

Neuere

Bagger- und Erdgrabemaschinen.

Von

B. Salomon

Kgl. Regierungs-Baumeister

Privatdocent an der technischen Hochschule in Aachen

und

Dr. Ph. Forchheimer

Ingenieur

Professor an der technischen Hochschule in Aachen.

Mit Abbildungen im Text und 7 lithographirten Tafeln.

17249



VII. C. 4. a.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.

669.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300709

Neuere

Bagger- und Erdgrabemaschinen.

Von

B. Salomon

Kgl. Regierungs-Baumeister

Privatdocent an der technischen Hochschule in Aachen

und

Dr. Ph. Forchheimer

Ingenieur

Professor an der technischen Hochschule in Aachen.

Mit Abbildungen im Text und 7 lithographirten Tafeln.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.



III 17898
-

Sonderabdruck

aus der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

1886 und 1887.

Akc. Nr. 4973/51

Vorbemerkung.

Dem Sonderabdruck der nachfolgenden in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1886 und 1887, erschienenen Aufsätze glauben die Verfasser eine Bemerkung beifügen zu müssen, welche bei der ursprünglichen Veröffentlichung fortbleiben durfte. Sie bezieht sich auf die verschiedenartige Behandlungsweise der beiden ersten Hauptabschnitte.

Die meisten Neuerungen bei den Nassbaggern liegen in der Ausbildung vieler Einzelheiten und — mit Ausnahme der unter 5. im ersten Abschnitte behandelten Maschinen — weniger in der Umänderung früherer Anordnungen; es musste daher eine Reihe maschinentechnischer Details geschildert werden, welche eine Zerlegung der Gesamtvorrichtungen in ihre Bestandteile und eine entsprechende äußere Gliederung des Stoffes empfehlenswert machte.

Im Gegensatze dazu konnte bei Besprechung der Trockenbagger von einer eingehenden Behandlung der Einzelteile meistens abgesehen werden, indem die Elemente der Erdgraber fast durchgängig denjenigen der Nassbagger nachgebildet sind; es blieben also vorwiegend nur die Verschiedenheiten in der Gesamtanordnung dieser Maschinen zu erörtern. Außerdem schien eine genaue Besprechung des Arbeitsbetriebes bei Erdgrabern erforderlich, da dieselben heute noch nicht nach Gebühr benutzt werden. Die Nassbagger stehen hingegen seit langer Zeit in ausgedehntem Gebrauch und konnte daher eine umständlichere Darlegung ihres Betriebes entfallen. Die verschiedene Fachrichtung der Verfasser erleichterte diese verschiedenartige Behandlungsweise.

In dem Abschnitte über die Beseitigung des Baggergutes sind hauptsächlich nur die in Verbindung mit Nassbaggern üblichen Einrichtungen besprochen; die bei Graben im Trocknen meist gebräuchliche Fortschaffung der Erde durch Arbeitszüge, sowie die Bauart der bezügl. Fahrzeuge liegt außerhalb des Rahmens dieses Aufsatzes und muss hinsichtlich dieser Beförderungsweise auf die reichhaltige Literatur über Erdbau verwiesen werden.

Aachen, im November 1887.

Die Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkung	III
Inhaltsverzeichnis	V
I. Die Nassbagger	1
Allgemeines	3
1) Löffelbagger	3
2) Drehschaufelbagger	3
3) Eimerkettenbagger	16
4) Pumpenbagger	30
5) Zerkleinerungsvorrichtungen in Verbindung mit Pumpen oder Schaufelwerken	33
6) Schlussbemerkungen	40
II. Die Trockenbagger	41
Einleitung	43
1) Löffelbagger	45
2) Eimerkettenbagger	49
3) Radbagger	62
4) Bagger mit getrenntem Grab- und Förderzeug	62
5) Pflugbagger	63
6) Schlussbemerkungen	63
III. Einrichtungen zur Beseitigung des Baggergutes	65
Allgemeines	67
1) Fahrzeuge mit Laderäumen:	
Kippwagen	67
Prahme	67
2) Fernleitungen:	
Geschlossene Rohrleitungen	68
Offene und geschlossene Laufrinnen	70
Bänder ohne Ende	73
Seil- und Hängebahnen	75

I.

Die Nassbagger

von

B. Salomon.

Die zur Ausführung von Erdarbeiten, sei es unter Wasser oder über Tage, in Verwendung stehenden Maschinen haben in neuerer Zeit vielfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren, welche eine Besprechung derselben ihrer zunehmenden Bedeutung wegen angezeigt erscheinen lassen. Zweck der nachfolgenden Aufsätze ist es demgemäß, eine Uebersicht über ausgeführte neuere Constructionen sowie über beachtenswerte Vorschläge zur Verbesserung derselben zu geben. Eine Beschreibung der Einrichtung der zugehörigen Motoren und der Fahrzeuge, auf welchen die Maschinen aufgebaut sind, sowie der erforderlichen Hilfsmaschinen ist im allgemeinen ausgeschlossen und nur da vorgenommen, wo sie zur besonderen Kennzeichnung der Maschinen erforderlich schien; das Hauptaugenmerk ist auf die Verschiedenheiten der Gesamtanordnungen, auf die Ausbildung des Werkzeuges und seine Verbindung mit dem Motor gerichtet. Von einer Beschreibung der zahlreichen Handbagger für kleinere Erdarbeiten wurde abgesehen.

Bei allen Erdarbeiten handelt es sich neben dem Ausheben der Erdmassen in hervorragender Weise um deren Fortschaffung, die in manchen Fällen ebenso große Schwierig-

keiten und Kosten verursacht, wie das Graben selbst. An die Besprechung der Grabemaschinen schließt sich daher eine kurze Uebersicht über die zugehörigen Transporteinrichtungen an, soweit dieselben nicht im Zusammenhange mit den einzelnen Maschinen behandelt werden mussten.

Zuverlässige Angaben über den Kraftbedarf und die Betriebskosten der Baggermaschinen zu machen, war nicht immer möglich, da die sich vorfindenden einzelnen Mitteilungen meistens unvollständig sind¹⁾.

Man teilt die Baggermaschinen gewöhnlich in Nassbagger und Trockenbagger ein; im allgemeinen ist jedoch dasselbe Werkzeug geeignet, sowohl unter Wasser wie über Tage zu arbeiten, und thatsächlich finden sich auch dieselben Werkzeuge und vielfach in gleicher Anordnung in beiden Arten von Maschinen vor. Obwohl hiernach diese Einteilung nicht streng richtig erscheint, so wurde sie dennoch beibehalten, da sie eine übersichtliche Behandlung der Maschinen erleichtert; als maßgebend wurde dabei betrachtet, ob dieselben ausschließlich oder doch vorwiegend als Nass- oder als Trockenbagger in Verwendung stehen.

1. Löffelbagger.

Die Löffelbagger ahmen die Arbeit der Handschaufel mechanisch nach, indem eine an einer Stange befestigte löffelartige Schaufel durch ein Getriebe unter gleichzeitiger Senkung und Vorwärtsbewegung in den Boden geführt und nach erfolgter Füllung wieder gehoben und entleert wird.

In Europa sind diese Maschinen als Nassbagger nur sehr vereinzelt zur Verwendung gelangt²⁾, und auch in Amerika, woher sie stammen, werden sie als solche nicht mehr so häufig wie früher gebaut³⁾, vorwiegend nur noch, wenn es

sich um Beseitigung sehr harter und fester Erdmassen in geringen Tiefen handelt. Ihre neuere Construction weicht von den bekannten älteren nur unwesentlich ab und zeichnet sich hauptsächlich durch größere Zuverlässigkeit, infolge Verwendung von Eisen anstatt Holz, aus⁴⁾. Dieselbe Construction ist dagegen bei Trockenbaggern vielfach ausgeführt und wird neuerdings bei großen Erdarbeiten in ausgedehntem Maße verwendet; bei Besprechung der Trockenbagger wird deshalb hierauf näher eingegangen werden.

2. Drehschaufelbagger.

Wirkungsweise. Bei Arbeiten unter Wasser sind die Löffelbagger vielfach und hauptsächlich durch die Drehschaufelbagger⁵⁾ verdrängt worden. Bei diesen Maschinen bilden zwei oder mehr um Achsen oder Zapfen drehbare Schaufeln das Baggergefäß, welches in geöffnetem Zustande auf den Boden gesenkt wird, durch Drehung der Schaufeln in diesen eindringt und die losgetrennte Erdmasse in sich aufnimmt; diese wird als-

dann mit dem Gefäße selbst gehoben und durch Oeffnen, d. h. Zurückdrehen der Schaufeln, aus demselben entfernt. In gleicher Weise, wie die Löffelbagger auf die gewöhnliche Grabschaufel zurückzuführen sind, lassen die Drehschaufelbagger sich aus dem unter dem Namen »indische Schaufel« bekannten alten Handbaggergerät ableiten. Die im allgemeinen sehr einfache Ausbildung und leichte Bedienung dieser

¹⁾ In der deutschen technischen Litteratur sind nur einige Werke vorhanden, welche den Gegenstand in mehr oder weniger zusammenfassender Weise behandeln; hauptsächlich zu nennen sind:

Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst 1865 III. Theil 4. Band neunter Abschnitt: Bagger;

Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre 1885 II. Aufl. Band IV S. 255 u. f. mit genauer Litteraturangabe und geschichtlicher Uebersicht;

Bücking, in: »Die Baumaschinen«. Handbuch der Ingenieurwissenschaften IV. Band 1883. Herausgegeben von L. Franzius und F. Lincke. Abschnitt: Baggermaschinen; sowie

L. Hagen. Sammlung ausgeführter Dampfbagger, Baggerprähme und Buggirboote. 22 Bl. Zeichnungen mit Text.

Diese Werke wurden im ganzen als bekannt vorausgesetzt. Das Material zu den folgenden Aufsätzen wurde teils den vielfachen einzelnen Veröffentlichungen in technischen Zeitschriften sowie den deutschen und englischen Patentschriften entnommen, teils durch freundliche direkte Mitteilungen mehrerer Fabrikanten und Ingenieure erhalten.

²⁾ s. u. a. Zeitsch. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871 S. 181. Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1872 Bd. XVI. Sp. 269 m. Abb.

³⁾ Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 161 u. f. Reisebericht von A. Lavoine.

⁴⁾ Annales des ponts et chaussées 1885 I. Sem. S. 218 u. f. m. Abb.

⁵⁾ Die Bezeichnung »Drehschaufelbagger« war bisher nicht gebräuchlich; gewöhnlich werden diese Maschinen Excavatoren oder auch Kranbagger genannt. Ersterer Name kommt jedoch allen Grabemaschinen zu und ist z. B. im französischen besonders für Trockenbagger nach Couvreux'schem System in Gebrauch. Die Bezeichnung Kranbagger besagt höchstens, dass die Baggervorrichtung an einem Krangerüste befestigt ist, was bei diesen Maschinen jedoch nicht immer zutrifft; sie wäre also auch auf alle Löffelbagger und viele Eimerkettenbagger anwendbar, da das Werkzeug darin nicht gekennzeichnet ist. Letzteres besteht bei diesen Maschinen stets, wie oben ausgeführt, aus verschiedenartig gestalteten Schaufeln, welche durch eine in irgend welcher Weise bewirkte Drehung in den Boden einschneiden und diesen ausheben; mit Rücksicht hierauf wurde der Name gewählt.

Fig. 2.

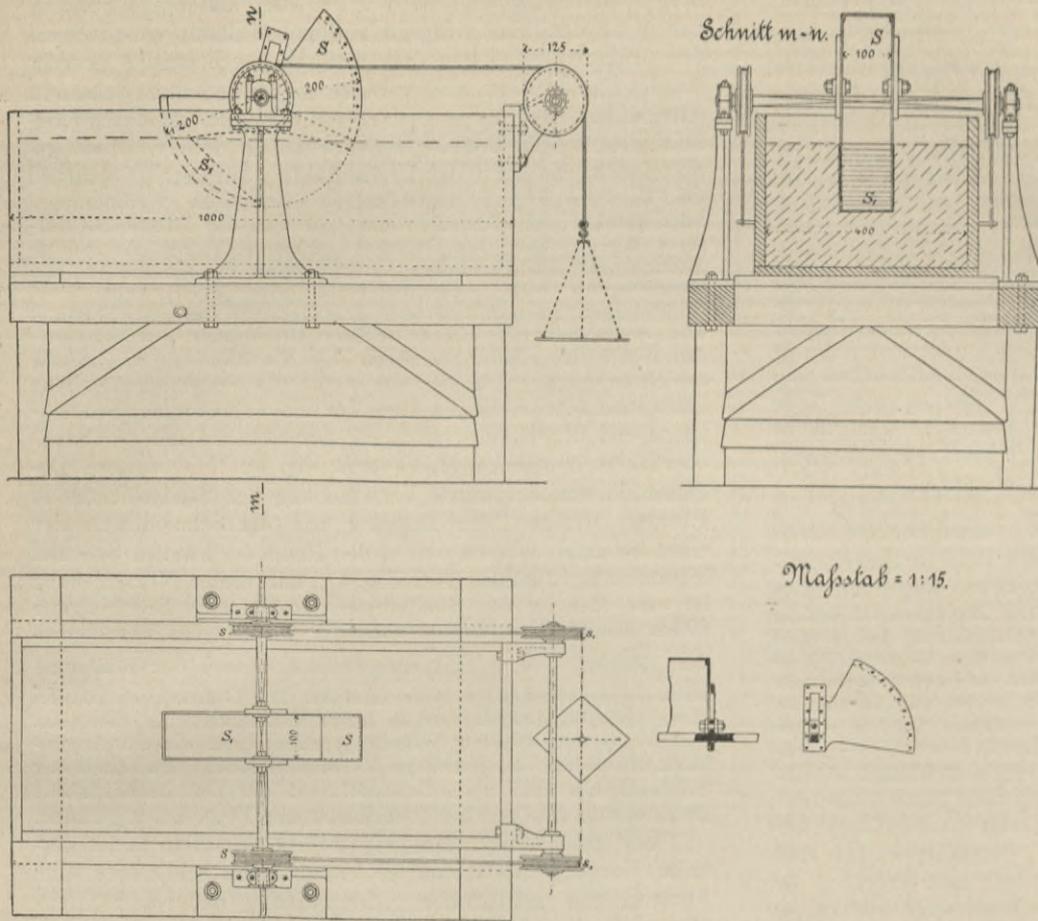
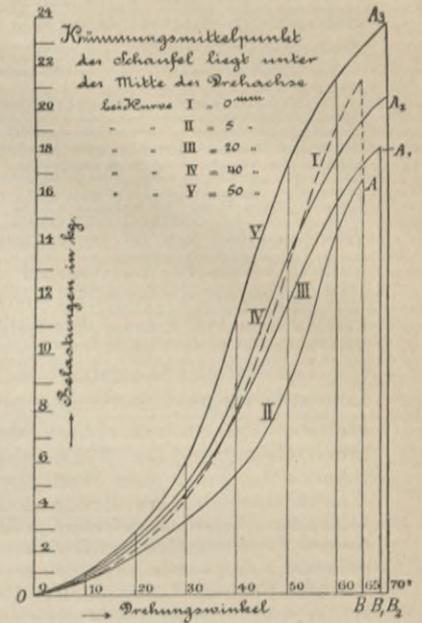


Fig. 3.



Lfd. Nummer	Krümmungsmittelpunkt liegt unter Mitte Drehachse	Belastungen der Schaufel kg																	Bemerkungen	
		0,5	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18	18,2	19,5	21	22,5		23,8
		Winkeldrehungen der Schaufel in Graden																		
1	0 mm	8,5	17	25	31	35	39,5	42,5	45,6	48,5	51	53,6	55,5	57,5	—	60,5	64	—	—	Mittelwerte aus 40 Versuchen
2	5 »	8,25	18	27,5	35,5	42	46,7	50,5	53,5	56,3	58,5	61	65	—	—	—	—	—	—	do. aus 8 Versuchen
3	20 »	8	15	23,5	29,5	35	39,5	43,75	47,5	51	55	58,6	62,5	68	69	—	—	—	—	do. aus 6 Versuchen
4	40 »	6,5	14	22	28	33	37	40	44	47	50,25	53,6	57	60,5	—	65	70	—	—	do. aus 12 Versuchen
5	50 »	6,5	13,5	21	26	30	33,5	36,25	38,75	41,2	43,75	46,3	48,5	51	—	54	58,5	63,25	70	do. aus 12 Versuchen

Zu diesen Zahlen ist zu bemerken, dass die bei den einzelnen Versuchen gefundenen Werte für die kleinen Belastungen bis zu 3^{kg} bedeutende Unterschiede zeigten, und zwar solche von 10 bis 15 pCt. zwischen den kleinsten bzw. größten und den Mittelwerten der Drehungswinkel; diese Unterschiede sind vermutlich dadurch entstanden, dass die oberen Sandschichten bei den einen Versuchen etwas lockerer als bei den anderen lagen. Bei den folgenden Belastungen waren die Unterschiede in den Winkeldrehungen geringer, und von 7^{kg} an betrug sie durchschnittlich nicht mehr als 3 pCt.

Aus den Versuchen geht zunächst hervor, dass der Widerstand bei fortschreitender Schaufeldrehung schnell wächst, und zwar am stärksten zwischen den Drehungswinkeln von etwa 30 bis 60°, während zum Schlusse das Wachsen in schwächerem Verhältnisse stattzufinden scheint. Ferner erkennt man, dass die relative Lage des Krümmungsmittelpunktes der Schaufel zur Drehachse von Einfluss auf die Größe des Widerstandes

ist. Derselbe ergibt sich verhältnismäßig als am bedeutendsten, wenn beide Mittelpunkte zusammenfallen, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dass trotz sorgfältiger Ausführung die Schaufel an einzelnen Stellen mit ihrer Außenfläche nach unten gegen den Sandkörper drückte, welcher hierbei zusammengedrückt werden musste; diese Pressung wurde noch durch den von der Schaufelrückwand infolge Reibung mitgenommenen Sand wesentlich vergrößert.

Bei einer geringen Verschiebung des Krümmungsmittelpunktes unter die Drehachse — wobei also die Schneidkante einen größeren Kreis als die nachfolgende Schaufelwand beschreibt — ist der Widerstand wesentlich kleiner als in der vorhergehenden Anordnung; dagegen steigt er wieder um so mehr, je weiter man den Krümmungsmittelpunkt von der Achsenmitte entfernt. Allerdings wird hierbei die ausgeschnittene Materialmenge, wie schon erwähnt, vergrößert, jedoch in kleinerem Verhältnisse, als die aufzuwendende Ge-

samttarbeit wächst. Letztere ist für jede einzelne Versuchsreihe den Flächen OAB , OA_1B_1 usw. (Fig. 3) proportional; setzt man den Inhalt von $OAB = 1$, so verhält sich

$$\begin{array}{l} \text{Fläche } OAB : OA_1B_1 : OA_2B_2 : OA_3B_3 \\ \text{wie} \quad 1 : 1,534 : 1,71 : 2,10 \end{array}$$

während eine einfache Rechnung ergibt, dass die zugehörigen Sandmengen sich verhalten wie

$$1 : 1,068 : 1,188 : 1,237.$$

Ergibt sich daher aus diesen Versuchen einerseits, dass es unvorteilhaft erscheint, den Krümmungsmittelpunkt der Schaufel in die Drehachse zu legen, besonders da man voraussetzen kann, dass die praktische Ausführung dieser Bagger weniger sorgfältig ist, als diejenige der Versuchsvorrichtung war, und der Zustand derselben im Laufe des Betriebes sich verschlechtert, so ist auch andererseits eine zu weite Entfernung derselben von einander zu vermeiden, und dürfte es sich empfehlen, dieselbe höchstens $0,075 \cdot r$ bis $0,1 \cdot r$ zu machen, unter r den Halbmesser der Schaufel verstanden.

Der Schneidwiderstand entsteht vorzugsweise durch Lagenänderungen des Sandes; um diese inneren Bewegungserscheinungen zu untersuchen, wurden, neben obigen unmittelbaren Messungen des Widerstandes, mit kleineren Schaufeln Sandkörper nach dem von Dr. Forchheimer bei seinen Untersuchungen über Erddruck angewandten Verfahren¹⁾ in folgender Weise angefertigt. In einem kleinen Kasten, in dessen Seitenwänden die Drehachse der beiden Blechschaufeln gelagert war, wurde ungefärbter und gefärbter Sand in wagerechten Schichten angehäuft, die Schaufeln wurden — entweder einzeln oder beide gleichzeitig — in den Sand hineingedrückt und alsdann die veränderten Schichten durch Eingießen von geschmolzenem Paraffin in ihrer Lage fixirt. Nach Erstarrung des letzteren konnten die Sandkörper aus den Schaufeln herausgenommen und durchschnitten werden, so dass man die veränderten Schichtungen unmittelbar vor Augen hatte. Einige dieser Sandkörper sind in Fig. 4 bis 7 abgebildet.

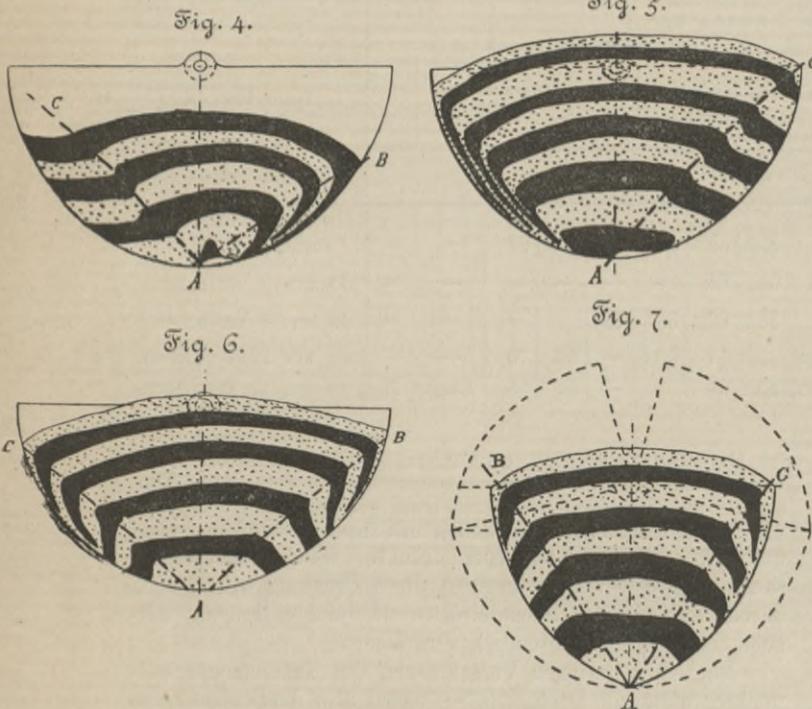


Fig. 4 zeigt einen mit nur teilweise gefüllten Schaufeln hergestellten Körper, bei welchem die linksseitige Schaufel zuerst in den Sand eingegraben und alsdann, entsprechend den früheren Belastungsversuchen, die rechtsseitige gedreht wurde; Fig. 5 ist in ähnlicher Weise mit ganz gefüllten Schaufeln entstanden. Der in Fig. 6 dargestellte Körper ist durch möglichst gleichzeitige Drehung beider Schaufeln, deren Krümmungsmittelpunkt hierbei in der Drehachse lag, hergestellt, während bei dem in Fig. 7 abgebildeten Körper die Krümmungsmittelpunkte der Schaufeln um $\frac{1}{5}r$ von der Drehachse entfernt lagen. Die Figuren lassen erkennen, dass die infolge Eindringens der Schaufeln entstehenden Deformationen des Sandkörpers sich wesentlich aus zwei Arten von Verschiebungen zusammensetzen. Die Reibung zwischen Schaufel und Sand bewirkt ein teilweises Mitnehmen des letzteren durch die Schaufeln, welchem eine Verschiebung der Sandschichten gegen einander entspricht; als Verschiebungsebene kann man hierbei die jeweilige Verbindungsebene der Schneidkante und der Durchschnittslinie der Schaufel mit der Sandoberfläche annehmen (Linie AB Fig. 4). Die weitere Deformation entsteht durch Verschiebung der Sandschichten in Ebenen, welche ihren Ausgang von der Schneidkante der einen Schaufel nehmen und in den Raum der zweiten Schaufel hineintreten (Richtung AC Fig. 4); mit dieser Verschiebung ist eine Hebung des Sandkörpers verbunden. Die Neigung dieser Gleitflächen müsste nach der Theorie des Erdschubes dem Winkel $(45 - \frac{\varphi}{2})^0$ entsprechen, wenn φ der Reibungswinkel des betreffenden Materials ist. Die Gleitflächen können diese Neigung jedoch nur so lange annehmen, bis dieselben die Wand der zweiten Schaufel treffen; von diesem Augenblick an bildet die jeweilige Verbindungsebene zwischen der Schneidkante der einen Schaufel und der Durchschnittslinie der zweiten mit der Sandoberfläche die Verschiebungsebene.

