamo weiter angetrieben wird und auf den eigenen Widerstand arbeitet. Die Ausdauerperiode kann dadurch in jedem gewünschten Masse verkürzt werden. Der Wärter wird diese Nachlaufbremse aber möglichst zu vermeiden suchen und die Last, ohne die vom Motor zuviel entwickelte Energie unnötig vernichten zu müssen, von selbst an der gewünschten Stelle zur Ruhe kommen lassen.

Die vorstehende Einrichtung der Stütz-, Senk- und Anhaltvorrichtungen ist vielfach von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vorm. Schuckert & Co., in Nürnberg an Drehkränen getroffen worden. Sie gewährt einerseits den Vorteil, dass nur beim Niederlassen des leeren Hakens und leichter Lasten ein geringer Stromverbrauch eintritt, andererseits verlangt das Senken schwerer Lasten durch eine mechanische Bremse immerhin eine gewisse Übung und Geschicklichkeit vom Wärter.

Andere Firmen verwenden als Stütz-, Senk- und Anhaltvorrichtung eine elektromagnetische Lüftbremse, deren Magnet in bekannter Weise die Bremse lüftet, sobald der Motor Strom empfängt, beim Abstellen desselben aber durch Freigeben des belasteten Bremshebels die Bremse wieder schliesst. Der Hubmotor muss dann nach beiden Richtungen, also auch in der Senkrichtung durch den Strom getrieben werden, damit die Bremse gelüftet wird. Um den Stromverbrauch beim Senken zu beschränken, richtet man hier wohl noch einen besonderen Hebel ein, der durch Anheben des belasteten Bremshebels ein Senken ohne Strom bei leer laufendem Motor und Triebwerk ermöglicht. Es brauchen dann nur Lasten, welche die Widerstände des Windwerkes nicht überwinden, mit Strom niedergelassen zu werden. Eine solche Einrichtung besitzt z. B. der Kran von Menk & Hambrock auf Taf. 34 und in Fig. 1, Taf. 35 (s. auch S. 239).

Die erwähnte Hebelanordnung ist durch eine Konstruktion der Benrather Maschinenfabrik verbessert worden, welche Fig. 188¹⁾ des Textes zeigt. Die elektromagnetische Lüftbremse kann hier nicht nur in der üblichen Weise durch ihren Elektromagneten, sondern auch noch durch einen Handhebel gelüftet werden. Ferner ge-

Fig. 188.



stattet dieser Hebel auch bei laufendem Motor, also wenn der Elektromagnet den Bremshebel angehoben hat, ein Anziehen der Bremse. Zu diesem Zwecke ist der Hebel a mit dem Bremsgewicht G lose auf der Welle w angeordnet, welche bei ihrer Drehung das Bremsband durch den Hebel c bewegt. a ruht weiter, wenn er vom Elektromagneten nicht hochgezogen ist, mit der Schraube s auf dem Arm b₁ eines doppelarmigen Hebels b₁ b₂, welcher der Welle w aufgekeilt ist und dessen anderer Arm b₂ durch die Stange t mit dem Hebel h in Verbindung steht. Auf der Welle w₁ des letzteren sitzt schliesslich noch ein Hebel mit dem Gewichte G₁. Zieht nun der Elektromagnet das Gewicht G hoch, so folgt der Arm b₁ demselben unter dem Einflusse des Gewichtes G₁, das zugleich das ganze Gestänge in entsprechendem Sinne mitnimmt. Die Welle w wird dabei so gedreht, dass das Bremsband sich lüftet. Nun kann aber durch Zurückziehen des Hebels h der Wärter jeder Zeit, ohne die Zugkraft des Elektromagneten überwinden zu müssen, die Bremse anziehen, denn der Arm b₁ lässt sich, wenn auch das Gewicht G vom Elektromagneten festgehalten wird, doch noch nach unten drehen. Andererseits kann der Wärter bei stromlosen Elektromagneten und gesenktem Gewicht G die angezogene Bremse in jedem Augenblick lüften. Er braucht dazu, nur den Hebel h nach vorne auszulegen; der Arm b₁ hebt dann zugleich das Gewicht G.

Die Vorrichtung ermöglicht es, während der ganzen Hubzeit die Geschwindigkeit der Last zu mässigen, wodurch einerseits ein schnelles Anhalten erreicht wird, andererseits aber auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass bei unaufmerksamer Bedienung unnötig Strom

1) Nach der Zeitschrift des Ver. deutsch. Ingenieure, Jahrgang 1902, S. 914.

verbraucht wird. Die Geschwindigkeit beim Senken kann ferner durch die doppelte Bremse weit besser und genauer reguliert werden als bei einer Lüftbremse allein. Schliesslich wird der auf S. 190 angeführte Übelstand der elektromagnetischen Lüftbremsen, dass beim Anheben schwerer Lasten, diese den Motor anfänglich rückwärts treiben, durch die Vorrichtung vermieden.