Bei gleichzeitiger Drehung zweier Schaufeln findet derselbe Vorgang statt, und es ergibt sich schliesslich eine Verschiebung und Erhebung des zwischen den beiden Gleitflächen liegenden keilartigen Stückes ABC (Fig. 6). Liegt hierbei der Krümmungsmittelpunkt nicht in der Drehachse, so rückt die Durchschnittslinie der Schaufel mit der Sandoberfläche allmählich der Achse näher (Fig. 7), womit eine weitere Verschiebung der Sandschichten gegen einander oder eine Vergrößerung der zur Ueberwindung des Erdschubes erforderlichen Arbeit verbunden ist. Hieraus erklärt sich auch die Zunahme des Widerstandes, welche bei den entsprechenden Belastungsversuchen gefunden wurde, und es ergibt sich abermals die Unzweckmäßigkeit einer zu grossen Entfernung des Krümmungsmittelpunktes von der Drehachse.

Außer diesen Deformationswiderständen wirkt dem Eindringen der Schaufeln noch die Reibung zwischen den ebenen Seitenwänden des Gefäßes und dem Sande entgegen, sowie ein Widerstand, welcher von der Form der Schneide abhängig ist. Der erstere Widerstand ist dem beiderseitig auf jede Seitenwand wirkenden activen Erddrucke proportional und nicht von bedeutendem Einflusse. Der Schneidwiderstand wird wesentlich durch den Zuschärfungswinkel und die Stärke der Schneide beeinflusst, welche ihrerseits durch die Widerstandsfähigkeit des Materials bedingt werden; durch dieselben werden Deformationen im Inneren des Sandkörpers hervorgerufen, welche um so grösser sind, je stumpfer und dicker die Schneide ist. Sie würden am kleinsten ausfallen, wenn der Zuschärfungswinkel negativ, d. h. wenn die Schaufeln nach aufsen abgeschragt wären; allein es ist zu beachten, dass alsdann durch die Schneide ähnliche Deformationen in dem unteren Sandkörper hervorgerufen würden, wie vorher in dem oberen. Da aber Verschiebungen nach unten eine Zusammenpressung des Bodens bedingen, so würde der hierbei thatsächlich entstehende Widerstand viel grösser als bei umgekehrter Anordnung sein, und es sind daher nach aufsen abgeschragte Schneiden jedenfalls zu verwerfen, was für alle Arten von Schaufeln gilt.

Das Gesagte bezieht sich zunächst nur auf trockenen Sand. Es lässt sich jedoch annehmen, dass nasser Sand, überhaupt Material mit Cohäsion, sich ähnlich verhalten wird, da die Art der Gleitflächen sich nicht ändert; es tritt zu den verschiedenen Reibungswiderständen allenthalben in den Gleit-

¹⁾ Wochensch. d. V. deutscher Ingenieure 1882 S. 33 u. f.
Zeitsch. d. oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1882 S. 111 u. f.;
1883 S. 103.

Ferner: Ueber Sanddruck und Bewegungserscheinungen im Inneren trockenen Sandes. Inaugural-Dissertation von P. Forchheimer in Aachen.

flächen noch der Cohäsionswiderstand hinzu, wodurch der Gesamtwiderstand erheblich gesteigert wird. Es sind also, was selbstverständlich erscheint, in Lehm- und Thonboden stärkere Maschinen erforderlich als in Kies.

Gefäße mit unveränderter und vergrößerter Schließkraft. Der Bodenwiderstand wurde im vorhergehenden an der Schaufel tangential zur Schneidrichtung wirkend angenommen; der Hebelarm desselben in bezug auf die Drehachse bleibt daher während der ganzen Drehung constant, so dass die Widerstandskurven auch die Momente des Widerstandes darstellen. Hiermit sind die Momente der Druckkräfte in den Schubstangen d bzw. die Tangentialkräfte der Kurbelgetriebe zu vergleichen, welche einerseits von der Stangenrichtung, andererseits von der Größe der Kettenkraft Z oder K abhängen. Setzt man letztere Kraft zunächst während der ganzen Drehung als constant voraus, so erreicht der Tangentialdruck bekanntlich den größten Wert zwischen der Kurbellage, zu welcher die Schubstange senkrecht steht, und derjenigen, welche zur Schubrichtung senkrecht ist. Bei allen Drehschaufelbaggern mit Kurbelgetriebe wird auch die letztere Lage noch überschritten, und es würde daher bei constanter Kettenkraft K die tangential Schließkraft gegen das Ende der Drehung erheblich abnehmen, während der ebenfalls tangential Bodenwiderstand dauernd wächst.

Thatsächlich darf jedoch auch der Kettenzug mit fortschreitendem Einschneiden der Schaufeln wachsen, da das Gewicht des Gefäßes durch die aufgenommene Bodenmasse vergrößert wird, die Reibungs- und Cohäsionswiderstände der unterschrittenen Erdmassen dem Abreißen des Gefäßes entgegenwirken, sowie die Verticalcomponente des Widerstandes allmählich bis auf Null abnimmt. Ist nun aber das Gewicht der Vorrichtung, wie in den meisten Fällen und besonders bei großen Widerständen, zu gering, um den Schluss des Gefäßes unter voller Füllung desselben herbeizuführen, so erscheint die aus der Construction herrührende relative Abnahme der Tangentialkraft sehr unvorteilhaft, da alsdann die Füllungen um so unvollkommener werden, je mehr der Kettenzug zur Erzielung einer bestimmten Schließkraft gesteigert werden muss.

Es sind mehrfach Vorschläge gemacht und Constructions ausgeführt worden, welche diesen Uebelstand beseitigen sollen. Einige derselben sind an den unten angegebenen Stellen, besprochen¹⁾; sie scheinen jedoch nur vereinzelt Aufnahme gefunden zu haben.

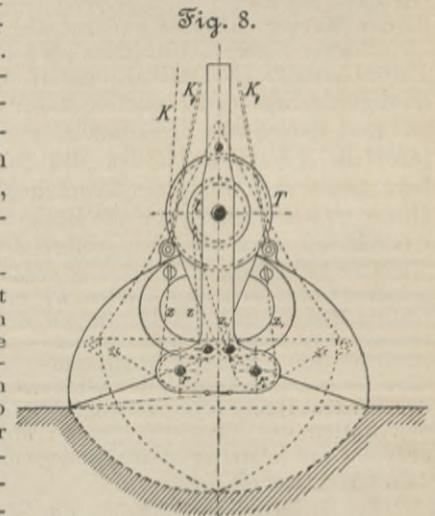
Eine zum Teil denselben Zweck verfolgende und die Vorrichtung überhaupt vereinfachende Construction ist die auf Taf. I in Fig. 3a bis 3c dargestellte von F. W. Batho.²⁾ Das Baggergefäß besteht hier aus 4 Schaufeln, welche zu je zweien mittels doppelarmiger Hebel an zwei über einander liegende, senkrecht verschränkte Achsen $a a_1$ angeschlossen und um diese drehbar sind. Die in Fig. 3a linksseitig gezeichnete Schaufel hat zwei parallele Hebel, welche zwischen sich den mit Winkeleisen besetzten der rechtsseitigen Schaufel aufnehmen; in entsprechender Weise sind die zur Bildebene senkrechten Hebel der übrigen beiden Schaufeln angeordnet, wie aus dem Querschnitte bei a_1 hervorgeht. Im geschlossenen Zustande bilden die Schaufeln annähernd eine Halbkugel, auf welche Gefäßform später noch zurückgekommen wird. Zum Schließen und Oeffnen desselben wird die Relativbewegung zweier Kreuzköpfe Q und Q_1 benutzt, die mittels doppelter Zug- und Druckstangen in der aus der Zeichnung erkennbaren Weise auf die doppelarmigen Hebel der Schaufeln bzw. auf diese selbst einwirken. Diese Gleitstücke sind an 4 Rundeisenstangen (Fig. 3c) gerade geführt, welche unten mit dem die Achsen a und a_1 enthaltenden Kopfe verschraubt und oben durch eine gemeinschaftliche Platte verbunden sind. Zwischen den Führungsstangen liegt eine kräftige, oben mit der Schließkette verbundene Zugstange s , welche mit einem Ansatz unter das Gleitstück Q fasst und durch Q_1 frei hindurchtritt. Im ge-

öffneten Zustande des Gefäßes wird Q_1 entweder durch eine zweite — nicht dargestellte — Kette, die alsdann auch als Senkkette dient, oder durch die gezeichnete Sperrung festgehalten. Nachdem das Gefäß den Boden erreicht und die Sperrung ausgelöst — oder die Senkkette nachgelassen — ist, bewirkt ein Zug an der Schließkette und der Stange s die Aufwärtsbewegung von Q und dadurch Drehung der Schaufeln und Schluss des Gefäßes; gleichzeitig bewegt sich Q_1 abwärts in die punkirt gezeichnete Lage. Durch fortgesetzten Zug an s erfolgt Hebung des gefüllten Gefäßes, welches geöffnet, also entleert wird, indem man Q_1 vermittels einer an dem Krananleger befindlichen Gabel oder mit der Senkkette festhält und die Schließkette nachlässt; infolge seines Eigengewichtes sinkt das Gefäß mit den Führungsstangen, und es erfolgt Zurückdrehen der Schaufeln und Abwärtsbewegung von Q . Bei einer älteren ähnlichen Construction¹⁾ soll das obere Gleitstück noch durch ein besonderes Gewicht belastet werden, welches den Schluss der Schaufeln wirksam unterstützt.

Die Zeichnung lässt erkennen, dass auch bei dieser Construction die Schließkraft gegen das Ende der Drehung relativ wieder etwas abnimmt, allerdings in geringerem Mafse als bei der zuerst besprochenen; diese Verkleinerung der Schließkraft ließe sich hier vielleicht vermeiden, wenn man für die dem geöffneten Gefäß entsprechende Anfangsstellung die Kurbeln ab bzw. $a b_1$ gegen die Wagerechte stärker geneigt anordnete, so dass bei geschlossenem Gefäß die Zugstangen die senkrechte Richtung zu den Kurbeln noch nicht überschritten hätten.

Die American Dredging Company in Philadelphia hat vielfach eine von Hall angegebene Construction ausgeführt²⁾, welche in Textfigur 8 in $\frac{1}{50}$ wirklicher Größe dargestellt ist.

Die Drehung der Schaufeln wird unter Vermeidung des Kurbelgetriebes unmittelbar durch die Ketten $z z_1$ bewirkt, welche von der im Gestelle festgelagerten Trommel t über Hilfsrollen r und r_1 geleitet und an die Schaufeln angeschlossen sind. Die ebenfalls an den Schaufeln befestigten Ketten K_1 sind oberhalb des Gestelles zu einer Kette vereinigt und dienen in früher beschriebener Weise zum Niederlassen des offenen sowie zum Entleeren des gehobenen gefüllten Gefäßes.



Die Schließkraft ist hier während der ganzen Schaufeldrehung fast constant; die Construction erscheint dabei einfach und Reparaturen leicht ausführbar. Indessen sollen gemäß der angegebenen Quelle die Rollenführungen mehr Reibungswiderstände als die sonst gebräuchlichen Kurbelgetriebe verursachen. Als Vorzug der Construction wird noch die anfängliche weite Oeffnung des Gefäßes, welche durch die große Entfernung der Krümmungsmittelpunkte von den Drehachsen der Schaufeln erreicht wird, hervorgehoben, während gemäß den früheren Erörterungen dies ein Nachteil sein dürfte. Einige Hauptabmessungen dieser Bagger werden späterhin gegeben.

Bei dem auf Taf. I, Fig. 4a bis 4c, dargestellten Bagger von C. Fouracres³⁾ ist jede der beiden um eine feste gemeinschaftliche Achse a drehbaren Schaufeln mit zwei angelenkten Druckstangen $d d_1$ von L-förmigem Querschnitte versehen, welche die gleiche Krümmung wie die Schaufeln haben, so dass bei geöffnetem Gefäß die Druckstangen der

¹⁾ s. u. a. Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1874 Bd. XVIII Sp. 35 m. Abb.

Dingler's pol. Journ. 1874 Bd. 213 S. 104 m. Abb.

²⁾ D. R.-P. No. 29679;

Engl. Pat. Spec. No. 4268 vom 5. September 1883.

¹⁾ Dingler's pol. Journ. 1876 Bd. 220 S. 504 m. Abb.

Bücking a. a. O., S. 339 m. Abb.

Revue industrielle 1876 S. 109 m. Abb.

²⁾ Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 161 u. f.

³⁾ Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 156 m. Abb.

The Engineer 1879 Bd. XXXVIII S. 199 m. Abb.

einen auf dem Rücken der anderen Schaufel liegen. An den freien Enden der Druckstangen greifen Ketten an, welche vermittle Rollen r_1 , deren Achse in dem Gestelle der Vorrichtung fest liegt, über Rollen r_2 geführt und andererseits an dem Gestelle befestigt sind. Die Achsen der Rollen r_2 liegen in verschiebbaren Gleitstücken Q , durch deren Aufwärtsbewegung die Rollen r_2 von r_1 entfernt und die Ketten angezogen werden, infolge dessen das geöffnete Gefäß sich schließt; es wird dies durch die Hauptkrankette bewirkt, welche über die festgelagerte Rolle R_1 geleitet und nach Umfassung zweier mit r_2 auf derselben Achse sitzenden Rollen R_2 zu dem Kranausleger zurückgeführt und an ihm befestigt ist. Auf dem Gestellrahmen sitzt noch ein zweites Gleitstück Q_1 , zur Entleerung der Schaufeln dienend, mit welchen es durch die Stangen s_1 verbunden ist; diese letzteren bewirken die Zurückdrehung der geschlossenen Schaufeln, sobald Q_1 in den zwei am Kranausleger befindlichen drehbaren Sperrhaken h hängt und das Baggergefäß durch Ablassen der Krankette gesenkt wird. Die Auslösung der Sperrhaken erfolgt, nachdem Q_1 etwas angehoben ist, durch den Kolben des kleinen Dampfcylinders c_1 , in welchen der Kranarbeiter Dampf einlassen kann. Die Haken fallen in die senkrechte Lage durch ihr Eigengewicht, unterstützt durch die Wirkung der Feder f_1 , zurück. Um zu verhindern, dass das geöffnete Gefäß während der Abwärtsbewegung sich schließt, bevor es den Boden erreicht hat, greifen zwei Sperrhaken i , welche an der einen Schaufel befestigt sind und eine kleine Drehbewegung ausführen können, hinter L-förmige Ansätze m der zweiten Schaufel; diese Haken tragen leichte Hohlkugeln, deren Auftrieb die Auslösung der Sperrung bewirkt, sobald das Gefäß in das Wasser eintaucht und auf den Boden aufstößt.

Bagger dieser Construction sind u. a. bei Herstellung des Patna-Kanals (Bengalien) benutzt worden und sollen befriedigende Ergebnisse geliefert haben. Die Schließkraft bleibt während der ganzen Drehungsdauer gleich; dagegen werden jedenfalls die vielen Rollen den Wirkungsgrad wesentlich herunterziehen. Durch die Anordnung der Rollen r_2 wird der Hub der Gleitstücke Q auf die Hälfte vermindert und dadurch das Gestell kurz gehalten, während der zum Schlusse des Gefäßes erforderliche Kettenzug verdoppelt wird; durch Einschaltung des von den Rollen R_1 und R_2 gebildeten mehrfachen Flaschenzuges fällt die an der Krankette schließend erforderliche Kraft zwar klein aus — ihr Weg vergrößert sich natürlich in demselben Verhältnisse — es ist jedoch zu beachten, dass nicht nur während des Grabens, sondern auch während der ganzen Dauer der Hebung des Gefäßes die Reibung in den Rollen des Flaschenzuges zu überwinden ist. Die Anordnung des letzteren in der vorliegenden Anordnung erscheint daher nicht empfehlenswert.

Im übrigen liegt es nahe, die Schließkraft des Gefäßes durch Einschaltung von Rollen zu vergrößern bezw. den erforderlichen Kettenzug und dadurch das Eigengewicht der Vorrichtung zu verkleinern. Der Gedanke ist u. a. in dem Patente von Standfield & Clark¹⁾ ausgesprochen, auch in der mehrfach praktisch angewandten, auf Taf. I, Fig. 5^a bis 5ⁱ dargestellten Construction von H. J. Coles²⁾ zur Ausführung gebracht. Das L-förmige, aus C- und Flacheisen zusammengesetzte Gestell der letzteren Vorrichtung trägt an dem wahren Schenkel die Drehachsen der Schaufeln sowie zwei Rollen r_1 , über welche die in ihrem unteren Teile doppelte Krankette geleitet ist; nach aufwärts ist letztere durch den hohlen Schenkel des Gestelles geführt. Aufsen gleitet auf diesem ein Querstück (Fig. 5^a und Schnitt ab Fig. 5^c), von welchem die Schaufeln in früher beschriebener Weise vermittle der Druckstangen dd_1 geschlossen bezw. geöffnet werden; auf die zu diesem Zwecke außerdem vorhandene Sperrvorrichtung wird später zurückgekommen. Die Abwärtsbewegung des Querstückes wird unmittelbar durch die Hauptkrankette bewirkt, welche in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise von den Rollen r_1 über zwei in dem Querstücke gelagerte Rollen r_2 geführt und schließend an dem wahren Schenkel des Gestelles befestigt ist. Abgesehen von

den Rollenreibungen wird demnach der Kettenzug verdoppelt auf das Querstück übertragen, ein Uebersetzungsverhältnis, welches übrigens bei der Construction, Fig. 1 u. 2, Taf. I, durch die verschiedenen Trommelhalbmesser ebenfalls erreicht wird. Dasselbe lässt sich durch Einschaltung weiterer Rollen oder auch durch Aenderung der Kettentrommeln noch vergrößern; jedoch ist zu beachten, dass in demselben Verhältnisse der Weg der Kette, also auch die Dauer des Gefäßschlusses, wächst. Letzteres ließe sich in wirksamer Weise durch Anwendung spiralförmiger Kettentrommeln T und t , wie in Textfig. 9 u. 10 schematisch angedeutet, verhindern. Bei dem anfänglich geringen Bodenwiderstande kann die Kette K

Fig. 9.

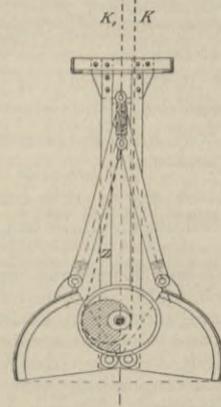
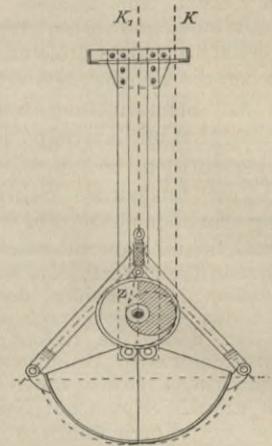


Fig. 10.



an dem kleinsten, die das Gleitstück abwärts ziehende Kette Z an dem größten Halbmesser der bezüglichen Trommel angreifen; es findet dem entsprechend Kraftverkleinerung und Geschwindigkeitsvergrößerung in dem Verhältnisse $R:r$ statt. Dieses Verhältniss ändert sich während der Drehung und geht schließend in den reciproken Wert $r:R$ über, der aus dem oben angegebenen Grunde hier viel kleiner als bei cylindrischen Trommeln sein kann.

Zwangläufiger Schluss der Gefäße und Ausgleichung ihrer Eigengewichte. Das Eigengewicht ist auf den Wirkungsgrad der Drehschaufelbagger von großem Einflusse. Die zum Baggern einer bestimmten Erdmenge aufzuwendende Nutzarbeit zerfällt in zwei Teile: 1. die zum Ausgraben und 2. die zum Heben der ausgegrabenen Masse erforderliche Arbeit. Es wurde im vorhergehenden nun vorausgesetzt, dass das Ausgraben durch genügendes Eigengewicht der Vorrichtungen ermöglicht werde, welches Gewicht bei jeder Gefäßfüllung mit zu heben ist. Zur Herbeiführung des Gefäßschlusses ist ein bestimmtes Stück l_1 der Krankette aufzuwinden; nimmt man den zu Ende der Drehung wirksamen Zug dieser Kette zu $(G + Q)$ an — G Eigengewicht des Gefäßes, Q Gewicht seines Inhaltes —, so kann die zur Drehung der Schaufel angewandte Arbeit annähernd $= (G + Q) \cdot \frac{l_1}{2}$ gesetzt werden. Bei einer Bagertiefe l_2 beträgt die Hebearbeit $(G + Q) \cdot l_2$ und die ganze aufgewandte Arbeit

$$L_a = (G + Q) \left(\frac{l_1}{2} + l_2 \right).$$

Da die Nutzarbeit beim Heben nur $Q \cdot l_2$ ist, so ist die ganze Nutzarbeit

$$L_n = (G + Q) \cdot \frac{l_1}{2} + Q \cdot l_2$$

und demnach, abgesehen von Nebenhindernissen, der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{(G + Q) \frac{l_1}{2} + Q \cdot l_2}{(G + Q) \left(\frac{l_1}{2} + l_2 \right)} = \frac{l_1 + \frac{2Q}{G + Q} \cdot l_2}{l_1 + 2l_2}$$

Die meisten Drehschaufelbagger zeigen bei Verwendung glatter, zum Baggern von Schlack passender Schaufeln bei kleinsten Ausführungen $G \approx 1,5 Q$ bis $2 Q$, bei mittlerer Gröfse $G \approx Q$

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 5278 v. 16. December 1880.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 11247 v. 13. August 1884.
Revue industrielle 1886 S. 49.

und bei den größten Ausführungen $G \approx 0,6 Q$ bis $0,85 \cdot Q$. Bei Verwendung von Schaufeln für Kies, Thon usw. sind die Eigengewichte noch um die Hälfte größer. Hierbei ist jedoch unter Q das dem ganzen Gefäßsinhalte entsprechende Gewicht verstanden, während die durchschnittlichen Füllungen nur zu ungefähr $0,65 \cdot Q$ bis $0,8 \cdot Q$ angenommen werden dürfen.

Setzt man z. B. für den in Fig. 1 und 2, Taf. I dargestellten Bagger: $G = Q$, $l_1 = 1,5^m$ und $l_2 = 6^m$, so wird

$$\eta = \frac{1,5 + 2 \cdot \frac{Q}{2 \cdot Q} \cdot 6}{1,5 + 2 \cdot 6} = \frac{7,5}{13,5} = 0,55.$$

Nimmt man jedoch nur $Q_1 = 0,8 Q$ wirkliche Füllung an, so ist

$$\eta = \frac{1,5 + 2 \cdot \frac{0,8 \cdot Q}{1,8 \cdot Q} \cdot 6}{1,5 + 2 \cdot 6} = \frac{6,833}{13,5} \approx 0,5.$$

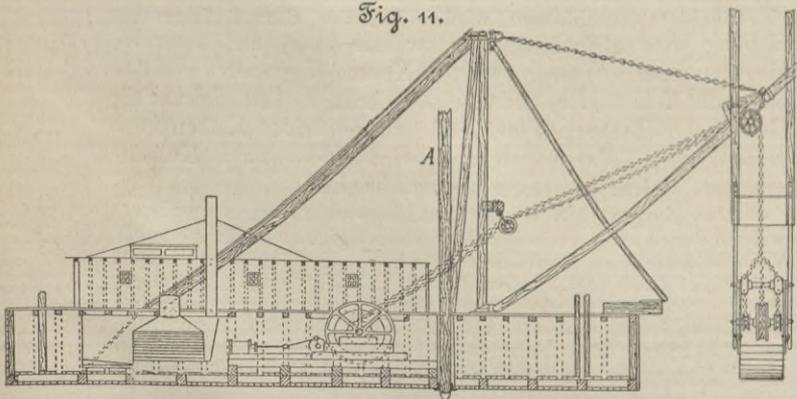
Bei einem Thonbagger mit $G = 1,5 Q$ und etwa $0,65$ Füllung und im übrigen denselben l_1 und l_2 wird sogar nur

$$\eta = \frac{1,5 + 2 \cdot \frac{0,65 \cdot Q}{(1,5 + 0,65) Q} \cdot 6}{1,5 + 2 \cdot 6} = 0,38.$$

Bei kleineren Baggern wird dieser Wirkungsgrad noch ungünstiger, bei größeren günstiger. Ferner wird derselbe um so größer, je kleiner $\frac{l_2}{l_1}$ oder je kleiner die Baggertiefe ist; die Drehschaufelbagger erscheinen jedoch andererseits gerade für große Tiefen am geeignetsten und vorteilhaftesten. Die geringe Nutzwirkung lässt sich nun hauptsächlich in zweierlei Weise vergrößern: entweder durch bedeutende Verringerung des Gewichtes und Niederhalten der Vorrichtung während des Grabens durch eine andere als die Schwerkraft, oder durch Ausgleichen des Eigengewichtes durch Gegengewichte. Beides findet sich praktisch ausgeführt.

Bei den meisten bekannt gewordenen amerikanischen Constructionen hängt das Baggergefäß nicht lose in der Kranette, sondern ist an senkrechten Stangen befestigt, welche in einem entsprechend gestalteten Kopfe des Kranauslegers sicher geführt sind. In Textfig. 11 ist ein solcher Bagger¹⁾ in $\frac{1}{250}$ wirklicher Größe im Längsschnitte dargestellt; Fig. 12 zeigt die Verbindung des Gefäßes mit den Stangen in größerem Maßstabe ($\frac{1}{50}$). Der Kran ist nach Art stationärer Drehkrane ausgebildet und auf dem Schiffe befestigt; die Zwillingsdampfmaschine und Winde sind getrennt von ihm in letzterem aufgestellt und die Kettenzuführungen durch Leitrollen bewirkt. Das Baggergefäß hat $1,6^{cbm}$ Inhalt; die Dampfmaschine arbeitet mit 4^kg Kesseldruck und hat $406,4^{mm}$ ($16''$ engl.) Cy-

Fig. 11.



linderdmr. und $558,8^{mm}$ ($22''$ engl.) Kolbenhub. Die Führungsstangen lassen sich nun in einfacher Weise zum Niederhalten des Gefäßes benutzen, indem dieselben durch eine Sperrung verhindert werden, während des Grabens sich aufwärts zu bewegen. Es ist dies u. a. bei dem bereits besprochenen, in ähnlicher Weise gebauten Bagger von Fouracres (Fig. 4^a bis 4^c, Taf. I) ausgeführt. Als Leitstangen sind bei

¹⁾ The Engineer 1876 Bd. S. XXXXI 467.

Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 174 m. Abb. Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880/81, Bd. LXIII, S. 265 m. Abb.

Annales des travaux publics (Paris) 1883 S. 935 u. f. m. Abb.

letzterem schmiedeiserne mit Zahnstangen besetzte Röhren f verwendet, in welche zwei in dem Kopfe des Kranauslegers wagrecht verschiebbare gezahnte Stangen e eingreifen und den Rückgang der Führungsstangen verhindern; die Vorwärtsbewegung der Sperrstangen e wird durch den Kolben des kleinen Dampfzylinders c_2 bewirkt, ihre Ausrückung durch die Feder f_2 , sobald der Dampf aus c_2 ausgelassen wird. Es erfordert diese Anordnung eine gesteigerte Aufmerksamkeit des Kranarbeiters, der bei zu großem Bodenwiderstande unter Umständen vor erfolgtem Gefäßschlusse die Sperrung beseitigen muss, um Ketten- oder Stangenbrüche zu verhindern. Die Einschaltung einer Reibungskupplung mit regelbarer Uebertragungskraft würde diese Gefahr vermindern.

In Europa haben bisher diese Constructionen mit Führungsstangen nicht vermocht, sich Eingang zu verschaffen, während sie in Amerika gemäß den angegebenen Quellen vielfach in Gebrauch stehen. Es wird denselben hauptsächlich und nicht mit Unrecht vorgeworfen, dass durch sie die sonst große Einfachheit der Apparate wesentlich verringert ist, und dass besonders bei Baggerungen in großen Tiefen die langen Führungsstangen unbequem werden; bei starkem Wellengange sind sie auf Seebaggern überhaupt nicht zu gebrauchen. Fouracres schlägt vor, die Stangen teleskopartig in einander zu schieben; jedoch scheint diese Anordnung keinen Anklang gefunden zu haben. Andererseits ist nicht zu verkennen, dass die Anwendung von Führungsstangen mit Sperrvorrichtungen es ermöglicht, bei leichten Gefäßen vollkommene Füllungen auch in hartem und widerstandsfähigem Boden zu erzielen; bei solchen Baggerungen erscheint daher die weniger einfache Construction unter Umständen gerechtfertigt.

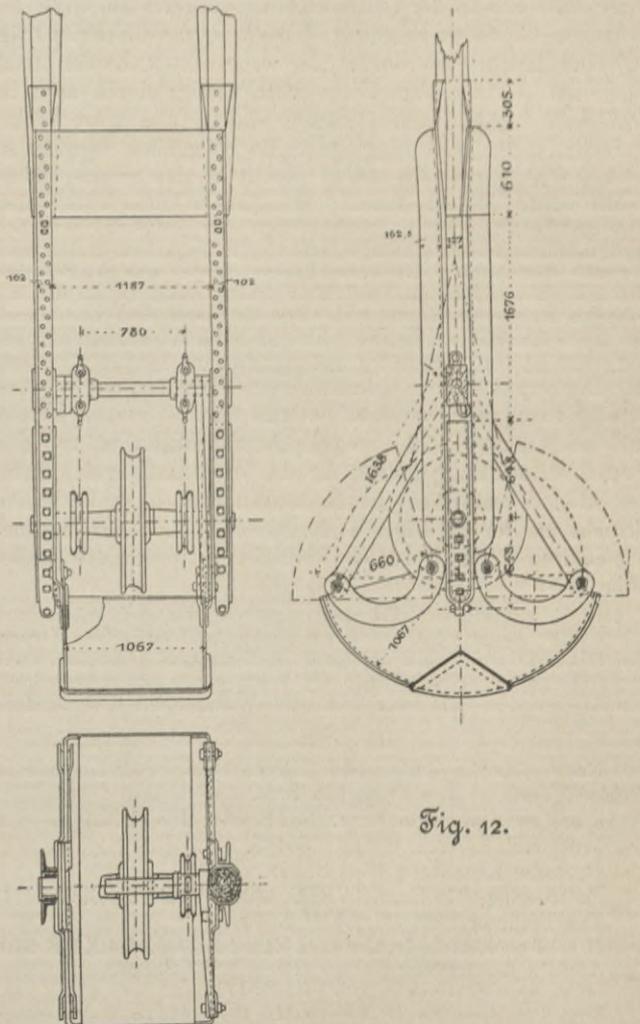


Fig. 12.

Eine teilweise Ausgleichung des Eigengewichtes durch ein Gegengewicht ist bei dem auf Taf. I Fig. 1 und 2

dargestellten Priestman'schen Bagger¹⁾ ausgeführt. Die Hauptkrankette K , zum Schließen des Gefäßes und Heben desselben, wird von einer Windtrommel W_1 aufgenommen, welche ähnlich wie bei anderen Dampfkränen von der Dampfmaschine während des Gefäßniederganges abgekuppelt und durch die Bremse B_1 gehalten werden kann. Die zweite an dem Gestelle des Gefäßes angreifende Kette K_1 , die Senkette, ist über eine Windtrommel W_2 und von dieser vermittle einer Leitrolle zu einem mehrfachen Flaschenzuge geführt, welcher durch das in Führungen senkrecht verschiebbare Gewicht G belastet ist; W_2 ist mit der Bremse B_2 verbunden. Ist letztere gelöst, so hebt das niedersinkende Baggergefäß das Gewicht G in die Höhe, während K lose abläuft; beim Aufwinden mittels letzterer Kette bewirkt das niedergehende Gewicht G alsdann das Aufziehen der Kette K_1 . Behufs Entleerung bzw. Oeffnung des Gefäßes ist K_1 durch B_2 festzuhalten und, wie früher beschrieben, K nachzulassen. Das Gegengewicht hat hier hauptsächlich den Zweck, die Kette K_1 aufzuwickeln. Soll dasselbe auch noch das Eigengewicht des Apparates ausgleichen, so ist zu beachten, dass die Wirkung des letzteren auch während des Grabens beeinträchtigt würde; es ist deshalb das Gegengewicht während dieser Zeit zu unterstützen, was durch Festhalten der Bremse B_2 geschehen kann.

In sinnreicher Weise ist die Ausgleichung des Eigengewichtes der Baggergefäße und gleichzeitig die zwangläufige Bewegung der Schaufeln während des Grabens bei den Balancierbaggern mit hydraulischem Antriebe von Bruce und Batho²⁾ ausgeführt. Die Einrichtung geht der Hauptsache nach aus Fig. 6a und 6b Taf. I hervor, welche einen solchen für den Hafen von Calcutta gebauten Bagger darstellen; in Fig. 7a und 7b ist das zugehörige Gefäß in $\frac{1}{25}$ dargestellt. Ein in der Längsachse des Schiffes auf kräftigen A-förmigen Gestellen ruhender schmiedeiserner Balancier trägt an jedem Ende eine solche in wagerechten Zapfen nach allen Seiten hin drehbare Baggervorrichtung; durch zwei im Schiffe befindliche Brunnen können die Gefäße abwechselnd senkrecht in den auszubaggernden Boden geführt werden, so dass beim Aufgange des einen, gefüllten, das zweite, leere, gesenkt wird. Es ist demnach bei jedem Hube außer den Reibungsarbeiten nur die zum Heben der jedesmal wirklich ausgegrabenen Materialmenge erforderliche Arbeit zu leisten. Oberhalb der beiden Brunnen hängen zwei um wagerechte Achsen drehbare Rinnen, welche vermittle Ketten an die zugehörigen Baggervorrichtungen angeschlossen sind und durch diese beim Aufwärtsgang mitgehoben, beim Abwärtsgange gesenkt werden; durch dieselben gelangt das aus den Gefäßen entleerte Baggergut in zwei schmiedeisernen Behälter, aus welchen es später durch gepresste Luft entfernt wird. (System Duckham und Vasset.) Bei neueren Ausführungen ist von den Erbauern dieser Bagger diese Art der Wegschaffung des Materials wieder verlassen; die drehbaren Rinnen sind alsdann senkrecht zu der in Fig. 6a angegebenen Lage angeordnet und schütten über Bord des Schiffes in besondere Ladeprahne aus.

Die Bewegung des Balanciers sowie das Schließen und Öffnen der Baggergefäße wird durch hydraulischen Druck vermittelt. Hierzu sind in dem A-förmigen Gestelle zwei um Schildzapfen schwingende Cylinder c_1 und c_2 angeordnet, deren Kolben den Balancier unmittelbar angreifen und in dem

einen oder anderen Sinne drehen. Zum Betriebe der Baggergefäße führen Leitungen längs des Balanciers nach beiden Enden zu den Cylindern derselben. Bei den neueren Ausführungen treten diese Leitungen in zweckmäßiger Weise allenthalben durch die Schildzapfen der beweglich aufgehängten Cylinder, während bei der vorliegenden Ausführung die Beweglichkeit in weniger guter Weise durch Gelenke in den Leitungen ermöglicht ist.

Die besondere Einrichtung des Baggerapparates geht aus Fig. 7a und 7b Taf. I hervor. In dem am Balancier, wie bereits angegeben, drehbar aufgehängten hohen Cylinder befinden sich zwei Kolben K und K_1 , welche sowohl Relativbewegungen gegen einander ausführen, wie auch sich gemeinschaftlich in dem Cylinder verschieben können; die hohle Kolbenstange von K tritt durch die Stange von K_1 , in welcher sie durch eine Stopfbüchse dicht geführt ist, hindurch und trägt an ihrem unteren Ende einen Kopf, an welchem die Schaufeln des dreiteiligen, im geschlossenen Zustande eine Halbkugel bildenden Baggergefäßes befestigt sind. Die Drehung der Schaufeln wird durch Lenkstangen vermittelt, welche in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise dieselben mit einem Kopfe verbinden, der auf dem unteren Ende der zweiten Kolbenstange K_1 sitzt. Durch die Oeffnungen o und o_1 kann das Druckwasser über K und unter K_1 , sowie durch die im Cylinderdeckel befindliche Oeffnung o_2 und das am Deckel befestigte Rohr bzw. die oben in der hohlen Kolbenstange von K angebrachten Oeffnungen o_3 zwischen K und K_1 eintreten oder ausgelassen werden. Die gezeichnete Stellung entspricht dem ganz gehobenen und geschlossenen Gefäße. Um dasselbe zu entleeren, wird Druckwasser durch o über K eingelassen, dem zwischen K und K_1 befindlichen Wasser durch o_2 der Austritt ermöglicht und das Wasser unter K_1 gesperrt; es sinkt K abwärts, der an seiner Stange befestigte Kopf gelangt in die punktirte Lage, und die Schaufeln öffnen sich. Während dieser Zeit sind die beiden Hebelkolben des Balanciers in ihrer Stellung verblieben. Ist A in Fig. 6a das eben entleerte Gefäß, so wird nunmehr aus dem Cylinder c_1 das Wasser ausgelassen, in c_2 Druckwasser eingeführt, so dass A sinkt und B steigt. Gleichzeitig wird in dem Baggerapparat A dem unter K_1 befindlichen Wasser durch o_1 der Austritt gestattet, das Wasser zwischen K und K_1 gesperrt und durch o über K Druckwasser eingelassen, infolge dessen beide Kolben sich in dem Cylinder — und mit ihnen das geöffnete Gefäß — nach unten verschieben. Bei Erreichung des Bodens wird das oberhalb K befindliche Wasser gesperrt und zwischen K und K_1 Druckwasser eingelassen, wodurch K_1 noch weiter nach unten verschoben und das Gefäß, indem es in den Boden einschneidet, geschlossen wird. Bei der darauf folgenden Hebung wird gleichzeitig Druckwasser in c_1 und unter K_1 eingelassen, das Wasser zwischen K_1 und K gesperrt und das oberhalb K und in c_2 befindliche entfernt, so dass gleichzeitig Hebung des Balanciers und Zurückziehen beider Kolben in a erfolgt. Die Wasserverteilung wird durch zwei Kolbenstieber, welche ein Mann steuert, bewirkt.

Das Baggerschiff ist mit Zwillingsschrauben ausgerüstet, welche durch zwei von einander unabhängige, geneigt stehende Verbundmaschinen betrieben werden; die letzteren haben 381^{mm} (17 Zoll engl.) bzw. 686^{mm} (27 Zoll engl.) Cylinder-Dmr., 533,4^{mm} (21 Zoll engl.) Hub und indiciiren jede bei 5^{kg} Kesseldruck und 110 bis 120 Umdr. in der Minute bis zu 170 Pfr. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt hierbei 10 bis 11 Knoten in der Stunde; während der Fahrt können die beiden Brunnen durch Bodenklappen geschlossen werden.

Dieselben Maschinen dienen zum Betriebe zweier Pumpen, welche den hydraulischen Cylindern das Wasser liefern; die Wasserpressung beträgt 50^{kg/qcm} und wird durch zwei in die Leitung eingeschaltete Accumulatoren, einen Dampf- und einen Federaccumulator, aufrecht erhalten. Die Anwendung von Gewichtsaccumulatoren verbietet sich im vorliegenden Falle von selbst, während bei Weglassung der Accumulatoren es fast unmöglich ist, die Maschinen in regelmässigem Gange zu erhalten. Der größte Kolbendruck, welcher den Schluss des Baggergefäßes bewirkt, beträgt nach vorstehendem — abgesehen von Stopfbüchsenreibungen — $50 \cdot \frac{\pi \cdot 25,4^2}{4} = \text{rd. } 25000 \text{ kg}$. Das Gefäß hat 1,6^{cbm} Inhalt.

¹⁾ Nach gefl. Mittheilungen der Herren Büniger & Leyrer in Düsseldorf, Vertreter von Priestman Bros.

s. a. Centralbl. d. Bauverw. 1882 S. 434; 1885 S. 538.

Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884 S. 244.

Deutsche Bauzeitung 1886 S. 379.

Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 136; 1883 Bd. XXXV S. 111.

The Engineer 1884 Bd. LVIII S. 40.

Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880/81 Bd. LXV S. 310.

Annales des travaux publics (Paris) 1883 S. 839.

Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 171.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 1809 v. 19. Mai 1873; 4217 v. 6. December 1875; 3421 v. 29. August 1878.

Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 268; 1881 Bd. XXXI S. 506.

Centralbl. d. Bauverw. 1882 S. 136.

Annales des travaux publics (Paris) 1883 S. 874.

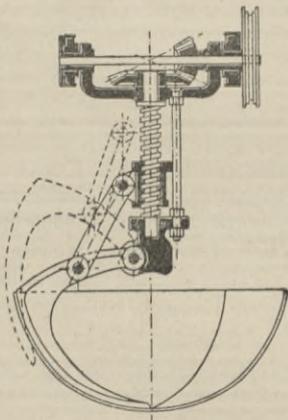
Bei einigen späteren ähnlichen Ausführungen¹⁾ ist an Stelle des zweiten Gefäßes der Balancier mit einem entsprechenden Gegengewichte versehen; auch sind Aenderungen in der Anordnung der Hebecylinder vorgenommen, welche auf den Schiffsboden gestellt sind, und deren Kolben den Balancier nicht mehr unmittelbar, sondern vermittels Lenkstangen angreifen; es wird hierdurch erreicht, dass die Cylinder nur geringe Schwingungen auszuführen brauchen. Bei Anwendung nur eines Baggergefäßes kann der Balancier so angeordnet werden, dass er über den Schiffsbug hinüber arbeitet, der Bagger also seine Fahrwinne selbst herstellt.

Die nicht ganz einfache Construction der in Fig. 7 Taf. I dargestellten und soeben besprochenen Baggervorrichtung, deren Kolben und Stopfbüchsen schlecht zugänglich sind, hat die Erfinder vermutlich veranlasst, bei späteren Ausführungen die in Fig. 8 derselben Tafel angegebene wesentlich einfachere Construction, welche einem für Englisch-Birma gebauten Bagger entnommen ist, zu wählen; dieselbe ist auch schon in der Patentschrift 3421 v. J. 1878 enthalten. Der am Balancierende durch Universalgelenk aufgehängte Cylinder trägt an seinem unteren Ende vermittels dreier kräftiger Stangen einen Kopf, an welchem die 3 Schaufeln des Baggergefäßes befestigt sind; der Schluss wird durch einen starken nach unten arbeitenden Taucherkolben, mit dem die Schaufeln durch Lenkstangen verbunden sind, bewirkt. Mit diesem Kolben steht ein zweiter kleinerer, nach oben arbeitender durch 2 Stangen in Verbindung, welcher zum Öffnen des Gefäßes und Zurückziehen des ersten Kolbens dient; die Arbeitsweise ist im übrigen genau so, wie früher beschrieben, und aus der Zeichnung leicht erkennbar. Der Wasserdruck in dieser Vorrichtung beträgt 70 Atm.

Gemäß den vorliegenden Berichten sind die mit den hydraulischen Baggern erzielten Ergebnisse, wie dies zu erwarten war, vorzügliche. Die Erneuerungskosten werden für die ersten Jahre als verschwindend klein und die eigentlichen Baggerkosten nur zu $8\frac{1}{3}$ Pfg. (1 Penny) für 1 engl. Tonne oder ungefähr $\frac{1}{2}$ cbm angegeben. Die Leistung ist dabei eine recht bedeutende, da unvollkommene Gefäßfüllungen nur selten vorkommen. Jedes Gefäß des in Fig. 6a und 6b, Taf. I, dargestellten Doppelbaggers fasst z. B. bei $1,823^m$ (6 Fufs engl.) Dmr. rund $1,6^{cbm}$; der Balancier macht durchschnittlich 36 Doppelschwingungen in einer Stunde, so dass sich eine Leistung von rund 115^{cbm} in der Stunde ergibt. Das in Fig. 8a und 8b, Taf. I, dargestellte Gefäß hat bei $2,438^m$ (8 Fufs engl.) Dmr. $3,82^{cbm}$ Inhalt, und der Bagger gräbt mit nur einem Gefäß aus $4,6^m$ (15 Fufs engl.) Tiefe unter Wasserspiegel stündlich rund 137^{cbm} aus. Mit einem ebenso gebauten einfachen, vor Kopf arbeitenden Bagger von nur $1,8^m$ Gefäßdmr. oder $1,6^{cbm}$ Inhalt ist eine stündliche Leistung von 56^{cbm} (2000 Kubikfufs engl.) mit Leichtigkeit erreicht worden. Die Bagger bewähren sich dabei in Thonboden ebenso gut wie in Sand und Kies.

Dieselben Constructeure schlagen auch vor²⁾, den zwangsläufigen Gefäßschluss, anstatt durch Wasserdruck, durch eine Schraube zu bewirken, welche durch Kettenübertragung in Umdrehung versetzt wird; die Anordnung geht aus Textfig. 13 hervor. Das Gefäß hängt am Ende des Balanciers zwischen dessen Schilfen; die Hauptantriebscheibe sitzt auf der Schwingungsachse des Balanciers und überträgt ihre Bewegung durch eine Gelenkkette und Kegelräder auf die Schraube. Zur Ausführung scheint diese Construction noch nicht gelangt zu sein; sie dürfte sich wohl auch weniger als die obigen Constructionen bewähren.

Fig. 13.



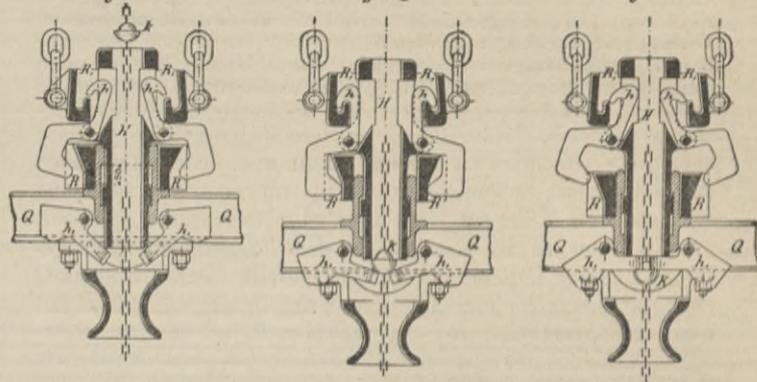
Drehschaufelbagger mit einer Kette. Eine nicht unbedeutende Anzahl neuerer, besonders in England patentirter Constructionen bezweckt bei gewöhnlichen Drehschaufelbaggern die Vermeidung der zweiten, zum Senken des offenen und Entleeren des gehobenen Gefäßes dienenden Kette, indem durch Einschaltung von Sperrvorrichtungen diese Arbeit ebenfalls auf die Hauptkrankette übertragen wird. Zwei solcher Constructionen, diejenigen von F. W. Batho und Fouracres sind schon bei der anderweiten Besprechung dieser Bagger erwähnt worden; zwei andere praktisch erprobte Constructionen, diejenigen von M. Wild und von H. J. Coles, sind auf Taf. I in Fig. 9a und 9b bzw. 5a bis 5i dargestellt.

Das Gestell, die Anordnung der Kettentrommel, der Schaufeln und des auf diese einwirkenden senkrecht verschiebbaren Querstückes ist bei dem Wild'schen Bagger¹⁾ in ähnlicher Weise wie bei dem Priestman'schen ausgebildet. Zur Aufnahme der selbstthätigen Sperrvorrichtung, welche Textfig. 14 bis 16 in $\frac{1}{20}$ zeigen, ist das Querstück aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzt und mit einem angelegenen ebenfalls zweiteiligen Hohlzylinder (in den Figuren schraffirt) versehen. In diesem ist eine Hülse H verschiebbar, welche zwei drehbare Haken h trägt, deren untere Verlängerungen als Gegengewichte wirken und die Haken stets nach außen, von der Hülse ab, zu drehen bestrebt sind; der

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.



Hub der Hülse H ist durch einen Bund begrenzt und beträgt im vorliegenden Falle 50^{mm} . Außen auf dem Hohlzylinder des Querstückes ist ein Ring R verschiebbar, in welchen die Verlängerungen der Haken h eingreifen und seine freie Bewegung entweder gestatten oder verhindern. In ähnlicher Weise wirken hinsichtlich der Hülse H die unter ihr an dem Querstücke drehbar befestigten Haken h_1 , welche durch ihre Gegengewichte bestrebt sind, stets die in Fig. 16 angegebene Lage anzunehmen. Die Hauptkrankette trägt an passender Stelle zwei stählerne Halbkugeln K von verschiedenem Durchmesser und ist durch die Hülse H hindurch und durch einen unter Q befestigten Führungshals zu der Kettentrommel T geleitet. Der Ring R_1 ist an dem Kranausleger in der Höhe, in welcher die Entleerung des Gefäßes stattfinden soll, mit zwei Ketten aufgehängt. Die Wirkungsweise ist nun folgende:

Textfig. 14 zeigt den Apparat in der Stellung, welche er nach erfolgtem Schlusse des Gefäßes einnimmt, und in dem Augenblick, in welchem er so weit gehoben worden ist, dass die Haken h an dem innern Ansatz des Ringes R_1 vorbeigegangen sind; dieselben sind hierbei durch den letzteren in das Innere der Hülse H hineingedreht worden. Ein weiteres geringes Anheben der Krankette bewirkt Zurückdrehen der Haken h , die sich in den Ring R_1 einhängen, sobald die Krankette nachgelassen wird, indem sie zugleich den Ring R verhindern, niederzusinken (Fig. 15). Durch die Haken h und den Anlauf an H ist somit auch das Querstück Q in R_1 aufgehängt, und bei weiterem Nachlassen der Krankette sinkt nur das Baggergestell mit den Schaufeln, die sich hierbei

¹⁾ Nach gefl. Mittheilungen von Stothert & Pitt in Bath (Wales).

s. a. Centralbl. d. Bauverw. 1885 S. 191 m. Abb.

L'ingénieur mécanicien 1885 S. 56 m. Abb.

¹⁾ Engineering 1884 Bd. XXXIII S. 520; 1885 Bd. XXXIX S. 648. Iron 1885 Bd. XXVI S. 366.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 1686 vom 24. Juni 1880.

zurückdrehen, d. h. öffnen. Zugleich sind die in die Krankette eingeschalteten Kugeln K unter die Hebel h_1 gelangt; wird nunmehr die Krankette wieder angezogen, so fassen die Kugeln unter h_1 und heben die ganze Baggervorrichtung an; die Haken h kommen außer Eingriff mit R_1 und werden durch den niedersinkenden Ring R nach innen gedreht und in dieser Lage festgehalten (Fig. 16). Das ganze Gewicht des geöffneten Baggers ruht nunmehr wieder in der Krankette und kann auf den Boden gesenkt werden; sobald dieser erreicht ist und die Kette noch weiter nachgelassen wird, dreht die niedersinkende Hülse H die Hebel h_1 zurück, an welchen alsdann die Kugeln K beim Wiederanziehen der Kette frei vorbeigehen, infolgedessen das Gefäß geschlossen werden kann (Fig. 14).