Eine dritte Anordnung kuppelt den Motor nur während des Lasthebens mit dem Windwerk, trennt ihn aber von diesem während des Lastsenkens. Eine solche Einrichtung besitzt z. B. der Portalkran von der Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vorm. J. Losenhausen auf Taf. 41 u. 42; auch die Mannheimer Maschinenfabrik von Mohr- & Federhaff versieht die von ihr gebauten Drehkrane mit einer solchen. Die Drehrichtung des Motors und Triebwerkes im Sinne des Lasthubes wird bei dieser Anordnung durch eine Differentialbremse frei gegeben, diejenige im Sinne des Lastsenkens aber von dieser Bremse, die auf der Motorwelle sitzt, selbstthätig gesperrt. Die Zahnräder des Triebwerkes halten während des Senkens bei doppeltem Vorgelege auch noch die Zwischenwelle, bei einfachem noch die Trommelwelle fest. Auf jener bezw. dieser sitzt weiter eine Reibungskupplung, deren lose drehbarer Teil bei doppeltem Vorgelege durch das zweite Räderpaar mit der Trommel in Verbindung steht, bei einfachem aber mit dieser direkt verbunden ist (s. Taf. 42). Während des Lasthebens und bei schwebender Last wird die Kupplung eingerückt, während des Lastsenkens aber wird sie mehr oder weniger gelüftet, um durch stärkeres oder schwächeres Bremsen die Niedergangsgeschwindigkeit zu regulieren. Zum Ein- und Ausrücken der Bremse dient entweder ein besonderer Hebel oder der Steuerhebel für den Hubanlasser. Der Motor kann während des Lastniederganges keinen Strom erhalten, das Hakengewicht muss also genügen, den losgekuppelten Teil des Triebwerkes zu drehen und das Trommelseil abzuwickeln. Um ein zu hohes Ansteigen der Last zu verhüten kann das Handrad oder der Steuerhebel für den Hubanlasser wieder eine oder zwei Stellungen für Nachlaufbremsung erhalten.

Gegenüber den beiden früheren Anordnungen besitzt die vorliegende den Vorteil, dass das Senken stets, also auch beim leeren Haken, ohne Strom geschieht, dass ferner während des Lastniederganges bei einfachem Vorgelege nur die Trommel, bei doppeltem ausser dieser nur noch das zweite Räderpaar zu drehen ist. Der übrige Teil des Triebwerkes und der Motor ist somit keinem Verschleiss unterworfen und verursacht auch kein Geräusch. Dagegen ist hier das tote Gewicht am Haken, das diesen herunterzieht, stets mitzuheben. Es fällt aber, wenn die Räder sauber gefräst sind und die Wellen bezw. Trommel in gut eingepassten und geschmierten Lagern und Buchsen laufen, nicht bedeutend aus und verursacht beim Heben dann nur einen äusserst geringen Mehrverbrauch an Strom.

Für das Schwenkwerk wird zum Stoppen entweder eine elektrische oder eine mechanische Bremse

benutzt. Die letztere kann gewöhnlich durch einen Fusstritt mit Gestänge bethätigt werden. Das unbeabsichtigte Drehen des Kranes durch den Winddruck ist ebenfalls durch eine mechanische Bremse oder sonstige Haltevorrichtung zu verhüten.

e) Motoren. Elektrischer Teil.

Bei Dampfdrehkranen ist der treibende Motor stets eine Zwillingsmaschine. Sie erhält in der Regel der Einfachheit wegen als Steuerung nur einfache Muschelschieber, so dass der Dampf vor seinem Eintritt in die Schieberkästen erforderlichen Falles gedrosselt werden muss. Auch läuft die Maschine gewöhnlich nur nach einer Richtung um. Der Kessel ist meistens ein stehender Quersieder- oder Röhrenkessel mit Feuerbuchse. Quersieder- oder Röhrenkessel sind beliebter, da sie sich leichter reinigen lassen und weniger Reparaturen verursachen.

Bei elektrischen Kranen kommen, wenn, wie jetzt fast allgemein gebräuchlich, für jede Bewegung ein besonderer Motor vorgesehen wird, nur Haupt- und Drehstrommotoren in betracht. Über die Vor- und Nachteile beider gilt wieder das auf S. 193 Gesagte. Langsam laufende Motoren werden auch bei den Drehkranen trotz ihres etwas niedrigeren Wirkungsgrades und höheren Preises usw. gern gewählt, um mit doppeltem oder sogar nur einfachem Vorgelege auszukommen und um die Massenwiderstände im Triebwerk zu beschränken.

Als Anlasser finden ebenfalls die bei den Laufkranen üblichen Konstruktionen auch bei den Drehkranen Benutzung. Doppelkontroller mit nur einem Steuerhebel für das Heben, Senken und Schwenken der Last und sympathischer Bewegung dieses Steuerhebels mit der Last werden von vielen zur Vermeidung von Irrtümern beim Steuern benutzt, von anderen aber als unwesentlich für die Bedienung erachtet. Bei Anwendung von Einzelkontrollern steht derjenige für die Hub- und Senkbewegung gewöhnlich rechts vom Wärter, derjenige für die Schwenkbewegung links.