Bei dem bereits früher besprochenen Bagger von H. J. Coles¹⁾, Taf. I Fig. 5, trägt das auf dem senkrechten Schenkel des T förmigen Gestelles verschiebbare Querstück an den Seiten zwei kleine Wellen w , auf welchen einerseits zwei Haken h , andererseits zwei Gewichtshebel g befestigt sind, welche letztere die Haken h nach innen zu drehen bestrebt sind. Unterhalb der Gewichtshebel sitzen auf zwei der Druckstangen dd_1 kleine Winkel, welche bei Verschiebungen der Druckstangen in ihrer eigenen Richtung — ermöglicht durch die länglichen Zapfenlöcher — die Gewichtshebel anheben und dadurch die Haken h nach außen drehen. An dem Krankenausleger hängen in der für die Entleerung des Gefäßes bestimmten Höhe drei Flacheisenstangen, durch Ringe in richtiger gegenseitiger Lage erhalten und an ihren unteren Enden mit drehbaren Haken h_1 von der aus Fig. 5d erkennbaren Form ausgerüstet, welche durch leichte Federn nach innen gedrückt werden. Die Krankette ist durch die mittlere Oeffnung des oberen Ringes, an welchem die Flacheisenstangen hängen, hindurch und zu dem Baggergefäß geführt; außerdem ist zwischen diesem oben und dem unten noch ein senkrecht verschiebbarer Ring mit centraler Oeffnung zur genauen Führung der Krankette angeordnet (Fig. 5i).

In Figur 5d ist das geschlossene Baggergefäß ganz gehoben und zur Entleerung bereit dargestellt. Das Querstück Q ruht mit einem an ihm befestigten ringförmigen Kopfe R auf den drei Sperrhaken h_1 , an welchen R bei der Aufwärtsbewegung frei vorbeigehen konnte; durch Nachlassen der Krankette sinkt daher wieder nur das Gestell mit dem Baggergefäß, welches hierbei in der mehrfach beschriebenen Weise geöffnet wird (Fig. 5e). Die Haken h fallen dabei in zwei in dem senkrechten Schenkel des Gestelles befindliche Schlitz (Fig. 5i), wodurch die Schaufeln verhindert werden, sich wieder zu schließen. Um den Kopf R aus den Sperrhaken h_1 zu befreien, ist das Baggergestell mit einem kegel förmigen Kopfe versehen, welcher bei weiterem Ablassen der Krankette die Haken nach außen drückt und dadurch das ganze Gewicht des geöffneten Baggers wieder auf die Krankette überträgt, mittels deren derselbe auf den Boden gesenkt wird. Sobald die Schaufeln auf diesem aufrufen und die Kette angezogen wird, sinkt das Querstück Q zunächst um die Größe des Spielraumes, den die Zapfen in den Stangen dd_1 haben, die kleinen Gewichtshebel g werden hierbei durch die an d befestigten Winkel festgehalten und die Wellen w mit den Haken h nach außen gedreht, so dass nunmehr durch fortgesetzten Zug an der Kette das Querstück abwärts bewegt und das Gefäß geschlossen werden kann.

Nach ähnlichen Grundsätzen wie die vorstehenden sind auch die meisten anderen Constructionen in mehr oder weniger geschickter Weise ausgeführt, und sei hinsichtlich einiger derselben auf die unten angegebenen Patentschriften verwiesen²⁾.

Ueber die Zweckmäßigkeit der Verwendung nur einer Kette zum Senken und Heben, Schließen und Öffnen der Drehschaufelbagger sind die Ansichten geteilt. Es ist gegen dieselbe geltend zu machen³⁾, dass das geschlossene Gefäß

behufs Wiedereröffnung jedesmal zu derselben Höhe emporzuziehen ist, auch wenn es, was häufig vorkommt, sich nicht gefüllt hat, dass dasselbe nur schwer zu lösen ist, sobald es sich unter Wasser an schweren Steinen, Baumstämmen oder dergl. festgebissen hat, sowie, dass bei Kettenbrüchen das Gefäß durch Taucher gehoben werden muss, während bei Vorhandensein einer zweiten Kette die Hebung mittels dieser möglich ist. Auch ist die Handhabung nicht immer so einfach, wie bei Verwendung zweier Ketten, da im allgemeinen behufs Auslösung der Sperrvorrichtung vor dem Senken des Gefäßes ein nochmaliges kurzes Anheben, also eine nochmalige Aenderung in der Drehungsrichtung der Maschine, erforderlich ist, wodurch die Anzahl der Hübe vermindert wird; bei der Construction von Coles ist dies vermieden. Andererseits ist gegen die Zweikettenbagger anzuführen, dass die beiden Ketten während des Arbeitens sich zuweilen verschlingen, dass der Verschleiß bezw. die Erneuerungskosten durch die zweite Kette vergrößert werden, sowie besonders, dass die Winde entsprechend eingerichtet sein muss, um zwei Ketten gleichmäßig aufzuwinden und bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander ablaufen zu lassen, infolge dessen es nicht möglich ist, das Baggergefäß an jeden beliebigen Dampfkrän, der im übrigen stark genug ist, anzuhängen.

Im allgemeinen dürften die Gründe, welche gegen eine und für zwei Ketten sprechen, überwiegen, wenigstens sobald es sich um dauernde oder umfangreiche Baggerarbeiten handelt.

Construction der Baggerschaufeln. Die Form der Baggerschaufeln ist bei den meisten Ausführungen die eines Viertel-Kreiscylinders, der aus starkem Eisenblech und L-Eisen zusammengenietet ist; die Schneide wird durch eine aufgenietete Stahlplatte hergestellt. Gefäße, welche im geschlossenen Zustande eine Halbkugel bilden, finden sich vielfach in amerikanischen Constructionen¹⁾. Sehr zweckmäßig erscheinen die von Bruce und Batho angewandten drei- und vierteiligen halbkugelförmigen Gefäße, da die keilartige Gestalt der Schaufeln das Eindringen derselben in den Boden sehr erleichtert. Bei dem in Fig. 3a bis 3c Taf. I dargestellten vierteiligen Gefäße von Batho liegen, wie schon erwähnt, die beiden Drehachsen der Schaufeln über einander; da hierdurch die 4 Schaufeln den Boden nicht gleichzeitig angreifen, so soll die Sicherheit des ersten Eindringens in denselben erhöht werden. Die Schaufeln dieser Gefäße sind aus gewalzten Stahlblechen hergestellt, ebenso die Hebel, Gleitstücke, Bolzen usw. aus Stahl angefertigt; die besondere Construction geht im übrigen aus den Zeichnungen hervor. Glatte Blechschaufeln sind in ihrem oberen Teile mit Oeffnungen zu versehen, um dem bei unvollkommenen Füllungen mitgeschöpften Wasser den Abfluss vor der Entleerung des Gefäßes zu ermöglichen. Bei Baggerungen in Kies und Thonboden verwendet man an Stelle der ganz glatten Blechschaufeln solche, die an den Schneiden mit starken Stahlzähnen besetzt sind (Fig. 5 Taf. I), welche bei geschlossenem Gefäße fingerartig in einander greifen; je nach Art des auszugrabenden Bodens werden die Zähne mehr oder weniger dicht angeordnet. Dieselben verhindern auch, dass große Steine zwischen den Schneiden festgeklemmt werden, welche den vollständigen Schluss der Gefäße unmöglich machen und deren vorzeitige Entleerung verursachen. Zur leichteren Auswechslung einzelner abgebrochener Zähne wird zuweilen vorgezogen, dieselben anzuschrauben, nicht anzunieten, obwohl die vorstehenden Köpfe und Mutter beim Graben ebenso wie auch bei der Entleerung störend erscheinen. Ist grobes Gerölle zu heben, so werden anstatt der Blechschaufeln Gefäße verwendet, welche nur aus gekrümmten vorn zugespitzten starken Stäben bestehen (Fig. 9a, 9b) und in kräftigen Rahmen befestigt sind.

Die in Fig. 1, 2, 5 und 9 auf Taf. I dargestellten Gefäße haben 0,55 bis 0,6^{cbm} Inhalt und gehören zu Baggern mittlerer Größe; die Hauptmaße sind eingeschrieben. Das Verhältnis des Halbmessers zur Länge der halbcylindrischen Gefäße ist gewöhnlich 0,5 bis 0,6; jedoch findet sich auch

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 11247 v. 13. Aug. 1884.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 2913 v. 14. Juli 1880; 5501 v. 18. September 1882; 776 v. 6. August 1883; 12103 v. 6. September 1884; 17032 v. 30. December 1884; 302 v. 9. Januar 1885; 3167 v. 11. März 1885.

³⁾ s. a. Centralbl. der Bauverw. 1885 S. 212.

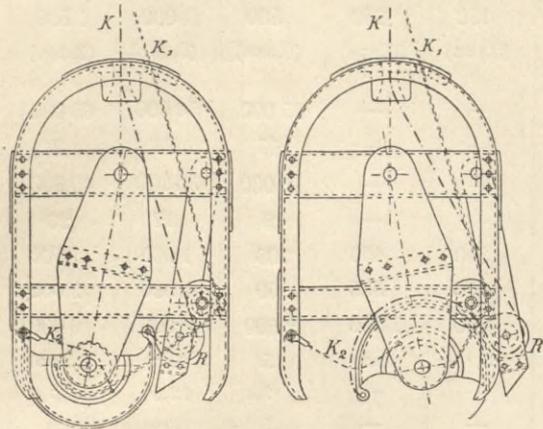
¹⁾ Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 126.

Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 173 u. f.

zuweilen weniger vorteilhaft Halbmesser-Länge. Ueber die Stärke der zu verwendenden Dampfkrane geben die später folgenden Tabellen Anhaltspunkte.

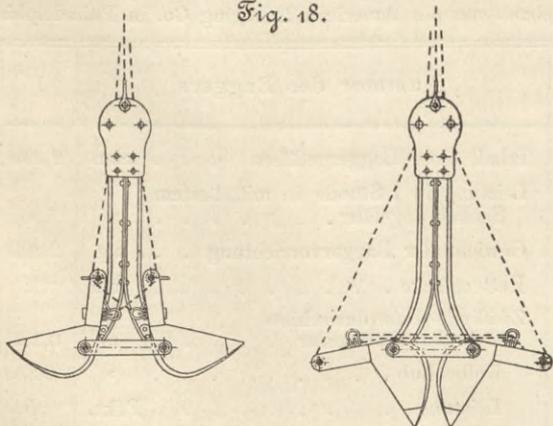
Anstatt zweier Viertel-Kreiscylinder schlagen Standfield und Clark²⁾ vor, eine einzige halbcylindrige Schaufel zu verwenden (Textfig. 17), welche während der Drehung um ihre Achse gleichzeitig in der Schneidrichtung vorwärts bewegt wird. Sie ist zu diesem Zwecke in zwei schwingenden Schilden gelagert, deren Bewegung zugleich mit der Drehung

Fig. 17.



der Schaufel durch eine an letzterer befestigte Kette K bewirkt wird, welche über eine ebenfalls in Schwingen gelagerte Rolle geleitet ist; eine zweite Kette K_1 dient zum Niederlassen der Vorrichtung und zum Entleeren des gefüllten Gefäßes. K_2 soll eine zu weitgehende Drehung des letzteren verhindern. Ueber die praktische Anwendung der Construction ist nichts bekannt geworden; es erscheint übrigens fraglich, ob die gewünschte schwingende Bewegung — die nicht einmal vorteilhaft ist — durch den einseitigen Kettenzug erreicht wird. Die aufzuwendende Arbeit zur vollständigen Drehung des halbcylindrischen Gefäßes wird — gleiche Abmessungen vorausgesetzt — geringer sein als diejenige, welche zur Herbeiführung des Schlusses eines aus 2 Viertel-Kreiscylindern bestehenden Gefäßes erforderlich ist.

Fig. 18.



Zur Ausführung von Brücken Gründungen²⁾ sind Dreh-schaufelbagger verwendet worden, bei welchen die beiden Schaufeln nach außen, anstatt gegen einander nach innen,

arbeiteten (Textfig. 18); dieselben sollen befriedigende Leistungen ergeben haben. Es kann jedoch für größere Bagger in dieser Anordnung — auch abgesehen von der vorliegenden unvollkommenen constructiven Ausführung — gegenüber der sonst gebräuchlichen kein Vorteil erkannt werden, um so weniger, da die gewählte Schaufelform mehr schiebend als schneidend auf den Boden wirkt und infolge dessen große Widerstände hervorruft.

Art der Arbeitsausführung. Ueber die Art der Arbeitsausführung mit Dreh-schaufelbaggern bleibt nur wenig zu sagen. Im allgemeinen werden mit Hilfe des Drehkranes nahezu halbkreisförmige Rinnen ausgebaggert; das Baggerschiff ist alsdann nur nach Vollendung je einer Rinne zu verlegen, und genügt hierzu ein Vorder- und ein Hinteranker mit Windevorrichtungen, welche bei kleinen und mittelgroßen Baggern vielfach von Hand bedient werden. Zuweilen lässt man auch das Baggerschiff selbst unter Zuhilfenahme zweier Seitenanker Schwingungen um einen oder zwei Hinteranker ausführen¹⁾, wie Textfigur 19 andeutet. Hierbei braucht der Drehkran nach jedem Hube nur eine kleine Seitenbewegung behufs Entleerung des Gefäßes zu machen; dagegen sind die beiden Seitenankerketten nach jedem Hube anzuziehen bzw. nachzulassen. Die

Fig. 19.

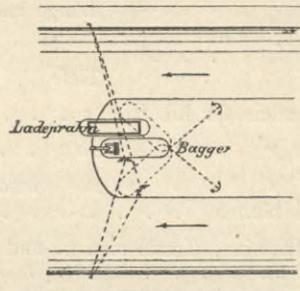
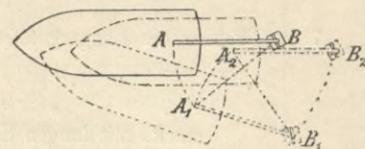


Fig. 20.



Anordnung der hierauf bezüglichen Windevorrichtungen wird bei den Eimerkettenbaggern näher erörtert werden. Bei amerikanischen Baggern nach Art des in Textfig. 11 S. 9 dargestellten sind die Anker zur Festlegung des Baggerschiffes vielfach durch zwei senkrechte Ankerstangen A ersetzt, welche durch eine besondere Winde in den Boden gesenkt bzw. aus demselben ausgehoben werden; bei Benutzung solcher Stangen werden halbkreisförmige Rinnen mittels des Drehkranes ausgegraben, und nach Fertigstellung einer solchen wird das Schiff mit Hilfe des Baggergefäßes selbst verlegt, wie Textfigur 20 veranschaulicht²⁾. Soll dasselbe aus der Stellung $A B$ nach $A_2 B_2$ gelangen, so lässt man die Schaufeln bei B in den Boden sich eingraben, zieht alsdann die Ankerstangen hoch und setzt den Drehkran in Bewegung; der Baggerapparat wirkt hierbei wie ein Anker, um den das Schiff schwingt, infolge dessen der Kranausleger in die Stellung $B A_1$ gelangt. Das Baggergefäß wird nunmehr hochgezogen, bei B_1 in den Boden gesenkt und derselbe Vorgang wiederholt, sodass der Kranausleger die Stellung $B_1 A_2$ einnimmt. Nach Befestigung der Ankerstangen kann alsdann mittels des Kranes die Rinne $B_1 B_2$ ausgegraben werden.

Hauptverhältnisse, Leistungen und Kosten. Zum Schlusse dieses Abschnittes sind nachstehend die Hauptverhältnisse einiger der besprochenen Bagger sowie die ungefähren Leistungen derselben mitgeteilt.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 5278 v. 16. December 1880.

²⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880/81 Bd. LXV S. 248 m. Abb.

¹⁾ The Engineer 1879 Bd. XXXVIII S. 201.

²⁾ Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 181 u. f.

I. Drehschaufelbagger von Priestman Bros. (Fig. 1 u. 2 Taf. I)

nach Mitteilungen von Büniger & Leyrer in Düsseldorf.

Lfd. No.	Nummer des Baggers	1	2	3	4	5	6
1	Fassungsvermögen des Baggergefäßes } kg (cbm)	150 (0,105)	250 (0,174)	500 (0,348)	1 000 (0,700)	1 500 (1,000)	2 000 (1,348)
2	Leistung in 1 Stunde bei 6 ^m Hubhöhe						
	a) in Schlamm, Schlick u. dgl. (glatte Schaufel) ungefähr } kg cbm	—	—	25 000 17	50 000 34	65 000 44	80 000 54
	b) in Kies, Thon u. dgl. (gezahnte Schaufel) . . . } kg cbm	—	—	15 000 8	30 000 17	40 000 23	50 000 34
3	Gewicht eines Baggergefäßes für lfd. No. 2a kg	300	450	700	1 000	1 500	1 750
	» » » » » » » 2b »	400	550	950	1 500	2 000	2 600
4	Tragfähigkeit des zugehörigen Kranes kg	750	1 250	2 500	4 000	6 000	8 000
5	Ausladung des zugehörigen Kranes m	3,70	4,30	5	5,50	5,50	5,50
6	Abmessungen der zu verwendenden Baggerschiffe						
	Länge ungefähr m	—	—	9,4	12,5	15,7	18,8
	Breite » »	—	—	5	6,25	6,9	7,5
	Tiefe » »	—	—	1,25	1,57	1,88	2,2
7	Preis eines Baggergefäßes allein für lfd. No. 2a M	450	600	750	1 200	1 700	2 000
	» » » » » » » 2b »	700	950	1 200	1 750	2 300	2 700
	» » » » » » » 2b besonders stark, mit langen Stahlzähnen »	850	1 200	1 500	2 000	2 500	2 850
8	Preis eines Kranes mit Maschine, Kessel u. s. w. und einer Baggereinrichtung wie 2a »	7 500	8 500	10 500	12 800	16 500	19 500

II. Drei- u. vierschaufelige Bagger von Bruce u. Batho (Fig. 3 Taf. I)

mitgeteilt von G. Diechmann in Berlin.

Lau- fende No.	Durchmesser des Gefäßes		Inhalt des Gefäßes	Gewicht (ungefähr) des Gefäßes		Tragkraft des Kranes für	
	ge- schlossen	offen		drei- schau- feligen	vier- schau- feligen	drei- schau- felige	vier- schau- felige
	m	m		kg	kg	t	t
1	0,915	1,220	0,200	500	545	1,5	1,5
2	1,070	1,400	0,310	635	770	2	2
3	1,220	1,575	0,480	860	950	2	2,5
4	1,370	1,730	0,680	1 040	1 225	3	3
5	1,525	1,930	0,935	1 270	1 540	4	4
6	1,680	2,080	1,245	1 590	1 900	5	5
7	1,830	2,285	1,615	1 950	2 360	6	6,5
8	1,980	2,440	2,040	2 360	2 860	8	8
9	2,135	2,590	2,550	2 860	3 400	10	10
10	2,440	2,895	3,825	3 400	4 500	14	15

Bemerkung. Die Metermaße sind aus den engl. Maßen berechnet.

III. Drehschaufelbagger von Hall (Textfig. 8)

gebaut von der American Dredging Co. in Philadelphia.

Lfd. No.	Nummer des Baggers	1	2
1	Inhalt eines Baggergefäßes . . . cbm	2,600	3,750
2	Leistung in 1 Stunde in mittelfestem Schlick ungefähr . . . »	190	260
3	Gewicht der Baggervorrichtung . . kg	2 200	5 400
4	Kettenstärke mm	27	35
5	Zwillings-Dampfmaschine		
	Cylinderdurchmesser m	0,350	0,400
	Kolbenhub »	0,500	0,600
	Leistung Pfkr.	95	125
	Kohlenverbrauch in 10 Stunden . kg	1 500	2 000
6	Abmessungen der Baggerschiffe		
	Länge m	24,00	30,00
	Breite »	9,00	10,00
	Tiefe »	2,50	2,70
	Tiefgang »	1,00	1,20
	Gewicht t	50	65
7	Anschaffungskosten des Schiffes (Eisen) M	61 200	72 000
8	» der Maschinen, Kessel und Baggereinrichtungen . »	62 960	68 400

Bemerkung. Nach Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 184.

IV. Drehschaufelbagger von M. Wild (Fig. 9a und 9b Taf. I)

gebaut und mitgeteilt von Stothert & Pitt in Bath.

Lfd. No.	Nummer des Baggers	1	2	3	4
1	Inhalt des Baggergefäßes cbm	0,383	0,574	0,765	1,147
2	Leistung in 1 Stunde				
	a) in Schlamm, Schlick u. dgl. ungefähr kg	25 000	35 000	50 000	75 000
	b) in Kies, Thon »	15 000	25 000	35 000	50 000
3	Gewicht eines Gefäßes mit Sperrvorrichtung a) für 2a . . . »	862	913	1 065	1 218
	» » » » b) » 2b . . . »	1 268	1 776	2 030	2 537
	» » » » c) » grobes Gerölle »	1 319	1 979	2 537	3 045
4	Tragfähigkeit des zugehörigen Kranes »	5 000	6 000	7 000	10 000
5	Abmessungen der zu verwendenden Baggerschiffe				
	Länge ungefähr m	10,70	12,20	15,25	18,30
	Breite » »	4,57	6,10	7,62	7,62
	Tiefe » »	1,52	1,52	1,83	2,00
6	Preis eines Baggergefäßes für 3a ungefähr M	1 985	2 290	2 800	3 225
	» » » » 3b » »	2 625	2 980	3 500	4 150
	» » » » 3c » »	2 630	3 000	3 550	4 200
	» » Kranes ohne Baggergefäß » »	8 000	11 600	14 200	16 885

Die in Tabelle III verzeichneten Bagger machen gemäß der angegebenen Quelle bei 5 bis 7 m Baggertiefe 80 bis 90 Hebungen in 1 Stunde. Diese Leistung erscheint sehr hoch und ist bedeutend mehr, als im allgemeinen mit den Baggern der ersten drei Tabellen erreicht wird. Nach Beobachtungen des Verfassers machte ein Priestman'scher Bagger bei Arbeiten in ungefähr 4 m Tiefe in Kiesboden etwa 50 vollständige Spiele in einer Stunde oder 1 Spiel in ungefähr 70 Sekunden; der Kran musste bei jedem Hube um annähernd 180° hin und zurück, also im ganzen um 360° gedreht werden. Vergleicht man dies mit den Angaben der ersten Tabelle, so würde sich für Kies ein durchschnittlicher Füllungsgrad des Gefäßes von 0,6 ergeben, was mit der Wirklichkeit übereinstimmen dürfte. Bei Arbeiten in wenig festem Schlick ist der Füllungsgrad der Gefäße größer; dieselben sind häufig sogar überfull, so dass man im Durchschnitt bei längeren Arbeiten auf 0,8 bis 0,9 Füllung rechnen kann. Es hängt übrigens die Leistung zum großen Teil auch von der mehr oder weniger großen Geschicklichkeit des Maschinisten ab.

In den Docks zu Hull ¹⁾ ergab der in Fig. 1 und 2 auf Taf. I dargestellte Priestman'sche Bagger No. 4 folgende durchschnittliche Leistungen in einer Stunde:

- bei Schlammabaggerungen etwa 5,2^m unter Wasser 50 000 kg (Gesamtarbeitszeit 128 Std.).
- bei Baggerungen in steifem Thon etwa 2,4^m unter Wasser 26 500 kg (Gesamtarbeitszeit 306,8 Std.).

Zur Bedienung waren erforderlich: 1 Maschinist (25 M Wochenlohn), 1 Heizer (19 M Wochenlohn) und 1 Arbeiter zum Versetzen und Beladen der Prähme usw. (24 M Wochenlohn). Die Kohlen kosteten 1 Tonne 13 M. Die Baggerkosten betragen ohne Abschreibung, Zinsen und Erneuerung und ohne Transport des Baggergutes:

	bei 1.	bei 2.
Arbeitslohn für 1 Tonne gebaggertes Material	11,4 Pfg.	12,10 Pfg.
Kohlen, Oel usw.	2,2 Pfg.	4,75 Pfg.

Für 1 Tonne Summe 13,6 Pfg. 16,85 Pfg.
oder annähernd für 1^{cbm} 18 Pfg. 23,5 Pfg.

Veranschlagt man die Kosten der ganzen Anlage einschl. Baggerschiff und Ersatzteile zu rund 25 000 M und verrechnet

man die Kosten für Verzinsung, Abschreibung und Erneuerungen auf 250 Arbeitstage mit je 8 wirklichen Arbeitsstunden, so erhöhen sich die Ausgaben für 1^{cbm} ohne Transport des Materiales auf 25 Pfg. bzw. 35 Pfg.

Ein Bagger nach Art des in Textfig. 11 S. 9 dargestellten ergab bei Arbeiten im Hafen von Quebec ¹⁾ in 10 Std. eine Leistung von 920^{cbm} festen Sand oder Kies bei einem Kohlenverbrauche von 1600 kg oder von 1,74 kg für 1^{cbm}. Das Baggergefäß hatte 1,6^{cbm} Rauminhalt, so dass — volle Füllungen gerechnet — stündlich 57 bis 58 Hübe gemacht werden mussten, eine Leistung, die auch noch ziemlich hoch erscheint.