Die Stromzuleitungen gehen in der Regel vom Netz durch die ausgebohrte Kransäule zu den an dieser isoliert befestigten Schleifringen. Die auf ihnen beim Kranschwenken schleifenden Stromabnehmer stehen durch Kabel mit den Anlassern in Verbindung. Seltener legt man die Stromzuleitungen seitlich in eine ausgefräste Nut der Kransäule, um das Ausbohren derselben zu vermeiden.

Als Sicherheitsvorrichtungen kommen bei Drehkranen solche gegen Überlastung und solche gegen Überschreitung des Hubes (bei Portalkranen mit beschränktem Drehwinkel auch der Drehbewegung) zur Anwendung. Die Sicherheitsvorrichtungen gegen Überlastung bestehen in Lätewerken oder mechanischen Stromausschaltern, von denen die letzteren meistens den Übelstand zeigen, dass sie bei den im Kranbetriebe unvermeidlichen Stössen oft unnötig in Wirksamkeit treten. Die Grenzausschalter für den Hub und das Kranschwenken sind wandernde Muttern auf einer sich drehenden Spindel, die kurz vor der Grenzlage den zugehörigen Steuerhebel durch einen Mechanismus in die Bremsstellung überführen.

Beispiele.

1. Für den Dampfdrehkran auf Taf. 31 sind die Dimensionen der Zwillingmaschine und die Übersetzungen der einzelnen Vorgelege zu bestimmen. Die Maximallast beträgt 5000 kg. Sie soll mit 16,5 m/Min. Geschwindigkeit gehoben und in $\frac{3}{5}$ Minuten oder 36 Sekunden einmal im Kreise geschwenkt werden. Das Fahren des Kranes soll mit 26 m/Min. Geschwindigkeit erfolgen.

Rechnen wir für den Verlustfaktor der losen Lastrolle nach den Angaben auf S. 26 $1 + \varphi_1 = 1,025$, so ergibt sich nach Gl. 7, S. 25, das Eigengewicht der Hakenflasche mit 150 kg in Rechnung gebracht, als grösste Spannung in der Lastkette

$$S = 1,025 \frac{5000 + 150}{2} = \sim 2640 \text{ kg.}$$

Derselben dürfte nach der Tabelle auf S. 50 noch eine Gliederkette von $\Delta = 20 \text{ mm}$ Eisenstärke genügen.

Der Radius der Trommel (bis Mitte Kette) ist nach der Ausführung

$$R \geq 10 \Delta, \text{ nämlich } R = 250 \text{ mm.}$$

Zum Heben der Maximallast mit der verlangten Geschwindigkeit von $w = \frac{16,5}{60} \text{ m/Sek.}$ ist nach Gl. 209, S. 180, wenn der Verlustfaktor für die lose Lastrolle wie oben zu $1 + \varphi_1 = 1,025$, für das einfache Rädervorgelege (gefräste Räder) zu $1 + \varphi_v = 1,07$, für die Kettentrommel zu $1 + \varphi_t = 1,03$ angenommen, im ganzen also

$$1 + \varphi = 1,025 \cdot 1,07 \cdot 1,03 = 1,13$$

gesetzt wird, eine Leistung von

$$N = 1,13 \frac{(5000 + 150) 16,5}{60 \cdot 75} = 21,34 \text{ PS}$$

nötig.

Der Widerstand der cylindrischen Rollen auf ihrer Laufbahn beim Schwenken des Kranes beträgt, wenn der Rollendurchmesser wie in der Ausführung zu $\mathfrak{D}_0 = 31$, der Zapfendurchmesser zu $\mathfrak{d}_0 = 7 \text{ cm}$ angenommen wird, nach Gl. 247, S. 242, für $G_s = 24000 \text{ kg}$ als Gewicht der um die Säule drehbaren Kranteile und bei 100 Prozent Zuschlag für die nicht in der Gleichung berücksichtigten Widerstände

$$\mathfrak{R}_0 = 2 (5150 + 24000) \frac{1 + 7}{10 \cdot 31} = \sim 1505 \text{ kg.}$$

Der Radius der runden Laufbahn ist $\mathfrak{R} = 1,21 \text{ m}$. Soll sich auf ihr der Kran in 36 Sekunden einmal ganz herum drehen, so ist die Geschwindigkeit der Rollen nach Gl. 249, S. 243,

$$w_0 = \frac{2 \cdot 1,21 \pi}{36} = \sim 0,211 \text{ m/Sek.}$$

Das Vorgelege des Schwenkwerkes besteht nach der Zeichnung aus den Räderpaaren I, II, $\mathfrak{z}_1 \mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2 \mathfrak{z}_2, \mathfrak{z}_3 \mathfrak{z}_3$. Rechnet man als Verlustfaktor der Sicherheit halber für jedes derselben 1,09, setzt also in Gl. 246, S. 242, $1 + \varphi = 1,09^5$, so ergibt sich als Leistung für das Kranschwenken

$$\mathfrak{N}_0 = 1,09^5 \frac{1505 \cdot 0,211}{75} = \sim 6,52 \text{ PS.}$$

Wird nun verlangt, dass die Dampfmaschine die Maximallast gleichzeitig hebt und schwenkt, so muss ihre Nutzleistung, gemessen an der Kurbelwelle,

$$N_n = 21,34 + 6,52 = 27,86 \text{ oder } \sim 28 \text{ PS}$$

betragen. In der Ausführung besitzt die Zwillingmaschine 180 mm Cylinderbohrung, 240 mm Hub und macht 200 Umdrehungen in der Minute. Der festgesetzte höchste Dampfüberdruck des Kessels beträgt 8 Atm. Die Maschine ist für diesen Druck und die berechnete Leistung sehr reichlich bemessen, denn sie vermag 28 PS schon bei einer absoluten Dampfeintrittsspannung von 5,5 kg/qcm zu leisten. Setzt man nämlich

den Wirkungsgrad der Maschine gleich 0,75,

die Dampfaustrittsspannung gleich 1,15 kg/qcm.

den Koeffizienten der mittleren Hinterdampfspannung bei 0,6 Füllung gleich 0,88,

den Koeffizienten der mittleren Vorderdampfspannung gleich 1,15,

die mittlere Kolbengeschwindigkeit gleich $\frac{0,24 \cdot 200}{30} = 1,6 \text{ m/Sek.}$,

den Durchmesser der einseitigen Kolbenstange gleich 30 mm, so berechnet sich die Leistung bei der angeführten Eintrittsspannung zu

$$N_n = \frac{0,75 \cdot 2 \left(\frac{18^2 \pi}{4} - \frac{1}{2} \frac{3^2 \pi}{4} \right) (5,5 \cdot 0,88 - 1,15 \cdot 1,15) 1,6}{75} = \sim 28,2 \text{ PS.}$$

Für höhere Spannungen und namentlich für Lasten, die leichter als die Maximallast sind, wäre also der Dampf stark zu drosseln.

Das zum Heben der Maximallast im Beharrungszustande nötige Drehmoment ist

$$M_d = 71620 \frac{N_n}{n} = 71620 \frac{28}{200} = 10026,8 \text{ kgcm.}$$

Steht die eine Kurbel im Totpunkte, so übt die andere bei der obigen Eintrittsspannung annähernd ein Drehmoment von

$$\frac{18^2 \pi}{4} (5,5 - 1,15) \frac{24}{2} = 13283,33 \text{ kgcm}$$

aus. Die Differenz beider Momente ist zum Anheben der Last durch den einen Kolben allein genügend gross.

Die Umdrehungszahl $n = 200$ der Kurbelwelle macht nach Gl. 210, S. 181, für die verlangte Hubgeschwindigkeit w und die Werte $R = 0,25 \text{ m}$, $i_f = \frac{1}{2}$ eine Übersetzung

$$\left(\frac{Z}{z} \right) = \frac{0,25 \pi \cdot 200 \cdot 60}{30 \cdot 16,5} \frac{1}{2} = 9,52$$

des einfachen Vorgeleges im Hubwerk nötig. Mit $z_1 = 11$ Zähnen des Ritzels muss dann das grosse Rad

$$Z_1 = 9,52 \cdot 11 = \sim 105$$

Zähne erhalten.

Die vertikale Welle W_1 mit den Wendegetrieben dreht sich ebenfalls $n_0 = 200$ mal in der Minute. Das dreifache Vorgelege des Schwenkwerkes muss deshalb nach Gl. 250, S. 243, für die verlangte Zeit von $t = 36$ Sekunden, eine Gesamtübersetzung von

$$\left(\frac{\mathfrak{z}}{\mathfrak{z}'} \right) = \frac{200 \cdot 36}{60} = 120$$

bieten. Zerlegen wir dasselbe in die Faktoren

$$\frac{\mathfrak{z}_1 \mathfrak{z}_2 \mathfrak{z}_3}{\mathfrak{z}'_1 \mathfrak{z}'_2 \mathfrak{z}'_3} = \sim 4 \cdot 2,333 \cdot 13,$$

so ergeben sich für

$$\mathfrak{z}_1 = 15 \dots \mathfrak{z}'_1 = 4 \cdot 15 = 60,$$

$$\mathfrak{z}_2 = 18 \dots \mathfrak{z}'_2 = 2,333 \cdot 18 = 42,$$

$$\mathfrak{z}_3 = 11 \dots \mathfrak{z}'_3 = 13 \cdot 11 = 143$$

als Zähnezahlen der grossen Räder. Die Ausführung zeigt dieselben Zahlen bis auf \mathfrak{z}_3 , das 144 ist.

Die Schwenkgeschwindigkeit im Hakenkreise, dessen Radius $a = 5,45 \text{ m}$ ist, beträgt

$$w_0 \frac{a}{\mathfrak{R}} = 0,211 \frac{5,45}{1,21} = \sim 0,95 \text{ m/Sek.}$$

Gefahren sollte der Kran mit $w' = \frac{26}{60} \text{ m/Sek.}$ werden.