Ein Fouracres'scher Bagger (Fig. 4, Taf. I), der bei Herstellung des Patna-Kanales verwendet wurde ²⁾, hatte folgende Verhältnisse:

Baggerschiff (Eisen) Länge	15,24 ^m
» Breite	4,57 ^m
» Tiefe	1,22 ^m
» Größter Tiefgang	0,533 ^m
Gefäßinhalt	0,453 ^{cbm}
Größte Baggertiefe	2,44 ^m unter Wasser
Beschaffungskosten	16 000 M

Die durchschnittlichen Ergebnisse und Kosten einer 125 tägigen Arbeit mit einer täglichen durchschnittlichen Arbeitszeit von 6,6 Stunden waren:

Füllung des Gefäßes	0,334 ^{cbm} = 0,74 des Inhaltes
Anzahl der Füllungen in 1 Stunde	45,5
Leistung in 1 Stunde	15,2 ^{cbm}

Kosten für 1^{cbm} gebaggertes Material, teils Schlick, teils Sand: Ausgraben und Füllen der Prähme ohne Transport derselben,

Arbeitslöhne, Kohlen usw.	10,7 Pfg.
Erneuerungen	2,3 Pfg.
10 pCt. Zinsen, Abschreibung usw.	5,2 Pfg.

Gesamtkosten für 1^{cbm} 18,2 Pfg.

Die Einzellöhne und Kohlenpreise sind nicht angegeben.

¹⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880/81 Bd. LXIII S. 265.

²⁾ The Engineer 1879 Bd. XXXXVIII S. 200.

¹⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880/81 Bd. LXV S. 310.

Die Baggerkosten werden naturgemäß durch die jeweiligen örtlichen Verhältnisse wesentlich beeinflusst, und ist bei Vorschlägen neben den Löhnen, Kohlenpreisen usw. besonders auch zu berücksichtigen, ob häufige Unterbrechungen der Arbeit wahrscheinlich sind, da die Löhne für die Dauer der Unterbrechungen weiter bezahlt werden und die Leistung verhältnismäßig sich verringert. Solche Unterbrechungen können sowohl durch den anderweitigen Verkehr auf der Arbeitsstelle, durch den Transport des Materiales, wie auch bei sehr ungleichmäßigem Boden durch erforderliche Auswechslung der Baggergefäße herbeigeführt werden; diese Verhältnisse entziehen sich der allgemeinen Beurteilung.

3. Eimerkettenbagger.

Gesamtanordnung. Bei den Eimerkettenbaggern mit geneigter Eimerleiter, die hier nur besprochen werden sollen, ist in erster Reihe die Anordnung der Eimerleiter in dem Baggerschiffe von grundsätzlicher Wichtigkeit; dieselbe kann senkrecht oder parallel zur Schiffslängsachse liegen. Die erstere Anordnung scheint ganz verlassen zu sein, was mit Rücksicht auf die hierbei sich ergebende geringe Stabilität des Schiffes und die unbequeme Bedienung des Baggers mit Ladeprahmen vollständig gerechtfertigt ist. In der zweiten Anordnung können zwei getrennte Leitern, die dann gewöhnlich aufsenbords liegen, oder eine einzige Leiter in der Schiffslängsachse gewählt werden; die Ausschüttung der Eimer kann am Hinterschiffe — sogenannte Hinterschütter — oder ungefähr in der Schiffsmitte nach beiden Seiten hin erfolgen. Die Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Anordnungen sind genügend bekannt¹⁾ und bedürfen deshalb keiner eingehenden Erörterung.

Die meisten Vorteile und wenigsten Nachteile bietet die Anwendung einer einzigen Eimerleiter, welche in der Schiffslängsachse liegt und nach beiden Seiten hin ausschütten kann; es ist deshalb auch in allen bekannt gewordenen neueren großen Baggermaschinen diese Aufstellungsart gewählt, abgesehen von einigen wenigen besonderen Ausführungen, bei welchen die Eimerleiter nicht unmittelbar im Baggerschiffe, sondern an dem Gerüste eines Drehkranses befestigt ist.

Bei der Verwendung einer mittleren Eimerleiter ist noch zu beachten, ob der Bagger »vor Kopf« arbeiten, d. h., sich freibaggern und für das Schiff überhaupt erst die Fahrinne herstellen soll, oder ob das Fahrwasser nur zu vertiefen ist und der Bagger »unter dem Prahm« arbeiten kann; welche dieser Arten zu wählen ist, wird von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen und den vorzunehmenden Arbeiten abhängen und ist in erster Linie nur auf die Construction des Baggerschiffes, sowohl hinsichtlich der Festigkeit wie auch bezüglich der Stabilität, von Einfluss. Die größere Zahl der Bagger ist zum Arbeiten vor Kopf eingerichtet; es liegt alsdann die Leiter in einem vorn offenen Schlitz des Schiffes, dessen Seiten nur in Höhe oder oberhalb des Decks verbunden werden können, um ein genügend hohes Anheben der Eimerleiter zu ermöglichen. Bei den unter dem Prahm arbeitenden Baggern fällt letztere Notwendigkeit fort, und es ist daher möglich, den die Eimerleiter aufnehmenden Schlitz vorn ganz zu schließen und eine feste zuverlässige Verbindung zwischen den beiden Seiten desselben herzustellen²⁾. In jedem Falle ist — wenigstens bei Baggern für dauernde Arbeiten — auf zuverlässigste Construction der Schiffskörper zu halten; die schon mehrfach ausgeführte Trennung des Schiffes in wasserdichte Schotte dürfte in den meisten Fällen durchaus angezeigt erscheinen.

¹⁾ Hagen, a. a. O. S. 160.

Bücking a. a. O. S. 354.

Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 441.

²⁾ s. u. a. L. Hagen, Sammlung ausgeführter Dampfbagger usw. Blatt 6, 9.

Engineering 1880 Bd. XXIX S. 341. Bagger für Kurrachee v. Hawks, Crawshay & Sons mit Zeichn.

Engineering 1883 Bd. XXXVI S. 470. Bagger von J. und G. Rennie mit Zeichn.

The Engineer 1885 Bd. LX S. 300. Bagger für Melbourne von W. Simons & Co. mit Zeichn.

Es ist ferner zu beachten, dass große Bagger, auch abgesehen von dem höheren Wirkungsgrade, im Durchschnitt wesentlich billiger arbeiten werden als kleine oder mittlere, da die Leistung derselben viel bedeutender ist, während die nötige Bedienungsmannschaft in allen Fällen fast die gleiche bleibt; sofern der Umfang der auszuführenden Arbeiten dies zulässt, empfiehlt sich daher die Verwendung großer Bagger. Die größte Jahresleistung eines Priestman'schen Baggers No. 6 kann man bei 300 Arbeitstagen in Schlick zu etwa 130 000^{cbm}, in feinem Kies, Thon usw. zu etwa 80 000^{cbm} annehmen.

Auf Tafel II ist ein sorgfältig durchgearbeiteter neuerer englischer Eimerkettenbagger dargestellt, welcher im Jahre 1882 von der Firma Hawks, Crawshay and Sons in Gateshead-upon-Tyne für den Wearfluss gebaut¹⁾ worden ist und eine Leistungsfähigkeit von ungefähr 500^t in der Stunde besitzt. Die Gesamtanordnungen sowie die hauptsächlichsten Abmessungen gehen aus Fig. 1 bis 4 hervor.

Die obere Schwingungsachse der Eimerleiter ruht in der Mitte des Schiffes auf einem starken aus kastenförmigen Trägern gebildeten Rahmen, welcher durch 4 genietete schmiedeiserne Säulen von rechteckigem Querschnitt getragen wird; diese sind auf den Seitenkielschweinen zuverlässig befestigt und außerdem durch starke schmiedeiserne Streben gesichert. Auf Trägern zwischen diesen Säulen einerseits und auf je zwei leichteren in der Nähe der Schiffsbords befindlichen schmiedeiserne Säulen andererseits ruhen die aus Blech, L und T-Eisen gebildeten beiden Schüttrinnen; umlegbare Klappen bewirken in bekannter Weise, dass das Baggergut nach rechts oder links oder nach beiden Seiten zugleich in die Ladeprahme rutscht. Die Neigung der Rinnen beträgt nur 20° gegen die Wagerechte und ist für die selbstthätige Abwärtsbewegung vieler Materialien zu gering; es kann deshalb Wasser durch eine seitlich in die Höhe geführte Leitung in die Rinne gepumpt werden, um die Entleerung zu bewirken. Vielfach wird vorgezogen, die Eimerleiter höher, als hier geschehen, zu lagern, um für die Rinnen genügendes Gefälle — mindestens 33° bis 35° Neigung — zu gewinnen. Die Mehrarbeit, welche durch höheres Heben des Baggergutes hierbei entsteht, kommt bei der Gesamtarbeit kaum in Betracht; es wird jedoch auch, was wohl zu beachten ist, die Eimerleiter nicht unwesentlich länger und schwerer sowie die Anzahl der Eimer, Kettenglieder und Leitrollen vermehrt. Im allgemeinen dürfte immerhin eine stärkere Neigung der Rinnen vorzuziehen sein, und nur, wenn vorwiegend leichte und weiche Materialien zu baggern sind, oder wenn die weitere Fortschaffung derselben durch Rohrleitungen unter Wasserzusatz erfolgt — Einrichtungen, die später noch besprochen werden —, scheint eine geringere Neigung der Rinnen angemessen.

Die Eimerleiter besteht aus zwei hohen Blechträgern, welche in der aus Fig. 5 und 6 Taf. II erkennbaren Weise mit einander verbunden und gehörig verstrebt sind; die obere Hälfte der Eimerleiter ist durch eine gekrümmte Rinne an ihrer unteren Seite geschlossen, damit die aus den Eimern und bei der Ausschüttung überspritzende Erde nicht auf das Schiff falle. Aus demselben Grunde ist die Leiter neben den Eimerführungen mit abnehmbaren 380^{mm} hohen Schutzwänden versehen (in der Zeichnung nicht dargestellt), ebenso wie die Seiten des die Leiter tragenden Gerüsts durch Blechwände geschlossen sind. Behufs Führung der Eimer und Eimerkette sind auf der Leiter 12 Hartgussrollen von 0,305^m Dmr. und 1,345^m Länge angeordnet. Das untere Ende der Eimerleiter hängt in einem fünffachen Flaschenzuge, welcher an einem starken hohen Gerüste befestigt ist, und dessen beide Zugketten mittels Leitrollen zu einer

¹⁾ Nach gef. Mitteilungen von Hawks, Crawshay & Sons in Gateshead.

s. a. Engineering 1883 Bd. XXXV S. 36 u. f. m. Zeichn.

mittschiffs liegenden Dampfwinde geführt sind. Mit der 22,55^m langen Eimerleiter kann der Bagger bis zu 9,45^m Tiefe unter Wasser und 3,5^m vor Kopf des Schiffes arbeiten. Das Schiff selbst hat 1,83^m größten Tiefgang.

Die Achse der oberen Kettentrommel zum Antriebe der Eimerkette ist in zweckmäßiger Weise von der Schwingungsachse der Leiter getrennt, jedoch in demselben Bocke wie diese gelagert. Zu ihrem Betriebe dient eine unter Deck stehende direktwirkende Verbundmaschine, welche bei 60 Umdr. in 1 Min. bis zu 300 ind. Pfk. leistet; ihr kleiner Cylinder hat 0,546^m (21,5 Zoll engl.), der große 1,016^m (40 Zoll engl.) Dmr., der Hub beträgt 0,762^m (30 Zoll engl.). Der hinter der Maschine liegende Röhrenkessel mit rückkehrender Flamme arbeitet mit 5,625^{kg} Ueberdruck und hat 106,89^m Heizfläche bei 3,729^m Rostfläche.

Zur Bewegungsübertragung von der Kurbelwelle auf die obere Kettentrommel sitzen auf ersterer 2 gussstählerne Stirnräder von bezw. 1,020^m und 1,187^m Dmr., (89^{mm} Teilung und 254^{mm} Zahnlänge), welche, durch eine lange Hülse verbunden, vermittels Handhebel auf der Kurbelwelle verschoben werden und hierdurch mit dem einen oder anderen der beiden auf einer Zwischenwelle befestigten Stahlräder von bezw. 2,888^m und 2,743^m Dmr. in Eingriff oder ganz außer Eingriff gebracht werden können (Fig. 1 und 3). Von der Zwischenwelle aus erfolgt durch zwei Paar gussstählerner Kegelräder und eine stehende Welle der Antrieb einer oben auf dem Gerüste gelagerten Vorgelegewelle und von dieser durch ein Stirnräderpaar derjenige der Kettentrommel. Die Abmessungen der Räder und Wellen sind in die Zeichnung eingetragen. Das auf der Achse der Kettentrommel sitzende große Zahnrad ist auf dieser nicht unmittelbar befestigt, sondern auf einer Nabe von 2,134^m Dmr. durch 8 Druckschrauben und Reibungssegmente gehalten. Die Einschaltung einer Kuppelung mit regelbarer Uebertragungskraft an dieser Stelle ist durchaus erforderlich, um bei plötzlichen großen Widerständen Brüche der Eimerkette oder der Getriebeteile zu verhüten; die Möglichkeit, durch Verschiebung der auf der Kurbelwelle sitzenden Räder die Verbindung mit der Betriebsmaschine ganz zu beseitigen, bietet allein keine genügende Sicherheit. Anstatt dieser einfachen Verbindung vermittels Druckschrauben, welche in England vielfach ausgeführt worden ist, werden neuerdings zweckmäßig und vorzugsweise lösbare Reibungskuppelungen¹⁾ verwendet.

Das ganze Umsetzungsverhältnis von der Kurbelwelle bis zur Achse des oberen Turas ergibt sich aus den Durch-

messern der Zahnräder zu $\frac{1020}{2888} \times \frac{902}{3912} = 1:12,3$ bzw. zu $\frac{1187}{2743} \times \frac{902}{3912} = 1:10$; es macht demnach bei 60 Umdr. der Maschinenkurbel die Kettentrommel

60 : 12,3 = 4,87 bzw. 60 : 10 = 6 Umdr. in einer Minute. Dieselbe ist fünfseitig, sodass in einer Minute

$$\frac{5 \times 4,87}{2} = 12 \text{ bzw. } \frac{5 \times 6}{2} = 15$$

Eimer zur Ausschüttung gelangen.

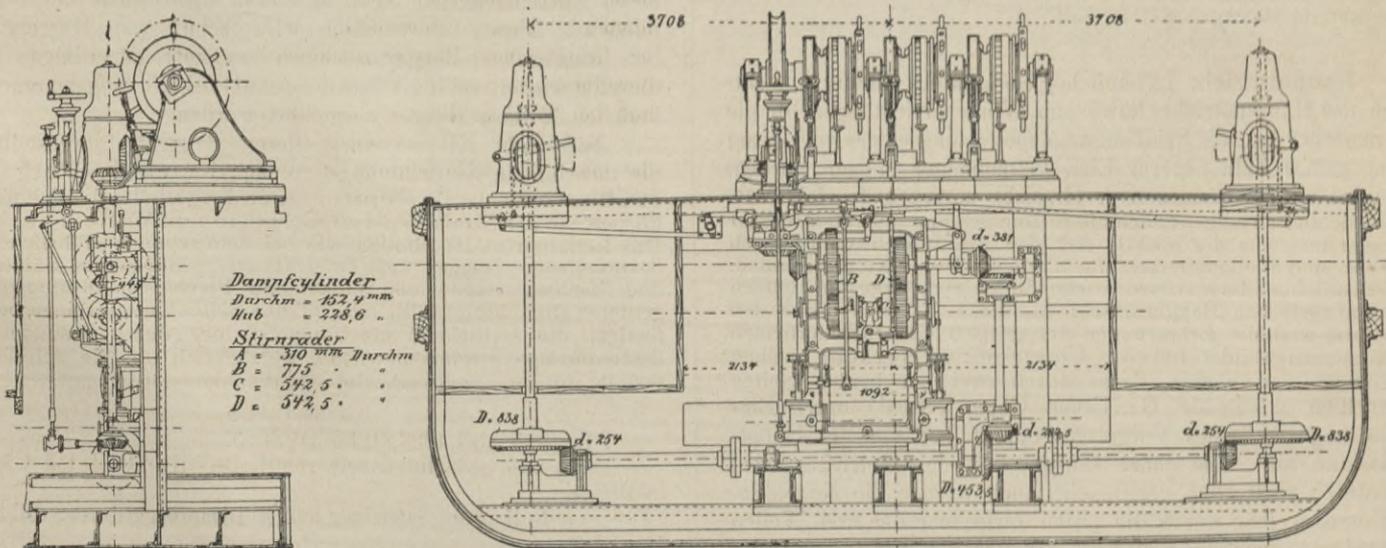
Die auf Tafel II, Fig. 11 dargestellten Eimer haben 0,425^{cbm} Inhalt; es beträgt demnach die theoretische Leistung 306^{cbm} bzw. 382,5^{cbm} in der Stunde; die thatsächliche Leistung wird höchstens $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der vorstehend angegebenen, demnach etwa 225^{cbm} bis 285^{cbm} in einer Stunde betragen. Erstere Ziffer bezieht sich naturgemäß auf schwerere und widerstandsfähigere, letztere auf weiche und leichte Materialien.

Die Länge der Kettenglieder ist 0,762^m; die Geschwindigkeit der Eimerkette in der Sekunde ergibt sich demgemäß zu

$$\frac{12 \cdot 2 \cdot 0,762}{60} = 0,305^m \text{ bzw. zu } \frac{15 \cdot 2 \cdot 0,762}{60} = 0,381^m.$$

Das untere Ende der Eimerleiter hängt mittels 30,2^{mm} starker Ketten, wie bereits angegeben, in einem fünffachen Flaschenzuge von 0,915^m Rollendurchmesser und kann durch eine mittschiffs unter Deck liegende umsteuerbare Dampfwinde gehoben oder gesenkt werden; die Anordnung derselben geht aus den Zeichnungen Fig. 7 u. 8 Tafel II hervor, in welche die Hauptmaße eingetragen sind. Die Länge der Windetrommeln ist so bemessen, dass sie die ganze aufzuwickelnde Kette in einfacher Windung aufnehmen können. Das Antriebsrad der letzten Vorgelegewelle ist mit einer lösbaren Reibungskuppelung ausgerüstet; andererseits trägt dieselbe Welle eine starke Bandbremse (1,315^m Dmr.), so dass es möglich ist, die Winde von der Maschine abzukuppeln und mittels der Bremse beim Senken der Eimerleiter zu halten, sowie die Maschine zum Aufwinden und Niederlassen der drehbaren Schüttrinnen, deren Umstellung sowohl von Hand wie durch diese Winde erfolgen kann, zu benutzen. Sämtliche Hebel und Handräder dieser Maschine — d. h. also diejenigen zur Bedienung des Dampfabsperrentiles, der Umsteuerung, der Reibungskuppelung und der Bremse — werden von einem Maschinisten gehandhabt, dessen Stand in der Nähe der Eimerleiter so gewählt ist, dass er die Eimer stets beobachten und deren Eingriff in erforderlicher Weise regeln kann.

Fig. 21.



¹⁾ s. u. a. Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1872 Bd. XVI Sp. 599; 1877 Bd. XXI Sp. 445; 1884 Bd. XXVIII S. 97 und S. 993; 1885 Bd. XXIX S. 764; 1886 Bd. XXX S. 470.

Wochensch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1881 S. 423; 1882 S. 133.

Die Arbeiten mit Eimerkettenbaggern werden meistens durch sog. Radialbaggern ausgeführt, d. h., während des Grabens schwingt das Baggerschiff um einen Vorderanker von einer Seite der Baggerstelle zur anderen und zurück; diese Bewegung wird mit Hilfe von je zwei Seitenankern, deren Ketten am Schiffsbug und Stern angreifen, vollzogen. Ausser-

dem ist noch ein Hinteranker erforderlich, welcher das Zurückholen des Schiffes ermöglicht und bei Flutwechsel die Stelle des Vorderankers einnimmt. Bei amerikanischen Baggern werden Vorder- und Hinteranker häufig durch die schon bei den Drehschaufelbaggern erwähnten Ankerstangen ersetzt, und es schwingt alsdann das Schiff um eine dieser feststehenden Stangen. Die Ketten der Seitenanker werden ununterbrochen angezogen und nachgelassen und sind deshalb durch besondere Winden zu bedienen.

Im vorliegenden Falle sind auch hierfür getrennte Dampfwinden angeordnet, und zwar zwei im Vorderschiffe (s. Fig. 2) für je einen Seitenanker und einen Vorderanker und eine größere im Hinterschiffe für den Hinteranker und die beiden Seitenanker; im wesentlichen sind alle drei Winden gleichartig und nur verschieden groß ausgebildet. Textfigur 21 zeigt die dreifache Winde des Hinterschiffes in Vorder- und Seitenansicht in 1:75 w. Gr. Die Zwillingmaschine ist als Wandmaschine construiert und unter Deck an einer Querwand befestigt; durch die auf ihrer Kurbelachse sitzenden verschieden großen Stirnräder *A* und *C* und die Räder *B* und *D* kann eine Vorgelegewelle verschieden schnell angetrieben werden, je nachdem die Kupplung rechts oder links zum Eingriff gebracht wird. Von dem Vorgelege aus wird, wie die Zeichnung erkennen lässt, mittels Kegelräder bzw. Schraube und Schraubenrades die Bewegung auf die gemeinschaftliche Welle der drei Kettenscheiben oder durch eine Reibungskupplung auf zwei in der Nähe der Schiffsbords stehende Spillköpfe übertragen. Die Kettenscheiben sind so geformt, dass sie die Glieder der Ketten, welche für die Hauptanker 31,63^{mm} und für die Seitenanker 25,4^{mm} stark sind, sicher erfassen und in die unter Deck befindlichen Behälter ablaufen lassen. Die Scheiben selbst sitzen lose auf der Welle und können einzeln mit derselben durch Drehung der großen Handräder verkuppelt werden; ebenso kann jede einzelne Scheibe durch eine Bandbremse festgehalten werden. Es ist demnach möglich, jede beliebige Scheibe durch die Maschine in dem einen oder anderen Sinne zu drehen oder durch die abziehende Kette lose umzutreiben oder schliesslich durch die Bremse ihre Bewegung ganz zu verhindern. Den Dampf erhalten die Winden von dem Hauptkessel durch Kupferrohrleitungen.

Die Vorwärts-, Rückwärts- und Seitenbewegungen können sämtlich mit Geschwindigkeiten von 1,330^m bis zu 4,570^m in der Min. oder von 0,03^m bis zu 0,076^m in der Sek. ausgeführt werden. Jeder Spillkopf kann zum Heranholen von Ladeprahmen einen Zug von rund 1000^{kg} ausüben.

Die Anschaffungskosten dieses Baggers einschliesslich der Ersatzteile betragen 370 000 *M.*

Hauptantrieb. In ähnlicher Gesamtanordnung hinsichtlich des Hauptantriebes sowie der Windevorrichtungen für die Eimerleiter und die Schiffsbewegungen ist besonders in England eine große Zahl neuerer Eimerkettenbagger gebaut worden, die jedoch in constructiver Hinsicht naturgemäss viele Verschiedenheiten zeigen; auch die in Deutschland gebauten Bagger zeigen meistens die gleiche Art der Kraftübertragung durch Räder- und Wellenübersetzungen auf die obere Kettentrommel. Wesentlich andere Anordnungen finden sich dagegen vielfach in französischen Baggermaschinen, die z. T. wohl durch den Einfluss und die Erfahrungen der großen Unternehmerfirmen sich herausgebildet haben. Couvreux & Hersent treiben meistens den oberen Turas durch zwei zu beiden Seiten desselben arbeitende Gall'sche Gelenkketten¹⁾ unter Einschaltung nur eines Vorgeleges unmittelbar von der Hauptmaschine an. Die ganze Construction des Getriebes wird hierdurch wesentlich vereinfacht, auch werden die Nebenhindernisse, welche durch die vielen Zwischenräder und Wellen entstehen, sowie die Gefahren vor Brüchen vermindert; dagegen bieten Gelenkketten bekanntlich den Nachteil, dass sie sich häufig längen und alsdann nicht mehr genau arbeiten. Nichtsdestoweniger scheint die Construction sich bewährt zu

haben, da sie auch jetzt wieder bei einer Anzahl 60 pferd. Bagger¹⁾ von Couvreux & Hersent für den Panama-Kanal zur Verwendung gekommen ist.

An Stelle der Gelenkketten werden auch Riemen zur Kraft- und Bewegungsübertragung benutzt, und zwar hauptsächlich von belgischen Fabrikanten und vielfach bei leichten deutschen Flussbaggern²⁾; neuerdings ist bei einigen mächtigen amerikanischen Baggern zum Bau einer Strecke des Panama-Kanals, die später noch näher besprochen werden, ebenfalls der Antrieb mittels Kautschukriemen gewählt worden. Die Riemenübertragung bietet naturgemäss noch größere Einfachheit als diejenige durch Gelenkketten, und es ist anzunehmen, dass dieselbe sich vollkommen bewähren wird, sobald die Riemen durch Umschließung mit Gehäusen zuverlässig gegen Witterungseinflüsse geschützt und mit Rücksicht auf die sehr wechselnden Beanspruchungen hinreichend breit und stark gemacht sind. Neben dem Hauptvorteil, welchen die immer anzustrebende einfachere Anordnung — hier durch Vermeidung der schwerfälligen Zwischengetriebe erreicht — bietet, ist auch die Möglichkeit einer größeren Umdrehungszahl der Betriebsmaschine und dadurch im ganzen einer gedrängteren Construction derselben wohl zu beachten. So macht beispielsweise bei einem von De Ville-Chatel & Co. in Brüssel für Bordeaux gebauten Bagger mit Riemenübertragung die Hauptdampfmaschine 130 bis 150 Umdr. in der Minute, bei welcher Geschwindigkeit 14 Eimer von 275^l Inhalt zur Ausschüttung kommen, während bei Räderübersetzung allein meistens nicht mehr als 60 Umdr. gewählt werden.