Da der Laufraddurchmesser des Untergestelles $\mathfrak{D}' = 0,76 \text{ m}$ ist, so folgt aus Gl. 216, S. 181, mit $n' = 200$ als Gesamtübersetzung des dreifachen Vorgeleges

$$\left(\frac{\mathfrak{z}'}{\mathfrak{z}''} \right) = \frac{0,76 \pi \cdot 200 \cdot 60}{60 \cdot 26} = 18,36.$$

Mit den Faktoren 2, 2,333 und 4, die als Produkt den etwas grösseren Wert 18,67 ergeben, sowie den Zähnezahlen $\mathfrak{z}'_1 = 30$, $\mathfrak{z}'_2 = 18$, $\mathfrak{z}'_3 = 15$ erhält man wie in der Ausführung

$$\mathfrak{z}'_1 = 2 \cdot 30 = 60, \mathfrak{z}'_2 = 2,333 \cdot 18 = 42, \mathfrak{z}'_3 = 4 \cdot 15 = 60.$$

Der Fahrwiderstand des voll belasteten Kranes berechnet sich nach Gl. 214, S. 181, die 100 Prozent Zuschlag enthält, für $G + G_s = 27000 \text{ kg}$, $b' = 10 \text{ cm}$ zu

$$\mathfrak{R}' = 2 (5150 + 27000) \frac{1 + 10}{10 \cdot 76} = \sim 930 \text{ kg}$$

und die Leistung zur Überwindung desselben bei der verlangten Geschwindigkeit nach Gl. 215, S. 181, mit $1 + \varphi = 1,09^5$ zu

$$\mathfrak{N}' = 1,09^5 \frac{930 \cdot 26}{60 \cdot 75} = \sim 8,27 \text{ PS.}$$

2. Wie berechnen sich die Hauptverhältnisse des Triebwerkes für den Drehkran von E. Becker in Berlin-Reinickendorf nach Fig. 1, Taf. 33. Die Maximallast von 5000 kg soll von dem zugehörigen Motor mit 1,4 m/Min. Geschwindigkeit gehoben werden, das Fahren und Schwenken der Last soll 1 Mann ausführen können.

1. Das Hubwerk.

Um die zum Heben der Maximal nötige Leistung aus Gl. 209, S. 180, bestimmen zu können, ist der Verlustfaktor $1 + \varphi$ zu schätzen. Derselbe setzt sich als Produkt zusammen aus dem Verlustfaktor des Rollenzuges, des Vorgeleges und der Trommelwelle. Der Rollenzug besteht, soweit das Lastheben in Frage kommt, aus einer losen Lastrolle, einer Leitrolle mit 180 und einer solchen mit 90 Grad Umschlingungswinkel, deren Nebenhindernisse wir durch die Werte 1,025, 1,05 bzw. 1,04 berücksichtigen wollen. Das Vorgelege enthält einen zweigängigen Schneckentrieb und zwei Räderpaare. Wird der mittlere Steigungswinkel der Schnecke zu $\alpha = 18$ Grad gewählt, so ergibt sich aus Gl. 51, S. 38, für $\rho = 6$ Grad und $m_0 = 0,05$ der Wert

$$1 + \varphi_s = \frac{\text{tg } 24 + 0,05}{\text{tg } 18} = \sim 1,52.$$

Für jedes Räderpaar ist, wenn dieselben gefräst sind, $1 + \varphi_v = 1,07$, für die Trommel und deren Welle $1 + \varphi_t = 1,03$ zulässig. Insgesamt ergibt sich also

$$1 + \varphi = 1,025 \cdot 1,05 \cdot 1,04 \cdot 1,52 \cdot 1,07^2 \cdot 1,03 = \sim 2.$$

Hiernit erhalten wir aus Gl. 209, wenn noch das Gewicht der losen Hakenflasche mit 150 kg eingeführt wird, als Leistung für das Heben der Maximallast

$$N = 2 \frac{5150 \cdot 1,4}{60 \cdot 75} = \sim 3,2 \text{ PS.}$$

Der in der Ausführung gewählte Motor leistet **3,75 PS** bei $n = 800$ Umdrehungen in der Minute.

Für die Übersetzung des ganzen Vorgeleges ist nach Gl. 210, S. 181, mit $i_r = \frac{1}{2}$ und $R = 0,1925$ m der Wert

$$\left(\frac{Z}{z}\right) = \frac{0,1925 \pi \cdot 800 \cdot 60}{30 \cdot 1,4} \frac{1}{2} = 345,58$$

erforderlich. Zerlegen wir denselben in die Faktoren 20, 2,88 und 6 und nehmen den ersten für das zweigängige Schnecken-vorgelege, den zweiten für das eine, den dritten für das andere Räderpaar, so erhalten wir als Zähnezahl des Schneckenrades

$$Z_1 = 2 \cdot 20 = 40,$$

als solche der beiden Räderpaare für

$$z_1 = 14 \dots Z_2 = 2,88 \cdot 14 = 40 \text{ und für } z_3 = 12 \dots$$

$$Z_3 = 6 \cdot 12 = 72.$$

2. Das Fahrwerk.

Nach den Angaben auf S. 165 ist zur Berechnung desselben zunächst der Wert $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}}$ der Gl. 59, S. 41, zu bestimmen.

Dieselbe liefert für ein Eigengewicht G der Laufkatze von 300 kg, für einen Laufraddurchmesser $\mathfrak{D} = 21$ und einen Zapfendurchmesser $\mathfrak{d} = 4$ cm

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}} = \frac{1}{10 \cdot 21} \left\{ 5150 (0,63 \cdot 21 + 1 + 1,5 \cdot 4) + 300 (1 + 4) \right\}$$

$$= \sim 500 \text{ kg.}$$

Bei 50 Prozent Zuschlag würde somit eine grösste Spannung in der Wagenkette

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}} = 1,5 \cdot 500 = 750 \text{ kg}$$

herrschen. Dieselbe macht nach der Tabelle auf S. 50 eine Stärke der kalibrierten Kette von $\Delta = 11$ mm nötig. Ist die

innere Baulänge der Kettenglieder das 2,6fache ihrer Stärke, und giebt man der Stegrolle, welche die Wagenkette antreibt, $\mathfrak{z} = 6$ Stege, so muss der Teilkreisradius dieser Rolle nach der Tabelle auf S. 51

$$\mathfrak{R} = 1,942 \cdot 1 = 1,942 \cdot 2,6 \cdot 11 = 55,5 \text{ mm}$$

betragen. Hiermit ergibt sich das von der Stegrollenwelle zu überwindende Drehmoment, zugleich mit 6-Prozent Zuschlag für die eigenen Nebenhindernisse dieser Welle, zu

$$M = 1,06 \cdot 750 \cdot 5,55 \text{ kgcm.}$$

Wird dieser Wert in Gl. 54, S. 39, eingeführt, und setzt man weiter in ihr die Betriebskraft $\mathfrak{F} = 35$ kg, die unter Umständen noch von 1 Arbeiter ausgeübt werden kann, den Haspelradradius $\alpha = 22,5$ cm, den Verlustfaktor $1 + \varphi = 1,09$ für das einfache Vorgelege, so folgt für die Übersetzung des letzteren der Wert

$$\left(\frac{\mathfrak{z}}{\mathfrak{z}_1}\right) = 1,09 \frac{1,06 \cdot 750 \cdot 5,55}{35 \cdot 22,5} = \sim 6,11.$$

In der Ausführung ist 6 gewählt, womit für $\mathfrak{z}_1 = 10$ Zähne des Ritzels, $\mathfrak{z}_1 = 6 \cdot 10 = 60$ Zähne des Rades nötig werden.

3. Das Schwenkwerk.

Das zu überwindende Drehmoment, bezogen auf die Säulennachse, bestimmt sich aus Gl. 243, S. 235, für $G_s = 3750$ kg als Eigengewicht der zu schwenkenden Teile, ausschliesslich der 300 kg wiegenden Laufkatze, $d_0 = 3$ cm als mittlerem Durchmesser der Spurplattenauflfläche am oberen Zapfen, $H = 10735$ kg als Horizontaldruck der Lager (s. S. 217), $d = 10$ cm als Durchmesser des oberen Zapfens, $H_1 = 6550$ kg als Horizontaldruck auf jede der beiden Rollen an der Auslegerseite (s. S. 217), $\mathfrak{d}_0 = 5$ cm als Durchmesser der Rollenzapfen, $\mathfrak{D}_0 = 17$ cm als Durchmesser der Rollen selbst und $D = 32$ cm als Durchmesser der Rollenlaufbahn, sowie $\mu_1 = 0,1$, $f = 0,05$ cm zu

$$\mathfrak{M} = (5450 + 3750) 0,1 \frac{3}{2} + 10735 \cdot 0,1 \cdot \frac{10}{2} + 2 \cdot 6550$$

$$\left(0,05 + 0,1 \frac{5}{2}\right) \frac{32}{17} = \sim 14145 \text{ kgcm.}$$

Der Haspelradradius des Schwenkwerkes ist in der Ausführung $\alpha_0 = 22,5$ cm, das Vorgelege besteht aus zwei Räderpaaren.

Setzen wir den Verlustfaktor derselben $1 + \varphi_v = 1,09^2$, so erhalten wir aus Gl. 241, S. 235, für $\mathfrak{F}_0 = 30$ kg Betriebskraft eine Übersetzung

$$\left(\frac{\mathfrak{z}^0}{\mathfrak{z}_2^0}\right) = 1,09^2 \frac{14145}{30 \cdot 22,5} = 24,9.$$

In der Ausführung sind die Zähnezahlen $\mathfrak{z}_1^0 = 13$ und $\mathfrak{z}_2^0 = 39$, $\mathfrak{z}_3^0 = 9$ und $\mathfrak{z}_4^0 = 72$ gewählt. Die Gesamtübersetzung ist also etwas kleiner als berechnet, nämlich

$$\frac{39 \cdot 72}{13 \cdot 9} = 24.$$

3. Der Drehkran von Menck & Hambroek in Altona-Hamburg hebt die Maximallast von 7500 kg mit ca. 14 m/Min. und schwenkt den voll belasteten Kran in ca. 3 Minuten einmal ganz herum. Wie berechnen sich die Motoren und Übersetzungen des Hub- und Schwenkwerkes?