Bei Verwendung von Riemen empfiehlt es sich, die zur Geschwindigkeitsverkleinerung erforderliche Zwischenwelle neben die obere Kettentrommel zu legen und unmittelbar von der Kurbelwelle anzutreiben; die getriebene Riemscheibe oder das auf der Turaswelle sitzende Stirnrad ist alsdann noch mit einer Reibungskupplung auszurüsten. Wird Kettenübertragung gewählt, so erscheint es zweckmässig, die Zwischenwelle der Kurbelwelle vorzulegen, um eine geringere Kettengeschwindigkeit zu erhalten. Es wird auch hier eine Reibungskupplung eingeschaltet oder die Zwischenwelle durch Reibungsräder angetrieben; die letztere Uebertragungsweise haben die erwähnten neueren Couvreux'schen Bagger für den Panama-Kanal.

Bei einer weiteren Maschinenanordnung zur Bewegungsübertragung auf den oberen Turas, die ebenfalls vorwiegend in französischen Constructionen sich vorfindet, sind die Betriebsmaschinen hinter dem Eimerleitergerüste auf Deck so aufgestellt, dass die Kurbelwelle selbst unmittelbar das Vorgelege für die Turaswelle durch Zahnäder antreibt; alle anderen Zwischengetriebe sind in dieser Weise auch hier vermieden. Diese Construction wird schon von Hagen³⁾ bei französischen Baggermaschinen erwähnt; neuerdings ist dieselbe wieder von der Panamagesellschaft aufgenommen und bei 22 ihrer Bagger ausgeführt worden.

Auf Tafel III ist einer dieser Bagger⁴⁾ dargestellt; die maschinelle Einrichtung ist von der Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée hergestellt, die Schiffskörper von der Société de construction de Willebroeck. Das Leitergerüst ist ähnlich wie bei dem schon ausführlicher besprochenen Bagger auf Tafel II aus senkrechten Säulen und Streben, welche aus Winkel und Flacheisen zusammengesetzt sind, hergestellt und auf den Seitenkielschweinen befestigt; die seitliche Versteifung ist hier durch besondere kastenförmige Streben bewirkt, welche sich auf die Schiffswände stützen, während die Schüttrinnen seitlich auf senk-

¹⁾ Le génie civil 1883/84 Bd. IV S. 207.

²⁾ u. a. nach gef. Mitteilungen von H. de Ville-Chatel & Cie. in Brüssel.

s. a. L. Hagen, Sammlung ausgef. Dampf-bagger usw. Bl. 3, 11 u. 12.

Zeitsch. f. Bauwesen Bd. XXVII 1877 Sp. 480. Bagger Herkules für Husum von der Maschinenbauges. Weser m. ausf. Zeichn.

Zeitsch. f. Baukunde 1880 Bd. III Sp. 75 bis 78, Schraubenbagger von Gebr. Schultz in Mainz.

³⁾ Hagen, a. a. O. S. 158.

⁴⁾ Oppermann, Portefeuille économique des machines 1884 Sp. 89 m. Zeichn.

Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 200 m. Zeichn.

¹⁾ Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 394 m. Abb.
Le génie civil 1884 Bd. V S. 18.

rechten Wänden aus L-Eisen und Blech ruhen. Die in Fig. 4, Tafel III rechts gezeichnete Entleerungsvorrichtung aus dem Schütttrichter wird benutzt, falls das Baggergut durch Rohrleitungen und Wasserspülung auf größere Entfernung fortgeschafft werden soll. Die eine oder andere der unter 33° geneigten Schüttrinnen wird durch eine mittels Schnecke und Schneckenrades von Hand drehbare Klappe geöffnet oder abgesperrt.

Die Eimerleiter, ganz ähnlich der auf Taf. II dargestellten konstruiert, hängt mit ihrem unteren Ende in einem mehrfachen Flaschenzuge, dessen Befestigung an dem im Schiffsbug aufgestellten schmiedeisernen Gerüste gefunden wird; die Lager ihrer oberen Schwingungsachse sind in seitlichen Führungen verschiebbar.

Zum Betriebe des oberen Turas sind hinter dem Leitergerüste auf kräftigen schmiedeisernen Querträgern 2 senkrechte Verbundmaschinen aufgestellt, deren doppeltgekröpfte Kurbelwelle in einer an der Rückseite des Leitergerüsts befestigten Lagerplatte ruht und mittels zweier Stirnräderpaare eine Zwischenwelle antreibt, welche ihre Bewegung durch zwei andere Stirnräderpaare an die Turaswelle abgibt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Bewegung ist die Kurbelwelle mit zwei Schwungrädern von je 3000^{kg} ausgerüstet. Die Dampfzylinder der beiden Verbundmaschinen von bezw. 0,320^m und 0,650^m Dmr. und 0,730^m Hub sind senkrecht übereinander aufgestellt; bei 5^{kg} Kesselüberdruck und 57 Umdr. in 1 Min. indiciren die Maschinen 180 Pfr. Unter Deck ist unter diesen Betriebsmaschinen auf dem Gehäuse des Oberflächencondensators (44^{qm} Kühlfläche) eine besondere wagerechte Dampfmaschine von 0,200^m Dmr. und 0,400^m Hub zum Betriebe einer Kaltwasser- und einer Luftpumpe von je 0,450^m Dmr. sowie einer Speise- und einer Schiffspumpe von je 0,140^m Dmr. aufgestellt; alle Pumpen haben 0,200^m Hub und machen ebenso wie die Dampfmaschine 60 Umdr. in 1 Min. Schliesslich ist noch eine zweite wagerechte doppeltwirkende Dampfmaschine von 10^{cbm} minutlicher Leistung unter der Mitte des Schütttrichters unter Deck aufgestellt, welche benutzt wird, falls das Baggergut durch Rohrleitungen fortgeschafft werden soll; der Dampfzylinder derselben hat 0,400^m, der Pumpenzylinder 0,420^m Dmr., der gemeinschaftliche Hub beträgt 0,400^m. Den Betriebsdampf erhalten diese sämtlichen Maschinen durch zwei im Hinterschiffe aufgestellte Schiffskessel mit rückkehrender Flamme von je 94^{qm} Heizfläche; zwischen diesen beiden steht noch ein kleiner Kessel mit Gallowayröhren von 7^{qm} Heizfläche, welcher der auf Deck aufgestellten Winde den Dampf liefert.

Bei der oben angegebenen Umdrehungszahl der Hauptmaschine macht der treibende vierseitige Turas 7 Umdr., so dass 14 Eimer von 0,420^{cbm} Inhalt in der Minute zur Ausschüttung gelangen; die stündliche theoretische Leistung beträgt demnach 350^{cbm} und die thatsächliche ungefähr 235^{cbm}. Die Panamagesellschaft will mit den 22 Baggern monatlich 1 Million cbm Erde ausgraben, was hiernach möglich erscheint. Die Länge der Kettenglieder beträgt 1^m, demnach die Kettengeschwindigkeit

$$\frac{1 \times 2 \times 14}{60} = 0,467^m \text{ in der Sekunde.}$$

Der dargestellte Bagger kann bis zu 12,50^m Tiefe bei 45° Leiterneigung arbeiten.

Windevorrichtungen. Ausser der Verschiedenheit des Hauptantriebes zeigen diese Bagger gegenüber dem zuerst beschriebenen ferner einen wesentlichen Unterschied in den Windevorrichtungen für das Heben und Senken der Eimerleiter und für die Schiffsbewegungen. Die Anordnung dieser Winden ist bei größeren Baggern ebenfalls von grundsätzlicher Wichtigkeit und findet sich hauptsächlich in dreierlei Weise ausgeführt: 1) jede Winde wird als selbständige Dampfwinde ausgebildet; 2) alle Winden werden durch Transmissionen von der Hauptmaschine betrieben; 3) die Winden werden vereinigt, und für ihren Betrieb wird eine besondere Dampfmaschine aufgestellt.

Die erstere Anordnung, wie sie bei dem Bagger auf Tafel II getroffen ist, gestaltet sich im allgemeinen am einfachsten und ist bei den meisten neueren Baggern gewählt; sie setzt jedoch eine größere Bedienungsmannschaft voraus, da

jede Winde durch einen Arbeiter besetzt sein muss. Der Betrieb aller Winden von der Hauptmaschine aus¹⁾ erfordert vielfache Uebersetzungen und die Einschaltung von lösbaren Kupplungen an jeder einzelnen Winde, die bei geschickter Anordnung allerdings von einer Stelle aus bedient werden können. Unvorteilhaft in dieser Anordnung erscheint hauptsächlich die Abhängigkeit der Windenbewegung von dem Antriebe der Eimerkette; denn obgleich beide Betriebe in gewissem Mafse einander bedingen, da bei langsamem Arbeiten der Eimerkette im allgemeinen auch der Vorschub oder die Seitenbewegungen zu verlangsamten sind, und umgekehrt, so erscheint es doch wünschenswert, die Bewegungen des Baggerschiffes ganz unabhängig von denjenigen der Eimerkette auszuführen, um sie innerhalb weiterer Grenzen verändern zu können; auch ist es unzweckmässig, bei den Bewegungen des Schiffes mit ausgeschalteter oberer Kettentrommel die Winden durch die schwere Hauptmaschine zu betreiben. Von der bekannten Firma W. Simons & Co. in Renfrew ist deshalb die Einrichtung²⁾ getroffen worden, dass die Winden der drei vorderen Anker sowohl von der Hauptmaschine wie auch von einer besonderen Hilfsmaschine betrieben werden können, während zur Bedienung der hinteren Anker nur eine selbständige Dampfwinde vorhanden ist.

Bei den Baggern der Panamagesellschaft (Taf. III) ist, ebenso wie bei den schon erwähnten Couvreur'schen, die dritte der oben erwähnten Windenanordnungen³⁾ gewählt, welche im großen Ganzen die Vorteile der ersten beiden Aufstellungsarten in sich vereinigt und ihre Nachteile vermeidet. Hinter dem Eimerleitergerüste liegt auf Deck eine Zwillingsdampfmaschine, von welcher aus alle Winden, mit Ausnahme der hinteren zum Zurückholen des Schiffes, bedient werden und durch lösbare Kupplungen einzeln ein- oder ausgeschaltet sowie durch Zwischenräder einzeln in dem einen oder anderen Sinne gedreht werden können. Die Anordnung geht im wesentlichen aus Fig. 2 Taf. III hervor; rechts und links neben der Dampfmaschine liegen nach vorn hin zwei starke Winden mit je zwei mehrfach umschlungenen Kettentrommeln, von welcher die linksseitige Winde für das Heben und Senken der Eimerleiter, die rechtsseitige für die Vorbewegung des Schiffes während des Grabens bestimmt ist. Hinter dieser liegen symmetrisch zu beiden Seiten zwei Winden mit je einer Kettentrommel für die Seitenbewegungen des Baggers; die Ketten dieser Winden sind 25^{mm} stark, diejenige für die Vorwärtsbewegung ist 28^{mm} und für die Leiterhebung 32^{mm} stark. Ueber Deck laufen die Ketten in geschlossenen schmiedeisernen Rinnen; die von den Winden ablaufenden Trume sind über Rollen in Behälter unter Deck geleitet. Alle Winden können im Notfalle, ebenso wie diejenige für die Rückwärtsbewegung des Schiffes, auch von Hand bewegt werden.

Eimerleitern. Die Neigung der Eimerleiter wird für normalen Betrieb meistens zu 40° bis 45° gegen die Wagerechte angenommen; bei fester Lagerung ihrer oberen Schwingungsachse kann sie diese Neigung nur bei Arbeiten in einer bestimmten Tiefe erhalten, geringere Tiefen erfordern eine schwächer geneigte, größere eine steilere Lage. Beide Lageränderungen bringen, sobald sie wesentlich von der normalen Stellung abweichen, Uebelstände mit sich, die sich teils beim Ausschütten der Eimer, hauptsächlich aber beim Einschneiden derselben in den Boden zeigen. In letzterer Beziehung erkennt man die Nachteile einer unrichtigen Leiterneigung am einfachsten, sobald man für dieselbe annähernd die äussersten Stellungen, die wagerechte und senkrechte, annimmt. Bei nahezu wagerechter Lage der Leiter hängt jeder Eimer des nicht belasteten, in der Schneidrichtung sich bewegenden Trumes der Eimerkette tiefer als der untere Turas; es wird daher der Boden nicht in der Nähe des letzteren, sondern schon früher angegriffen, sobald nicht eine nahezu senkrechte Wand abzugraben ist. Das Einschneiden soll

¹⁾ s. u. a. Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 441.

Engineering 1883 Bd. XXXVI S. 470; 1885 Bd. XXXX S. 566 m. Abb.

²⁾ The Engineer 1885 Bd. LX S. 300 m. Abb.

³⁾ s. a. Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 136.

jedoch möglichst nahe bei dem unteren Turas erfolgen, da anderenfalls die Arbeit ungleichmäßig und stoßweise vor sich geht, auch ein teilweises Kippen der Eimer um die Schneidkanten stattfinden kann. Es liegt hierin ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den stets mit gespannter Kette arbeitenden Nassbaggern und den später zu besprechenden Trockenbaggern mit langer Eimerleiter, bei welchen durch das lose hängende Kettentrum der Zug auf die Eimer übertragen und demnach das Graben bezw. der überwindbare Widerstand wesentlich nur durch das Gewicht der Kette bedingt wird. Bei nahezu senkrechter Stellung der Eimerleiter, wobei beide Kettentrume mit ungefähr derselben Spannung nur an dem oberen Turas hängen, ist die Wirkung der Eimer auf den Boden eine noch ungünstigere, wie man durch einfache Ueberlegung erkennt. Entsprechendes gilt für Neigungen der Eimerleiter, welche sich diesen äußersten Grenzen annähern, während als günstigste Lage, wie erwähnt, ungefähr 40° bis 45° angenommen wird.

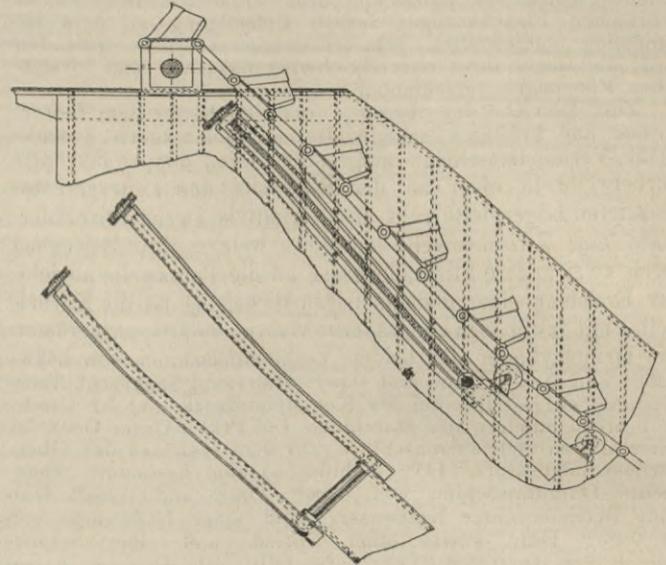
Um ein zu tiefes Durchhängen der Eimerkette zu vermeiden, wird bei französischen Baggern sehr allgemein für das ablaufende Kettentrum eine große Leitrolle angebracht (Fig. 1 Taf. III), durch welche zugleich der Vorteil erreicht wird, dass bei steilen Leiterlagen die Ausschüttung der Eimer fast ebenso vollkommen wie bei der normalen bleibt. Ein Nachteil dieser Leitrollen, die zuerst von Hersent¹⁾ bei Baggern für die Donauregulierung benutzt wurden, liegt in dem Umstande, dass die einzelnen Eimer stoßweise auf dieselben treffen und dadurch starken Verschleiß herbeiführen.

F. Ratjen²⁾ schlägt vor, die ablaufende Kette ebenso wie die ziehende über Leitrollen, welche an beiden Seiten unter der Leiter befestigt sind, zu führen und gespannt zu halten; die Kettenglieder greifen dabei nicht an den Rücken der Eimer, sondern an ihren Seitenwänden an, so dass nicht die Eimerkörper selbst, vielmehr nur die Kettenglieder, mit den Leitrollen in Berührung kommen. Die letzteren werden jedenfalls die Reibungswiderstände und Reparaturen nicht unwesentlich erhöhen; immerhin verdient der Vorschlag für kleinere Bagger Beachtung.

Wirksamer erscheinen die Constructionen, welche eine Verschiebung der Eimerleiter bezwecken, so dass die Entfernung des unteren von dem oberen Turas, also gewissermaßen die Länge der Leiter, geändert werden kann. Eine tatsächliche Veränderung der Länge der Eimerleiter ist von Gebr. Schultz in Mainz bei einem Bagger ausgeführt worden³⁾, welcher vorzugsweise zu senkrechten Baggerungen benutzt werden sollte, jedoch auch mit geneigter Leiter arbeiten konnte; die Längenveränderung wurde durch Verschiebung des unteren Turas bewirkt. Der obere Turas war in einem wagerechten Balancier gelagert, mittels dessen kleine Aenderungen der Baggertiefe ausgeführt werden konnten. Eine Construction, bei welcher die ganze Eimerleiter Verschiebungen erfuhr, wurde zuerst von Couvreur & Hersent bei der Donauregulierung⁴⁾ und später von Hersent & Langlois bei den Hafenbauten von Toulon⁵⁾, bei welchen in sehr verschiedenen und bedeutenden Tiefen zu graben war, benutzt. Die Eimerleiter hing hierbei mit ihrem oberen Ende in einem durch Gegengewichte belasteten umgekehrten Flaschenzuge und lief die Kette mit den Eimern zwischen ihren Seitenschilden hindurch zu dem oberen Turas gelangen; bei Veränderung der Neigung der Leiter durch Anziehen oder Nachlassen der in gewöhnlicher Weise an ihrem unteren Ende angreifenden Ketten wurde die ganze Leiter zugleich gehoben oder gesenkt. Es war durch diese Anordnung, in Verbindung mit einem großen Leitrade für das ablaufende Kettentrum, möglich, mit annähernd senkrechter Leiter in Tiefen bis zu 18^m zu arbeiten. Bei bedeutenden Aenderungen der Baggertiefe ist naturgemäß auch die Länge der Kette durch Ein- oder Ausschalten von Gliedern zu ändern.

Bei dem auf Taf. III dargestellten Bagger ist die Eimerleiter ebenfalls verschiebbar; der Construction liegt das Patent von C. H. Lobnitz¹⁾ in Renfrew zugrunde. Die obere Schwingungsachse der Leiter ruht in Lagern, welche in seitlichen Führungen mittels Schrauben verschoben werden können (Textfig. 22); die Gleitbahnen der Lager sind an dem den oberen Turas und den Antrieb tragenden Gerüst

Fig. 22.



befestigt. Bei den Baggern der Panamagesellschaft kann durch diese Vorrichtung die Entfernung des unteren Turas von dem oberen um 2^m geändert werden, so dass bei 45° Leiterneigung in Tiefen von 10^m bis 12^m gearbeitet werden kann.

Seit ungefähr 10 Jahren baut die Firma W. Simons & Co. in Renfrew Eimerkettenbagger mit wagerecht verschiebbarer Eimerleiter²⁾, um sowohl vor Kopf des Baggerschiffes als auch unter dem Prahm arbeiten zu können und dabei trotz der verschiedenen Tiefen keine zu ungünstige Neigung der Leiter und keine zu große Länge derselben zu erhalten. Auf Taf. IV ist ein solcher im Jahre 1879 für Newhaven gebauter Bagger in Ansichten und Querschnitten dargestellt, aus welchen die Gesamtanordnung der Hauptsache nach hervorgeht.

Die Schwingungsachse der Leiter, die obere Kettentrommel sowie die Welle des Zahnradvorgeleges liegen in einem Schlitten, welcher auf einem langgestreckten Gerüste aus genieteten Trägern wagerecht verschoben werden kann. Der Antrieb der Eimerkette erfolgt von einer der beiden unter Deck stehenden unabhängig von einander arbeitenden Verbundmaschinen (Fig. 4), von welchen durch eine stehende Welle und Kegelräder zunächst eine in der Schiffslängsachse liegende und in dem Gerüste festgelagerte wagerechte Welle in Umdrehung versetzt wird. Diese wirkt durch ein Stirnräderpaar auf eine über ihr liegende Welle, welche einerseits durch das antreibende unverschiebbare Stirnrad frei hindurchtreten kann und andererseits in dem die obere Kettentrommel tragenden Schlitten festgelagert ist und demnach an dessen Verschiebung teilnimmt; letztere wird durch seitlich an dem Schlitten angreifende Schrauben mittels des Haupttriebwerkes bewirkt. Die Winden zum Heben und Senken der Eimerleiter sowie zur Bedienung der Vorder-, Hinter- und Seitenanker sind jede als selbständige Dampfwinde ausgebildet; die Trommeln für die Seitenankerketten sind freitragend angeordnet (Fig. 2), um die letzteren schnell abwerfen und auflegen zu können.

¹⁾ Engineering 1878 Bd. XXVIII S. 83 u. f.

²⁾ D. R.-P. No. 9507.

³⁾ Bücking, a. a. O., S. 352 m. Abb.

⁴⁾ a. a. O.

⁵⁾ Annales industrielles 1878 S. 42 m. Zeichng.

Engineering 1879 Bd. XXVIII S. 136 m. Zeichng.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 4668 vom 11. März 1884.

²⁾ Nach gef. Mitteilungen von W. Simons & Co. in Renfrew.

s. a. Engl. Pat. Spec. No. 4382 vom 11. September 1876.

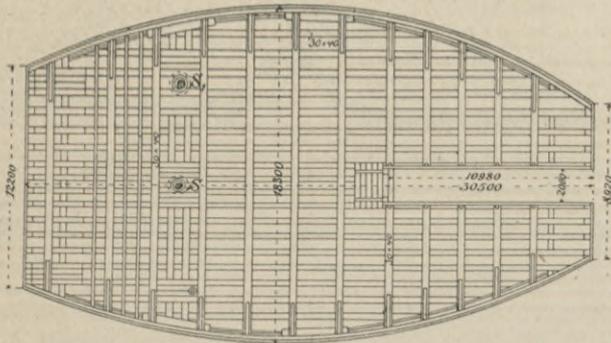
The Engineer 1879 Bd. XXXVIII S. 84 m. Zeichng.

Centralbl. d. Bauverw. 1882 S. 136 m. Skizze.

Der Bagger kann vermöge der getroffenen Einrichtung von 0,150^m (6 Zoll engl.) bis zu 7,93^m (29 Fufs engl.) unter Wasser arbeiten und besitzt eine Leistungsfähigkeit von annähernd 300^t — ungefähr 170^{cbm} — in der Stunde. In ähnlicher Construction hat genannte Firma eine gröfsere Zahl Bagger z. T. von wesentlich höherer Leistungsfähigkeit ausgeführt, welche den vorliegenden Berichten gemäfs sich gut bewähren.

Eine eigenartige Anordnung der Eimerleiter liegt dem Patente von H. B. Angell¹⁾ zugrunde. Das Gewicht der Leiter nebst den daranhängenden Kettengliedern und Eimern ist bei grofsen Baggern ein so hohes, dass sehr starke Dampfwinden oder vielfache Flaschenzüge zum Heben derselben erforderlich sind; es beträgt dieses Gewicht beispielsweise bei den auf Taf. II und III dargestellten Baggern bei ungefüllten Eimern etwa 85000^{kg}. Um nicht dieses bedeutende Gewicht überwinden zu müssen, teilt Angell die Leiter in 2 Hälften, von welchen die obere schwach geneigte in einem kräftigen Gerüste zwar drehbar, aber im gewöhnlichen Betriebe festgelagert ist und den gröfseren Teil der gefüllten Eimer sowie der ablaufenden Kette trägt, während die untere drehbare Hälfte der Leiter wesentlich leichter als sonst ausgebildet werden kann und auch nur wenig belastet ist. Zugleich wird auch bei verschiedenen Baggertiefen der Angriff der Eimer und die Ausschüttung derselben nicht zu ungünstig geändert. Es sind nach diesem Patente drei mächtige Bagger, die auch in mancher anderen Hinsicht eigenartig konstruiert sind, für den Bau einer Strecke (Colon-Gatun)²⁾ des Panamakanals ausgeführt, von welchen in Fig. 23 u. 24 einer in Längs- und Querschnitt in 1:200 dargestellt ist; Fig. 25 ist der Grundriss des Schiffes in 1:400. Die Hauptabmessungen sind in die Zeichnungen eingetragen.

Fig. 25.