Für das Hubwerk ist ein dreifaches Rädervorgelege gewählt. Der Verlustfaktor eines jeden derselben kann, wenn die Räder gefräst sind, zu 1,07 angenommen werden. Für die Trommel und -welle ist $1 + \varphi_t = 1,03$, für die lose Lastrolle $1 + \varphi_1 = 1,025$ der in Frage kommende Mittelwert. Für das ganze Hubwerk beträgt also der Verlustfaktor

$$1 + \varphi = 1,07^3 \cdot 1,03 \cdot 1,025 = \sim 1,3.$$

Hiernit ergibt sich aus Gl. 209, S. 180, wenn man noch das Eigengewicht der Hakenflasche mit 250 kg ansetzt, die erforderliche Leistung des Hubmotors für das Heben der Maximallast zu

$$N = 1,3 \frac{7750 \cdot 14}{75 \cdot 60} = \sim 31,5 \text{ PS.}$$

Der gewählte Motor besitzt dieselbe Leistung bei $n = 850$ Um-

drehungen in der Minute. Er ist also imstande, die Maximallast ohne Überlastung zu heben.

Die angeführte Umlaufzahl bedingt bei einem Trommelradius $R = 0,3$ m nach Gl. 210, S. 181, eine Gesamtübersetzung des Vorgeleges von

$$\left(\frac{Z}{z}\right) = \frac{0,3\pi \cdot 850 \cdot 60}{30 \cdot 1,4} \cdot \frac{1}{2} = 57,2.$$

Zerlegt man dieselbe in die Faktoren $3,42 \cdot 3,5 \cdot 4,78$, so müssen bei den Zähnezahlen $z_1 = 19$, $z_2 = 16$, $z_3 = 11$ der Ritzel diejenigen der grossen Räder betragen:

$$Z_1 = 19 \cdot 3,42 \approx 65,$$

$$Z_2 = 16 \cdot 3,5 = 56,$$

$$Z_3 = 11 \cdot 4,78 \approx 52.$$

Die Drehscheibe des Kranes ist mit konischen Laufrollen ausgerüstet. Der mittlere Radius der zugehörigen Laufbahn beträgt $R = 1,848$ m. In ihm ist also die Schwenkgeschwindigkeit, wenn der Kran sich in 3 Minuten oder $t = 180$ Sekunden einmal ganz herum bewegen soll, nach Gl. 249, S. 243,

$$w_0 = \frac{2 \cdot 1,848 \pi}{180} = 0,0645 \text{ m/Sek.}$$

Der zu überwindende Widerstand der Laufrollen ist aus Gl. 248, S. 242, zu ermitteln. Das Eigengewicht der drehbaren Kranteile inkl. Drehscheibe werde zu $G_s \approx 25000$ kg geschätzt. Der Neigungswinkel der konischen Bahn ist $\alpha = 6^\circ 10'$, der Zapfendurchmesser der Laufrollen $d_0 = 9,5$ cm, der mittlere Durchmesser der ringförmigen Spurplatte $d^0 = \frac{3 + 9,5}{2} = 6,25$ cm, der mittlere Durchmesser der Laufrollen $D_0 = 40$ cm. Es folgt hiermit bei 50 Prozent Zuschlag

$$\mathfrak{W}_0 = 1,5 \cdot \frac{7750 + 25000}{10 \cdot 40} \left(\frac{1}{\cos 6^\circ 10'} + 9,5 + 6,25 \cdot \text{tg } 6^\circ 10' \right) \\ = \sim 1370 \text{ kg.}$$

Ferner setzt der Winddruck dem Schwenken des Kranes einen Widerstand entgegen. Nach S. 231 betrug der ganze Winddruck, wenn dieser mit 125 kg/qcm senkrecht auf die 19 qm grosse Seitenfläche des Kranes wirkt, 2375 kg. Der Schwerpunkt der Fläche liegt ungefähr 35 cm seitlich von der Kran-drehachse. Das auf diese ausgeübte horizontale Moment des Druckes ist also $2375 \cdot 35$ kgcm. Dasselbe belastet aber auch noch den Königszapfen mit einem Drucke von 2375 kg. Auf den Radius $R = 184,8$ cm bezogen, ergibt sich bei einem Durchmesser des Königszapfens von 20 cm und einem Reibungskoeffizienten $\mu_1 = 0,1$ in der Laufbahn also noch eine Vergrösserung des Widerstandes um

$$2375 \cdot \frac{35 + 0,1 \cdot 0,5 \cdot 20}{184,8} \approx 465 \text{ kg}$$

und somit der in Gl. 246, S. 242, einzuführende Wert

$$\mathfrak{W}_0 = 1370 + 465 = 1835 \text{ kg.}$$

Das Vorgelege des Schwenkwerkes besteht aus einer eingängigen Schnecke und zwei Räderpaaren. Für jene wählen wir den mittleren Steigungswinkel $\alpha = 6$ Grad und setzen nach Gl. 51, S. 38, mit $\rho = 6$ Grad und $m_0 = 0,05$