Das Schiff sowie alle Tragconstructions und selbst die Eimerleiter sind ganz in Holz hergestellt; ersteres ist ausfen mit Messingblech bekleidet. Der obere 18,30^m lange Teil der Eimerleiter liegt, wie bereits bemerkt, gewöhnlich fest; er kann jedoch durch Ketten, welche an seinem unteren Ende angreifen und über die Leitrolle R_1 zu zwei Winden W_1 geführt sind, um die obere 150^{mm} starke Achse gedreht und in verschiedene Lagen gebracht und alsdann in dem Gerüste befestigt werden. Der untere 12,200^{mm} lange Teil der Leiter wird während des Baggerns in üblicher Weise durch einen Flaschenzug gehoben oder gesenkt, dessen Ketten durch zwei 40pferd. Dampfwinden W_2 bedient werden. Die Winden W_1 sind ebenfalls 40pferdig und dienen, abgesehen von dem Heben und Senken der oberen Leiterhälfte, vorwiegend zur unmittelbaren Beseitigung schwerer Steine, Baumstämme usw.; die hierzu erforderlichen Ketten werden über Leitrollen geführt, von welchen eine in Fig. 25 bei B_2 angedeutet ist.

Zum Betriebe der Eimerkette dient eine unter Deck liegende Zwillings-Dampfmaschine von 200 Pfr., welche von der

auf ihrer Kurbelwelle sitzenden 3,050^m im Dmr. haltenden Riemscheibe aus mittels eines ungefähr 0,915^m breiten Kautschukriemens eine Scheibe von 2,440^m Dmr. eines Vorgeleges und durch Zahnräder von diesem aus die obere Kettentrommel in Umdrehung versetzen. Die Eimer schütten das Baggergut in einen schmiedeisernen Trichter, an welchen seitlich eine zur Weiterbeförderung dienende Rohrleitung von 0,915^m Dmr. angeschlossen und bis auf das Ufer des Kanals geführt ist; dieselbe ist 45,75^m lang und in der aus der Zeichnung erkennbaren Weise vermittle 25^{mm} starker Drahtseile an 2 hölzernen Masten aufgehängt. Um feste Massen zum Abflusse zu bringen, wird Wasser durch die Pumpe P und die Rohrleitung r entweder in den Schütttrichter oder unmittelbar in die Abflussleitung eingeführt.

Die Eimerkette trägt 38 Eimer von je 1^{cbm} Inhalt. Bei 60 Umdr. der Dampfmaschinen bzw. der Hauptriemscheibe macht der obere Turas 9 Umdr. in der Minute; derselbe ist vierseitig, so dass in der Minute $9 \times 2 = 18$ Eimer zur Ausschüttung gelangen, was theoretisch die ungemein hohe Leistung von 1080^{cbm} in einer Stunde ergibt. Die thatsächliche Leistung ist naturgemäfs geringer und dürfte im Durchschnitt höchstens etwa 600 bis 700^{cbm} betragen, eine Zahl, die bisher wohl nicht von einem anderen Bagger erreicht worden ist. Dieselbe wird, ausser durch den grofsen Gefäfsinhalt, z. T. durch die grofse Kettengeschwindigkeit erzielt, welche bei 0,915^m Länge der Kettenglieder

$$\frac{0,915 \times 2 \times 18}{60} = 0,550^m \text{ in der Sek.}$$

beträgt.

Gemäfs der angegebenen Quelle hat ein nach derselben Construction gebauter Bagger von etwa $\frac{2}{3}$ der vorstehend angegebenen Stärke bei der Durchstechung von Great-Island bei St. Francisco in 82 Tagen mit je 8 Std. reiner Arbeitszeit einen Kanal von 5^{km} Länge, 24,40^m Breite und 3,66^m Tiefe gegraben — ebenfalls eine hohe Leistung! Die Unternehmer, Huerne und Slaven, beabsichtigen, bei dem Panamakanal auf einer Strecke von 11 bis 12^{km} 3 solcher Bagger zu verwenden, von welchen der erste einen Kanal von 30,50^m Breite und 3^m Tiefe vorgräbt, der zweite denselben auf ungefähr 6^m und der dritte auf 8^m vertieft; alsdann soll die Erbreiterung erfolgen¹⁾.

Die Art der Arbeitsausführung wird, wie schon erwähnt, in ähnlicher Weise vorgenommen, wie früher bei den Drehschaufelbaggern besprochen wurde. Zwei mit eisernen Schuhen armirte 18,300^m lange Stangen S und S_1 (s. Fig. 25) können durch die bei W_3 (Fig. 23) angedeutete Dampfwinde in den Boden gesenkt oder aus demselben herausgezogen werden; während des Baggerns steckt S in dem Boden, S_1 ist hochgezogen, und das Schiff führt kreisförmige Schwingungen um S aus. Diese werden durch 4 Ketten erzeugt, welche von den Trommeln TT (Fig. 24) ausgehen, und von denen zwei den unteren Teil der Eimerleiter angreifen und von hier zu den beiden Ufern geführt sind, während die beiden anderen in der Linie $S S_1$ liegen und ebenfalls an den Ufern befestigt sind; durch Anziehen bzw. Nachlassen der einen oder anderen Kette schwingt das Schiff nach rechts oder links. Soll dasselbe nach vorn hin verlegt werden, so wird, nachdem es ganz oder teilweise nach rechts gedreht worden, S_1 in den Boden gesenkt, S hochgezogen und nunmehr das Schiff um S_1 als Mittelpunkt von rechts nach links so weit bewegt, bis S in die richtige Stellung kommt; alsdann wird letztere Stange gesenkt, erstere gehoben und eine neue kreisförmige Rinne ausgegraben. Die sonst erforderlichen Vorder- und Hinteranker sind hier vermieden; die Seitenanker müssen von Zeit zu Zeit verlegt werden.

Zur Bedienung eines solchen Baggers sind 7 Mann, (1 Baggerführer, 1 Maschinenwärter, 1 Heizer und 4 Hilfsarbeiter) erforderlich.

Es sind noch einige von der normalen abweichende Anordnungen der Eimerleiter zu besprechen, bei welchen dieselbe an besonderen Drehkränen befestigt ist, eine übrigens bei Trockenbaggern vielfach gebräuchliche Construction.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 5423 v. 17. September 1883.
s. a. Annales des ponts et chaussées 1885 I. Sem. S. 223 m. Abb.

Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 47.

²⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1885 Bd. XXIX S. 399; 1886 Bd. XXX S. 966.

¹⁾ s. a. Minutes of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1882/83 Bd. LXXIII S. 421.

Die erste derartige Ausführung rührt von W. R. Kinipple¹⁾ her; bei derselben ist gleichzeitig die Verwendung eines kreisförmigen Baggerschiffes vorgeschlagen, welches durch einen centralen Schraubenpfahl und zwei Anker auf der Arbeitsstelle gehalten wird. Zwei auf dem Schiff sich diametral gegenüberstehende und unter sich verbundene Krangerüste tragen je eine Eimerleiter, deren Schwingungsachse, ebenso wie der obere Turas, an der Kransäule gelagert ist, während das untere Leiterende an dem Ausleger hängt. Die beiden Krane können auf dem Schiffe im Kreise herumbewegt werden, oder es kann das Schiff sich mit ihnen um den centralen Schraubenpfahl drehen. Außerdem kann jeder Kran noch um seine eigene Säule nahezu eine ganze Drehung ausführen, so dass die Eimerleiter in beliebige Stellungen außerhalb wie innerhalb des Schiffskörpers gebracht werden können. Das Schiff ist mit einem ringförmigen Laderaume versehen, dessen Entleerung durch Bodenklappen oder auch nach Drehung der Krane durch die Eimerwerke erfolgen kann. Der Antrieb der letzteren wird durch zwei nahe der Schiffsmittle unter Deck stehende Dampfmaschinen und Räderübertragungen bewirkt. Zur Fortbewegung des Schiffes dienen zwei einander diametral gegenüber liegende Zwillingsschrauben, mit deren Hilfe auch die Drehung des Schiffes um den mittleren Ankerpfahl herbeigeführt werden kann.

Ein kleines Modell dieser Art ist in Greenock zur Ausführung gelangt²⁾; spätere Ergebnisse sind seither nicht bekannt geworden, und ist auch wohl anzunehmen, dass dieselben keine günstigen sein werden, was ebensowohl der gewählten Schiffsförmigkeit wie auch der Anordnung zweier Eimerleiter, welche nicht an derselben Stelle arbeiten und deren Antrieb und Fortbewegung nicht unabhängig von einander erfolgt, zuzuschreiben sein dürfte. Besonders der letztere Umstand erscheint mit der Ausführung einer gleichmäßigen Arbeit und mit einer vorteilhaften Ausnutzung der Maschinen unvereinbar.

J. und G. Rennie³⁾ haben eine ähnliche Construction bei einem kleinen Bagger verwendet, welcher zur Herstellung schmaler Kanäle dienen soll. Das Baggerschiff, ganz aus Holz gebaut, ist 17,63^m lang, 4,22^m breit, 1,32^m in der Mitte, 1,22^m an den Seiten tief und hat 0,84^m Tiefgang. Am Bug steht ein nach hinten gehörig verstreuter Drehkran, an welchem eine 6,7^m lange Eimerleiter mit 17 Eimern von 17^l Inhalt aufgehängt ist; dieselbe kann bis zu 2,75^m Tiefe arbeiten. Der Antrieb der Eimerkette erfolgt durch eine im Vorderende auf Deck stehende Zwillingmaschine von 0,178^m Cylinderdmr. und 0,152^m Hub, deren Kurbelwelle 150 Umdr. i. d. Min. macht und ihre Bewegung vermittelt Ketten- und Räderübersetzungen auf die obere Kettentrommel überträgt; letztere ist 10seitig und bringt in der Minute 33 Eimer zur Ausschüttung, was einer stündlichen theoretischen Leistung von rund 100^{cbm} und einer thatsächlichen von etwa 70^{cbm} (120^t) entspricht. Das Baggergut fällt in einen kreisförmigen Trichter, aus welchem es durch 5,8^m lange, schwach geneigte, offene Rinnen unmittelbar auf die Kanalufer geschafft wird; zur Unterstützung des Abflusses wird durch eine von der Hauptmaschine betriebene Centrifugalpumpe Wasser in den Schütttrichter gefördert.

Der Drehkran und mit ihm die Eimerleiter kann nach jeder Seite hin um 45° schwingen; zu diesem Zwecke greifen Ketten ungefähr in der Mitte der Eimerleiter an und sind von hier über seitlich an dem Schiffe befestigte Leitrollen zu einer mitschiffs auf Deck stehenden Dampfwinde von 0,178^m Cylinderdmr. und 0,152^m Hub geführt, welche auch zwei Ketten eines Vorderankers zur Vorbewegung des Schiffes bedient. Der Dampfkessel ist im Hinterschiffe untergebracht; außerdem ist hinter demselben noch eine Kammer für Ballast, als Gegengewicht, vorgesehen, sowie zur Erhöhung der Stabilität ein kleiner Ponton an jeder Seite des Schiffsbuges befestigt.

In ganz ähnlicher Weise hat neuerdings Henry Satre⁴⁾

einen kleinen Eimerkettenbagger für schmale Kanäle gebaut, bei welchem das die Eimerleiter tragende Gerüst im Vorderende auf einer Drehscheibe steht und nach jeder Seite um 27½° — im ganzen um 55° — schwingen kann. Die Eimer schütten das Baggergut in einen inmitten der Drehscheibe stehenden Trichter, aus welchem es vermittels Leitrollen entweder in einen Ladeprahm oder auf ein Tuch ohne Ende zur Beförderung auf das Ufer fällt. Die Schwingungen der Eimerleiter und die Vorwärtsbewegung des Schiffes werden in oben bereits beschriebener Weise bewirkt; dagegen benutzt Satre zur Erhöhung der Stabilität des Schiffes in weniger einfacher Weise das Kanalufer selbst, gegen welches ersteres sich mit Stangen und Rollen, die in einer auf dem Ufer befestigten concaven Holzschiene laufen, unmittelbar stützt. Außerdem ist noch ein Hinteranker vorgesehen, der auch kaum zu entbehren sein dürfte, falls nicht das Schiff selbst in Seitenschwingungen geraten soll.

Die Ausführung ähnlicher wie der vorstehend beschriebenen Anordnungen der Eimerleiter mag in einzelnen Fällen gerechtfertigt sein, besonders vielleicht, wenn die Arbeitsstelle durch den übrigen Verkehr dauernd beengt ist. Lässt jedoch nur die geringe Breite der herzustellenden Fahrrinne ein eigentliches Radialbaggern durch seitliche Verschiebung des ganzen Schiffes unzweckmäßig erscheinen, so ist zu beachten, dass, wenn man das Schiff um 2 Hinteranker oder um eine Ankerstange, wie früher beschrieben, schwingen lässt, dieselbe Wirkung wie bei Benutzung eines Drehkranes erzielt wird und alsdann die im ganzen weniger einfache Kranconstruction kaum empfehlenswert erscheint.

Baggerschiffe mit Laderäumen. Bei dem auf Tafel IV dargestellten Bagger ist, wie bei den meisten von W. Simons & Co. gebauten, in dem Schiffe ein grosser Laderaum zur Aufnahme des Baggergutes angeordnet; die ersten derartigen Bagger¹⁾ wurden 1862 für den Clydefluss gebaut und sind seitdem, besonders in England, vielfach in Aufnahme gekommen, auch mittlerweile von anderen Werken²⁾ mehrfach ausgeführt worden. Durch Anbringung des Laderaumes in dem Baggerschiffe wird die Ersparung aller Transportprahme und Schleppschiffe sowie der zu diesen gehörenden Bedienungsmannschaften bezweckt, indem die Beförderung des Baggergutes an die Entladestelle durch den Bagger selbst bewirkt wird; zu letzterem Zwecke ist das Schiff mit einem Propeller auszurüsten. Obige Firma baut ihre Bagger als Zwillingsschraubenschiffe, welche mit 7 bis 8 Knoten in der Stunde fahren; die Schrauben werden gewöhnlich durch zwei unabhängig von einander arbeitende Verbundmaschinen betrieben, von welchen eine, wie bereits erwähnt, zum Antriebe der Eimerkette während des Baggers benutzt wird. Die Frage der Zweckmäßigkeit von Baggern mit eigenem Laderaum hängt wesentlich von dem Umfange der vorzunehmenden Arbeiten und der täglich für dieselben zur Verfügung stehenden Zeit sowie besonders auch von den Transportverhältnissen ab; es wird hierauf später noch zurückgekommen.

Bei dem auf Taf. IV dargestellten Bagger hat der Laderaum 500 bis 600^t — 300 bis 350^{cbm} — Inhalt und liegt teils hinter, teils neben dem Schlitz für die Eimerleiter; die Schüttrinnen sind an dem beweglichen Schlitten befestigt — werden demnach mit diesem verschoben — und können sowohl die seitlichen wie die hinteren Räume bedienen. Außerdem kann aber auch das Baggergut vermittels beweglicher Schüttklappen in gewöhnlicher Weise über Bord in Ladeprahme geleitet werden (Fig. 3 Taf. IV). Zur Entleerung des Laderaumes sind in dem Boden nach unten sich öffnende Klappthüren angebracht, deren Schluss durch besondere Winden bewirkt wird, welche entweder von der Hauptmaschine bedient oder als selbständige Dampfwinden aus-

¹⁾ Vortrag von W. Simons in der Inst. of Naval Architects, Glasgow, 30. August 1877.

s. a. Engineering 1877 Bd. XXIV S. 182.

The Engineer 1872 Bd. XXXIII S. 309 m. Abb.

²⁾ s. u. a. Engineering 1881, Bd. XXXI S. 384 m. Abb. Bagger f. Riga von F. Schichau in Elbing.

Engineering 1886 Bd. XXXXI S. 571. Bagger v. Fleming & Ferguson in Paisley.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 768 vom 24. Februar 1876.

The Engineer 1877 Bd. XXXIV S. 274.

²⁾ Engineering 1881 Bd. XXXI S. 357.

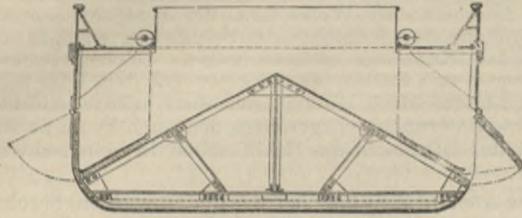
³⁾ Engineering 1881 Bd. XXXI S. 306 m. Abb.

The Engineer 1881 Bd. LI S. 272 mit Abb.

⁴⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 170 m. Skizze.

gebildet werden. Nach unten sich öffnende Klappthüren setzen genügende Tiefe der Entladestelle voraus; um bei ungenügender Tiefe oder an Ufern entladen zu können, geben W. Simons & Co. dem Schiffe Seitenklappen, deren neuere Construction¹⁾ aus Textfig. 26 hervorgeht. Die Thüren drehen sich um oben angebrachte Aufhängeachsen und werden beim Nachlassen der Windketten durch den Druck der im Lade-

Fig. 26.



raum liegenden Massen nach aufsen geöffnet; nach erfolgter Entleerung schliessen sie sich theils durch das Eigengewicht, theils durch den Zug der Ketten.

W. Kinipple²⁾ will bei ähnlich gebauten Baggern drei vollständig getrennte Laderäume anordnen, von welchen einer sich mittschiffs befinden, die beiden anderen an der Backbord- bzw. Steuerbordseite liegen sollen; der erstere wird in seichtem Wasser allein benutzt, die beiden anderen erst, nachdem vor Kopf genügend weggearbeitet oder wenn überhaupt hinreichende Tiefe vorhanden ist.

Die Benutzung des Baggers als Transportschiff macht es wünschenswert, den Schiffswiderstand bei der Fahrt möglichst zu vermindern; in dieser Hinsicht wirken sehr ungünstig die unter das Schiff vortretende Eimerleiter und der Schlitz im Schiffskörper. Den letzteren schließt man bei den vor Kopf arbeitenden Baggern, bei welchen die Eimerleiter ganz in Deckhöhe gebracht werden kann, zuweilen durch ein besonderes Einschiebeschiff³⁾, welches auch in vorteilhafter Weise den Auftrieb vorn vermehrt und tieferes Eintauchen der Schrauben bewirkt. Bei Baggern, welche unter dem Prahm arbeiten, kann der Schlitz nur dann geschlossen werden — gebotenfalls durch Klappen —, wenn es möglich ist, die Eimerleiter einzuziehen, zu welchem Zwecke ersterer genügend lang sein muss.

Die auf Taf. IV dargestellte Construction ermöglicht es, die Eimerleiter einzuziehen, sobald der Schlitten ganz nach hinten zurückgezogen ist; die Oeffnung im Schiffe kann daher verhältnismässig kurz gehalten werden. Zur Erreichung desselben Zweckes schlägt S. Williams⁴⁾ vor, die Lager der oberen Leiterachse in seitlichen Kreisbogenführungen nach hinten zu verschieben und niederzulegen; die Anordnung erscheint nicht einfach genug, da auch der Schütttrichter beweglich gemacht werden muss, um der Eimerleiter ausweichen zu können. W. Simons und A. Brown geben in dem bereits erwähnten Patente⁵⁾ zwei andere Constructions an, welche einfacher erscheinen. Bei der einen derselben besteht die Eimerleiter aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Teilen; das letztere kann festgestellt oder gelöst werden, sodass entweder der obere, wie gewöhnlich drehbar gelagerte, Teil mit dem unteren während des Baggerns einen festen Träger bildet, oder dass bei zurückgezogener Leiter beide Hälften ungefähr unter einem rechten Winkel gegen einander stehen, indem die obere nahezu senkrecht hängen bleibt, während die untere in die Höhe gezogen wird. Bei der zweiten Construction sind die Seitenschilder der Leiter mit langen Schlitz versehen, durch welche die festgelagerte Schwungsachse hindurchtritt; auf dieser ist die Leiter während des Baggerns wie immer drehbar, indem die in den Schlitz liegenden Lager mit den Schildern fest verbunden sind. Nach Lösung dieser Verbindung kann die Leiter auf den nunmehr als Führungen dienenden Lagern unter dem oberen Turas her verschoben

werden, wobei die Eimerkette an der obersten Leitrolle hängen bleibt und von dieser über die beiden Hauptkettentrommeln geführt ist. Bei diesen Constructions wird die Verschiebung der Leiter, nach Lösung der betreffenden Verbindung, einfach durch Anheben vermittels der Leiterwinde bewirkt.

Eimer, Kettenglieder, Bolzen und Kettentrommeln.

Bei den Eimerkettenbaggern verursachen die Eimer, Kettenglieder, Bolzen und Kettentrommeln die meisten Reparaturen, welche die Arbeit in ganz bedeutendem Mafse vertheuern. Die Eimer sind hauptsächlich an den Schneiden und den Rückenflächen dem Verschleifs unterworfen; an ersteren durch die unmittelbare Wirkung des Bodens, an letzteren theils durch die starken Biegungsbeanspruchungen, welche die Eimer während des Schneidens erleiden, theils durch die schabende Wirkung der Turaskanten bei dem Uebergange über dieselben. Eimer, einfach aus Blech zusammengenietet mit untergenieteten oder untergeschraubten Laschen, wie sie früher allgemein üblich waren und auch jetzt noch vielfach in Gebrauch stehen, erscheinen deshalb für gröfsere Ausführungen sehr unzuweckmässig und auch für kleinere wenig empfehlenswert. Bei dem in Textfig. 23 bis 25 dargestellten Bagger von Angell sind in etwas besserer Weise die Kettenglieder nicht unmittelbar an den Rückenwänden, sondern an Winkeleisen befestigt¹⁾ (s. Fig. 27); zur Erzielung gröfserer Steifigkeit sind Rücken- und Vorderwand aufserdem durch Stege verbunden.

F. Ratjen²⁾ will den Kettenzug auf die viel widerstandsfähigeren Seitenwände der Eimer übertragen, indem er die Schaken an starken seitlich angenieteten Haken angreifen lässt; zugleich wird dabei die Berührung und Abnutzung der Rückenbleche durch die Kettentrommeln vermieden und auf die leichter zu ersetzenden Kettenglieder übertragen.

In England hat man zur Verringerung obiger Uebelstände schon seit mehr als 15 Jahren die Rückenwände mit den Augen für die Kettenbolzen in einem Stücke aus Stahlguss hergestellt³⁾. Die Construction solcher Eimer, wie sie ähnlich neuerdings auch anderweitig⁴⁾ vielfach ausgeführt werden, geht aus Fig. 11a bis 11c Tafel II hervor; die Seitenwände bestehen aus Eisenblech und sind an den vorspringenden Rändern des gussstählernen Rückens vernietet; die

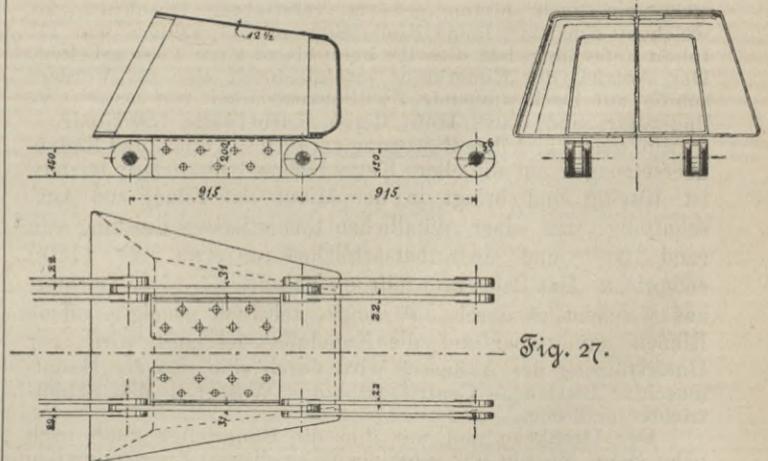


Fig. 27.

angenietete starke Schneide ist aus geschmiedetem Gussstahl hergestellt. Die Bolzenlöcher werden allgemein mit leicht zu erneuernden Stahlbüchsen ausgefüllert. Die Kettenbolzen selbst werden aus Stahl oder aus verstähltem Eisen angefertigt und gehärtet; gewöhnlich haben sie rechteckige Köpfe,

¹⁾ Engl. Pat. Spec. 5423 vom 7. September 1883.

s. a. Zeitschr. f. Bauwesen 1877 Bd. XXVII S. 480 u. f. Taf. LXV. Bücking a. a. O., S. 345 m. Abb.

²⁾ D. R.-P. No. 9507.

³⁾ Minutes of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1883/84 Bd. LXXV S. 239.

⁴⁾ s. u. a. Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 442.

The Engineer 1885 Bd. LX S. 388 m. Abb.

Die auf der Weltausstellung in Antwerpen (1885) von französischen Firmen in gröfserer Zahl ausgestellten Eimer für den Panamakanal zeigten sämmtlich dieselbe Construction.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 3052 vom 18. December 1883.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 4119 vom 27. Februar 1882.

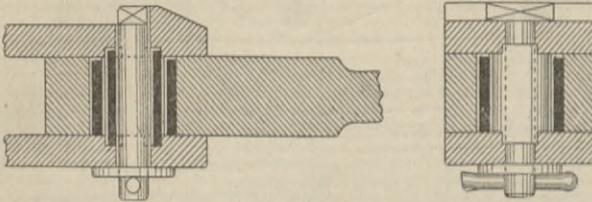
³⁾ s. L. Hagen, Sammlung ausgeführter Dampfbagger usw. Bl. 11. Zeitsch. f. Baukunde 1880 Bd. III Sp. 75 bis 78.

⁴⁾ Engl. Pat. Spec. No. 7483 v. 9. Mai 1884.