$$1 + \varphi_s = \frac{\text{tg } 12 + 0,05}{\text{tg } 6} = 2,5,$$

für diese ist je $1 + \varphi_v = 1,09$ zulässig. Der Verlustfaktor des ganzen Schwenkwerkes ist also

$$1 + \varphi = 2,5 \cdot 1,09^2 \approx 3.$$

Nun folgt aus Gl. 246 mit den angeführten Werten die zum Schwenken der Maximallast bei grösstem Winddrucke erforderliche Leistung zu

$$\mathfrak{N}_0 = 3 \cdot \frac{1835 \cdot 0,0645}{75} = 4,75 \text{ PS.}$$

Der gewählte Motor leistet **4,5 PS** bei $n_0 = 1010$ minutlichen Umdrehungen; er ist also imstande, bei geringer Überlastung die verlangte Maximalleistung zu liefern.

Für die Übersetzung des Schwenkvorgeleges ergibt sich aus Gl. 250, S. 243, der Wert

$$\left(\frac{\mathfrak{Z}}{\mathfrak{z}}\right) = \frac{1010 \cdot 180}{60} = 3030.$$

In der Ausführung ist die Zähnezahl des Schneckenrades $\mathfrak{z}_1 = 30$, die der beiden Räderpaare $\mathfrak{z}_2 = 12$, $\mathfrak{z}_3 = 48$ und $\mathfrak{z}_3 = 12$, $\mathfrak{z}_3 = 296$, so dass

$$\left(\frac{\mathfrak{Z}}{\mathfrak{z}}\right) = 30 \cdot \frac{48 \cdot 296}{12 \cdot 12} = 2960$$

nicht ganz so gross, als verlangt, ist; der Kran wird also bei der angegebenen Umlaufzahl des Motors etwas schneller geschwenkt.

§ 37.

Die Drehkrane mit Druckwasserbetrieb.

Seitdem der elektrische Antrieb mit seiner bequemen und sicheren Energieverteilung von einer Zentrale nach den verschiedenen Verbrauchsstellen hin sich bei Hebezeuganlagen mehr und mehr Eingang verschafft hat, ist die Anwendung hydraulischer Drehkrane bedeutend gesunken. Die Vor- und Nachteile beider Antriebe wurden schon auf S. 8 u. 9 einander gegenübergestellt. Konnte daselbst zu Beginn dieses Buches die Frage, welche von beiden Betriebsarten den Sieg davontragen würde, als noch unentschieden bezeichnet werden, so darf heute behauptet werden, dass bei vollständig neuen Krananlagen der Druckwasserbetrieb nicht mehr in Frage kommt und neue hydraulische Drehkrane nur dort noch aufgestellt werden, wo eine diesbezügliche Anlage mit vorhandenem Rohrnetz und entsprechender Kraftstation erweitert und vergrössert werden soll. Mit Rücksicht hierauf konnte, zumal es dem Zwecke dieses Buches entspricht, von einer eingehenden Behandlung der Drehkrane mit Druckwasserbetrieb an dieser Stelle abgesehen und nur auf einzelne Ausführungen derselben hingewiesen werden.

Auf Taf. 36 u. 37 ist zunächst ein hydraulischer Drehkran dargestellt, der von der Firma Gebr. Scholten in Duisburg mehrfach für Stahlwerke geliefert wurde. Er besitzt drei Cylinder mit einfachem Plunger, die horizontal in einer Aussparung des Fundamentes (Fig. 1, Taf. 36) aufgestellt sind. Der mittlere, grössere Cylinder mit seinem Plunger bewirkt das Lastheben und -senken, die beiden äusseren, kleineren das Kranschwenken. Das Hubseil ist durch Schraube und Feder an der oberen Seite seines Cylinders festgelegt, geht über die lose Kraftrolle des zugehörigen Plungers zu einer Leitrolle unterhalb der Kransäule, durch die es oben über eine weitere Leitrolle zum Lastausleger gelangt. Das Seil zum Kranschwenken ist mit seinen beiden Enden ebenfalls an den betreffenden Cylindern befestigt und unter Einschaltung zweier losen Kraftrollen mehrfach um eine an der Kransäule befestigte Seilscheibe geschlungen. Wird hinter den einen Plunger der Schwenkcylinder Druckwasser gelassen, so zieht derselbe, indem er aus seinem Cylinder tritt, das eine Seilende an und dreht dadurch die Kransäule mit dem Ausleger in dem einen Sinne, während gleichzeitig das andere Seilende den zweiten Plunger in seinen Cylinder drückt. Das Eintreten des Druckwassers in diesen letzteren hat ein Kranschwenken im entgegengesetzten Sinne und das Einziehen des erstgenannten Plungers zur Folge.

Die Cylinder und Plunger sind in der auf S. 128 angegebenen Weise ausgebildet und mit den nötigen