⁵⁾ Engl. Pat. Spec. No. 3052 v. 18. December 1883.

welche sich gegen einen Vorsprung legen und die Drehung der Bolzen verhindern. Infolge dessen verschleifen diese an der Angriffsstelle der Kettenglieder einseitig und können alsdann umgedreht werden. Trotz Benutzung von Stahl und Härten der Bolzen ist deren Abnutzung eine bedeutende, und es ist daher erforderlich, um Brüche und zu häufiges Auswechseln zu verhindern, die Abmessungen sehr groß zu nehmen. J. Lucien Robert¹⁾ will deshalb die Bolzen nicht stärker, als zur Kraftübertragung erforderlich, machen und in dem mittleren Teile — der Angriffsstelle der Kettenglieder — ebenfalls mit gehärteten, leicht zu erneuernden und billigeren Stahlbüchsen bekleiden (Fig. 28); letztere dürfen sich auf den Bolzen nicht drehen, was durch seitliche Ansätze oder in ähnlicher Weise verhindert werden kann.

Fig. 28.

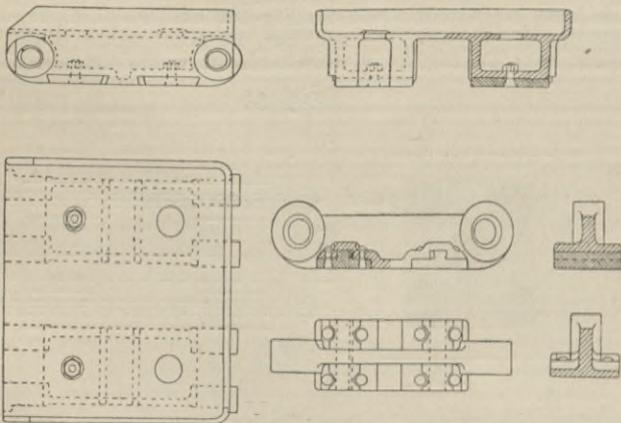


W. Simons und A. Brown²⁾ bringen die Augen nicht unmittelbar in den angegossenen Rippen der Eimer an, sondern schrauben an die Rippen seitlich besondere Stahlaschen welche die Bolzen aufnehmen und leicht auszuwechseln sind. Ein besonderer Vorteil ist hierin nicht zu erkennen.

Die ganzen Eimer in einem Stück aus Stahlguss herzustellen, wie R. Hadfield³⁾ vorschlägt, erscheint nicht zweckmäßig, da dieselben schwerer werden und es wünschenswert ist, die Schneide leicht erneuern zu können.

Der Abnutzung der Rückenflächen an Eimern und Kettengliedern begegnet H. Bagshawe⁴⁾ durch die in Fig. 29 dargestellte zweckmäßige Construction. Beide, Eimerrücken und

Fig. 29.



Kettenglieder, sind aus Stahlguss hergestellt und an den dem Verschleisse hauptsächlich ausgesetzten Stellen mit besonderen Stahlplatten besetzt, welche in schwabenschwanzförmigen Einschnitten liegen und durch Schrauben und Keile befestigt sind.

W. R. Kinipple⁵⁾ sucht dasselbe durch Erbreiterung der Berührungsfläche zwischen den Kettentrommeln und den Eimern und Kettengliedern zu erreichen, indem er den letzteren die in Fig. 30 bzw. Fig. 31 dargestellte Form giebt. Die Rückenflächen sind bei beiden ganz eben und die Verstärkungsrippen an der Innenseite angebracht; die Zwischenräume zwischen den-

selben werden bei den Eimern mit Cement, Asphalt oder dergl. ausgegossen, damit das Baggergut nicht hängen bleibt. Die Eimer sind außerdem so construirt, dass jeder Teil leicht und schnell ersetzt werden kann. Die Seitenwände greifen zu

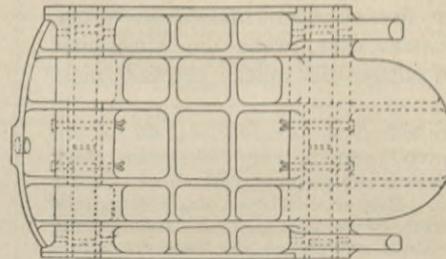
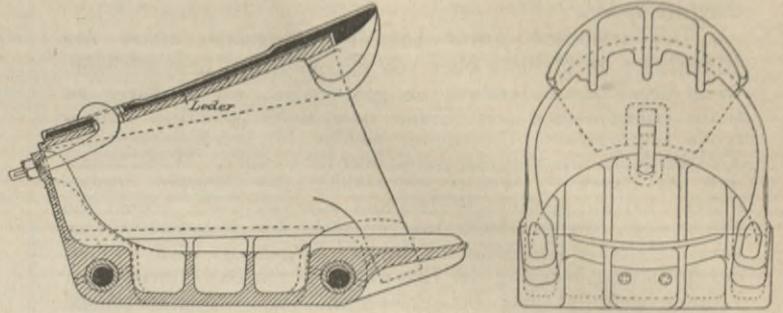
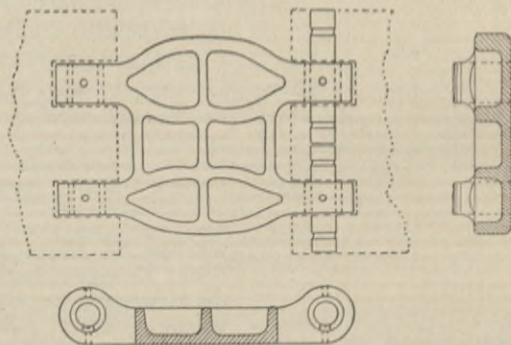


Fig. 30.

diesem Behufe mit zwei kräftigen Oesen über zwei seitlich an dem Gussstahlrücken befindliche hakenartige Vorsprünge;

Fig. 31.



die Stahlschneide ist ebenfalls selbständig ausgebildet und über die Vorderwand bzw. in dieselbe hinein geschoben. Alle drei Teile werden schliesslich durch eine starke Hakenschraube zusammengehalten. Beachtenswert ist noch der große tellerartige Vorsprung an der Rückenwand, welcher bezweckt, das Baggergut mit möglichst geringem Verluste in den Auffangtrichter gelangen zu lassen.

Der Verschleiss der Eimerrücken durch die Wirkung der Turaskanten entsteht hauptsächlich infolge der verhältnismässig grossen Entfernung der Eimerauflage von dem Gelenkbolzen, dem Angriffspunkte der Kette. G. Klug¹⁾ verwendet deshalb Kettentrommeln, bei welchen auch die Gelenke noch unterstützt sind, indem die Kettenglieder entweder in entsprechende Aussparungen in den Turasflächen zu liegen kommen oder so verkröpft werden, dass sie über die Turaskanten hinübergreifen; auch sind die Auflageflächen der Kettenglieder erbreitert. Zugleich ist vorgeschlagen, die Polyonseiten mit leicht auswechselbaren Holzleisten zu bekleiden, um einerseits die Abnutzung der Kettenglieder zu verringern, andererseits durch Einlegen von schwächeren oder stärkeren Leisten die Teilung des Turas gleich der Ketten-

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 9157 v. 18. Juni 1884.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 3488 v. 8. October 1875.

³⁾ Engl. Pat. Spec. No. 5117 v. 31. Mai 1880.

⁴⁾ Engl. Pat. Spec. No. 1130 v. 16. März 1880.

Dingler's pol. Journ. 1880 Bd. 238 S. 383 m. Abb.

Revue industrielle 1880 S. 396 m. Abb.

⁵⁾ Engl. Pat. Spec. No. 5570 v. 23. November 1882.

¹⁾ D. R.-P. 22647.

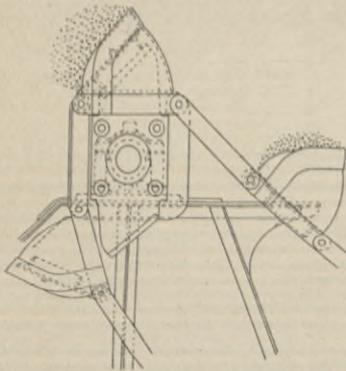
Engl. Pat. Spec. 5862 v. 8. December 1882.

teilung erhalten zu können, wenn letztere durch Verschleiß der Bolzen sich verändert. Es bleibt abzuwarten, ob letzterer Vorschlag trotz der geringen Haltbarkeit des Materiales sich bewähren wird. Die Construction hat neuerdings u. a. bei Baggern der Kopenhagener Hafengebäudeverwaltung Verwendung gefunden.¹⁾

Der treibende Turas hat das Bestreben, unter der Eimerkette zu gleiten, ohne sie mitzunehmen, hauptsächlich, wenn der Bodenwiderstand zu groß wird, sei es durch zu tiefes Einschneiden der Eimer oder durch plötzlich auftretende Hindernisse, Umstände, welche für jeden arbeitenden Teil der Maschine verhängnisvoll werden können. W. Simons und A. Brown²⁾ wollen es deshalb den Eimern ermöglichen, bei zu großem Widerstand auszuweichen, indem die Eimerleiter, anstatt unmittelbar an einer festgelagerten Achse, vermittels einer senkrechten Schwinge aufgehängt wird, so dass der größtmögliche Zug der Eimerkette durch das Gewicht der Leiter bestimmt ist; bei größerem Zug — entsprechend einem zu großen Widerstande — schwingt die Leiter zurück und die Eimer gehen frei an dem Hindernisse vorbei. Es ist indessen zu befürchten, dass, wenn die Eimerleiter wieder vorschwingt, Stöße entstehen, welche ebenfalls nicht ohne Gefahr sind.

Die Entleerung der Eimer geht bei festem und lehmigem Boden häufig nur unvollkommen vor sich; eine stark konische Form wirkt diesem entgegen, ruft aber große Schneidwiderstände hervor. Besser erscheint es, bewegliche Böden zu verwenden, deren Bewegung jedoch zwangsläufig bewirkt werden muss und nicht nur durch ihr Gewicht allein erfolgen darf, da sie sich alsdann klemmen. Von Lutzer³⁾ sind Eimer mit doppeltem Boden angegeben worden, von

Fig. 32.



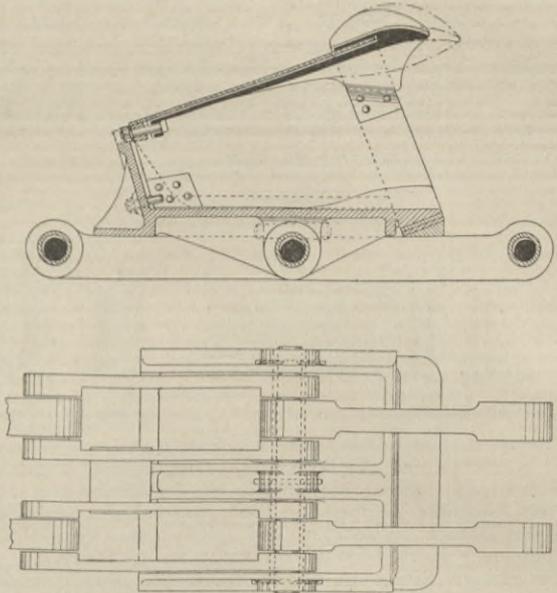
welchen der innere in Führungen durch drehbare Hebel verschoben wird. Gabert frères⁴⁾ machen die Eimerrücken um die oberen Gelenkbolzen drehbar (s. Fig. 32) und bewirken deren Drehung behufs Entladung der Eimer durch zwei entsprechend geformte auf der oberen Turasachse befestigte Daumen, welche in den Eimerraum hineintreten; zwei an den Seitenwänden der Eimer befindliche Knaggen begrenzen die Bewegung der Rückenwände, deren Zurückdrehung während des Schneidens durch den eindringenden Boden erfolgt.

W. R. Kinipple⁵⁾ giebt zu demselben Zwecke seinen, im übrigen wie schon besprochen construirten, Eimern die in Textfig. 33 dargestellte Form. Jeder Eimer trägt nur einen Gelenkbolzen und stützt sich während des Grabens mit einem Ansätze gegen das folgende Kettenglied; bei dem Uebergang über den oberen Turas kippt der Eimer nach vorn über und entleert sich vollständig infolge des Stoßes. Es ist zu beachten, dass bei derselben Länge der Kettenglieder die Entfernung der Schneide von der Mitte der unteren Kettentrommel — d. i. der Hebelarm des Widerstandes — größer ist, als bei zwei symmetrisch angeordneten Gelenkbolzen. Die Schneiden sollen gebotenenfalls, wie punktirt angedeutet, mit einzelnen vorspringenden Zähnen versehen werden.

Zur Erzielung guter Eimerfüllungen sind häufig Vorschneidmesser⁶⁾ zwischen je zwei Eimern in die Kette eingeschaltet worden, welche eine Lösung des Bodens bewirken sollen. Dieselben haben sich im allgemeinen nicht be-

währt, vermutlich, weil gerade die festen und dichten Bodenarten, welche sie wünschenswert erscheinen lassen, an den Messern hängen bleiben, von denselben eine Strecke mitgenommen werden und alsdann wieder herunter fallen, ohne in die Eimer zu gelangen. Besser dürften sich viel-

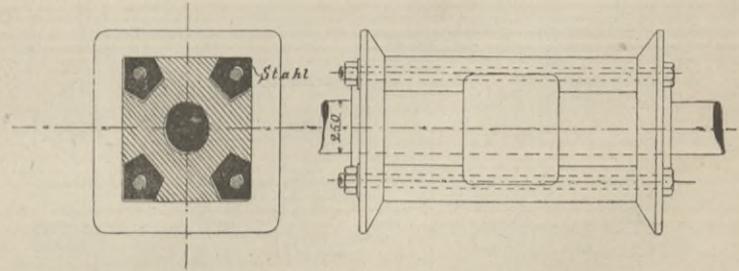
Fig. 33.



leicht schraubenartige Vorschneidmesser bewähren, welche seitlich an dem unteren Turas angebracht sind und durch die Bewegung der Eimerkette umgetrieben werden.

Der obere Turas ist meistens vier- oder fünfseitig; vierseitige verdienen, obwohl sie weniger sanft arbeiten, den Vorzug da sie die Kette sicherer fassen und bei derselben Länge der Kettenglieder einen kleineren Durchmesser als fünfseitige erhalten. Dieselben werden jetzt meistens ganz aus Stahlguss hergestellt, wie in Fig. 9a und 9b Taf. II dargestellt, oder es werden auch nur die Kanten mit Stahl bekleidet, wie Textfig. 34 veranschaulicht, welche letztere Con-

Fig. 34.



struction dem Angell'schen Bagger entnommen ist. Bei dem auf Taf. III wiedergegebenen Bagger der Panamagesellschaft sind, statt eines geschlossenen Turas, zwei vierkantige Scheiben verwendet, welche der Eimerbreite entsprechend auseinanderstehen, auf der 300mm starken Achse festgekeilt und durch 4 Schrauben von 75 mm Dmr. mit einander verbunden sind. (Fig. 1 Taf. III.) Für die Construction der unteren Kettentrommeln kann die in Fig. 10a und 10b Taf. II dargestellte als zweckmäßig bezeichnet werden; dieselben werden gewöhnlich sechs- und mehrseitig gemacht, um die Eimer möglichst sanft gegen den Boden zu führen. Zur Lagerung der unteren Turasachsen sind an die Eimerleiter meistens einfache Rosetten angeietet; zuweilen werden auch die Leiterenden gegabelt¹⁾, um besondere durch Schrauben und Keile gehaltene Lager aufzunehmen, welche eine schnellere Auswechslung gestatten.

¹⁾ Nach gef. Mittheilungen von G. Klug in Hamburg.

²⁾ Engl. Pat. Spec. 3052 v. 18. December 1883.

³⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1874 Bd. XVIII S. 741 m. Abb.

⁴⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 169 m. Abb.

⁵⁾ Engl. Pat. Spec. 2715 v. 4. Juli 1879.

⁶⁾ Hagen, a. a. O., S. 154.

s. a. Engineering 1879 Bd. XXVII S. 136 u. f.

¹⁾ Engineering 1882 Bd. XXXIII S. 339 m. Abb.

Die Anzahl der Turasumdrehungen hängt außer von der Anzahl ihrer Seitenflächen von derjenigen der minutlich zur Ausschüttung gelangenden Eimer ab; diese beträgt gegenwärtig bei den meisten Baggern 12 bis 15; von den 12 preussischen Eimerkettenbaggern der L. Hagen'schen Sammlung schüttet je einer bis zu 24, 22 und 19 Eimer aus, drei 16 bis 17, die übrigen weniger als 16; bei den amerikanischen Baggern von Angell ist die minutliche Eimerzahl zu 18 angegeben, bei einem von W. Simons & Co. für Belfast gebauten Bagger¹⁾ zu 20. Einen besseren Anhalt zur Beurteilung gewährt die Kettengeschwindigkeit. Hagen²⁾ giebt 0,334^m (9 Zoll) bis höchstens 0,312^m (12 Zoll) in der Sek. als zweckmäßig an; letztere Zahl findet sich z. B. auch ungefähr bei dem auf Taf. II dargestellten Bagger (0,304^m bis 0,335^m), ferner bei den neuen Hamburger Baggern³⁾ (0,332^m), bei 8 Baggern der L. Hagen'schen Sammlung und manchen anderen neueren Constructionen, während die Bagger der Panama-Gesellschaft (Taf. III), wie schon berechnet, 0,467^m Geschwindigkeit haben, und diejenigen von Angell sogar 0,550^m in der Sek. Letztere Geschwindigkeit wird — mit 0,5^m in der Sek. — annähernd auch bei einem von Aron & Gollnow in Grabow a/O. gebauten Bagger erreicht (Blatt 4 der Sammlung von L. Hagen). Die Geschwindigkeit der Schneide während des Eimerüberganges über den unteren Turas ist annähernd doppelt so groß, wie die Kettengeschwindigkeit und beträgt daher im großen Durchschnitt 0,6^m bis 1,1^m in der Sek. Aehnliche Geschwindigkeiten sind auch bei Dampfpflügen⁴⁾ vorhanden; bei denjenigen von Howard hat das Werkzeug 0,4 bis 0,6^m, bei solchen von Fowler 1 bis 1,5^m Geschwindigkeit in der Sek. Eine hohe Kettengeschwindigkeit nimmt naturgemäß alle arbeitenden Teile mehr in Anspruch; berücksichtigt man jedoch, dass obige kleine Geschwindigkeit vor langer Zeit schon ohne Anstand bei Baggern angewendet wurde, welche sowohl in constructiver Hinsicht wie rücksichtlich des verwendeten Materiales hinter den besseren jetzigen Ausführungen wesentlich zurückstehen, so erscheint eine Steigerung der Geschwindigkeit und damit eine fast ebensolche Vergrößerung der Leistung, ohne eine gleichzeitige Vergrößerung der ganzen Anlage notwendig zu machen, kaum bedenklich.

Die erforderliche Maschinenleistung kann gewöhnlich ebenfalls durch eine, in den meisten Fällen unbedenkliche, größere Umdrehungszahl erreicht werden, während bei derselben Eimergröße — also demselben Bodenwiderstande — die Dampfcylinder alsdann nicht vergrößert zu werden brauchen.

Kraftbetrag. Ueber den Kraftbedarf der Eimerkettenbagger für bestimmte Leistungen lassen sich zuverlässige Angaben nicht machen; die vorhandenen Einzelmitteilungen sind fast durchweg ungenau und unvollständig, indem meistens nur ungefähr die indicirte Maschinenleistung oder sogar nur der Füllungsgrad der Maschine sowie die in einer bestimmten Zeit durchschnittlich oder im ganzen ausgegrabene Bodenmenge bezeichnet ist, während über die Natur des Bodens, die Tiefe, in welcher gegraben wurde usw., nichts gesagt ist. Ebensowenig führt der unmittelbare Vergleich der Maschinen ausgeführter Bagger zu einem praktischen Ergebnisse; denn einerseits erscheint es ganz unzulässig, die Leistungen von Maschinen verschiedener Systeme mit einander zu vergleichen, die unter ganz verschiedenen Betriebsverhältnissen, in ungleichen Tiefen, mit verschieden geformten Eimern, mit kleinen oder großen Kettengeschwindigkeiten usw. arbeiten, andererseits zeigen die Maschinen von Baggern, welche für annähernd dieselben Verhältnisse gebaut sind, wesentliche Unterschiede. Dies gilt z. B. von den beiden auf Tafel II und III abgebildeten und den ähnlich construirten neuen Hamburger Baggern⁵⁾, deren Hauptverhältnisse nachstehend zusammengestellt sind.

	Bagger von Hawks, Crawshay & Sons. Tafel II	Bagger der Panama-Ges. Tafel III	Hamburger Bagger.
Eimerinhalt	0,425	0,420	0,420
Ausgeschüttete Eimer in der Minute	12 bezw. 15	11	15
Theoretische stündl. Höchstleistung cbm	306,0 332,5	352,8	302,4
Größte Baggertiefe unter Wasser	9,450	12,500	9,400
Ausschüttung über Wasser	8,680	9,200	9,075
Verbund - Dampfma- schinen:			
Cylinderdmr	0,546 u. 1,016	2 Maschinen v. 0,320 u. 0,650	0,500 u. 1,000
Kolbenhub	0,762	0,730	0,760
Umdrehungszahl in der Minute	60	57	60
Kesselspannung (abs.) kg	6,625	7	6,66

Die Eimer dieser 3 Bagger haben fast genau die gleichen Formen und Abmessungen; die Anordnung des Triebwerkes ist bei dem Bagger von Hawks, Crawshay & Sons und den Hamburger Baggern ebenfalls dieselbe, während bei den Baggern der Panamagesellschaft die Dampfmaschinen, wie früher beschrieben, hinter dem Leitergerüste stehen und nur wenig Zwischengetriebe vorhanden ist. Bei 12 minutlich zur Ausschüttung gelangenden Eimern würde die theoretische Leistung aller 3 Bagger fast genau dieselbe sein. Die Dampfmaschinen der Hamburger Bagger erscheinen nun zwar nur wenig schwächer als diejenigen des englischen; bei ersteren werden jedoch von der Hauptmaschine auch noch sämtliche Winden betrieben, wofür bei dem letzteren besondere kräftige Maschinen angeordnet sind. Auffallend ist dagegen der große Unterschied zwischen den Maschinen der Bagger der Panamagesellschaft und denjenigen der beiden anderen Bagger, indem die ersteren nur ungefähr $\frac{2}{3}$ der Leistungsfähigkeit der letzteren besitzen und dazu in größerer Tiefe graben sollen. Aehnliches findet man bei dem Vergleiche anderer Bagger mit einander, und es scheint demnach gerade in der Bestimmung der wesentlichsten Verhältnisse eine große Unsicherheit zu herrschen. Diese kann zunächst nur durch zuverlässige umfassende Versuche beseitigt werden, und ist die Vornahme solcher Versuche, zu welchen die Strom- und Hafenbaubehörden genügendes Material besitzen, als dankenswerte Arbeit zu bezeichnen.

Die einzigen bis jetzt veröffentlichten genaueren Versuche wurden von Bauinspektor F. W. Matthiesen in Husum (Schleswig) mit einem von der Maschinenbaugesellschaft Weser im Jahre 1877 gebauten Bagger¹⁾ ausgeführt. Derselbe hat eine mittlere Eimerleiter, mit welcher bis zu 6,1^m unter Wasser gearbeitet werden kann, und deren obere Schwingungsachse — zugleich Achse des oberen Turas — 7,5^m über Wasser liegt. Der Antrieb der Eimerkette erfolgt durch eine unter Deck geneigt liegende Zwillingmaschine, welche ihre Bewegung vermittels eines Gummiriemens auf ein Vorgelege und von diesem durch eine Zwischenwelle auf den oberen Turas überträgt; dieselbe Maschine dient zum Betriebe der Leiterwinde und der Winden für die Seitenankerketten, welche letztere mit 6,5^m Geschwindigkeit in der Minute oder 0,108^m in der Sekunde angezogen werden. Die Eimer haben 0,160^{cbm} Inhalt; die Geschwindigkeit der Kette, welche 34 Eimer enthält, beträgt 0,28^m in der Sekunde. Bei den Versuchen wurde die Maschine mit abgeworfenem Riemen indicirt, um ihre Leergangsarbeit zu ermitteln, ferner mit aufgelegtem Riemen und leer arbeitender Eimerkette, sowie bei Arbeiten in verschiedenen Tiefen, sowohl in weichem, wie auch in festem, sandigem, mit Thon vermischem Schlick. Es ergab sich u. a.:

¹⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 470

²⁾ Hagen, a. a. O. Seite 159.

³⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 441 mit Zeichngn.

⁴⁾ Civilingenieur 1882. Bd. XXVIII. Sp. 375

⁵⁾ a. a. O.

¹⁾ Zeitsch. für Bauwesen 1877 Bd. XXVII Sp. 489 mit ausführlichen Zeichnungen.

Lfd. No.	Indicirte Leistung Pfkr.	Maschinen-umdrehungen in der Minute	Geförderte Eimer in der Minute	Bagger-tiefe m	Bemerkungen.
1	11	69	—	—	Leergangsarbeit der Maschine bei abgeworfenem Riemen.
2	15	68	—	—	Bewegung der Eimerkette mit leeren Eimern.
3	32,5	67	13	4,0	Weicher Schlick; alle Eimer gefüllt. Wind still.
4	30,2	70	13	2,5	desgl.
5	46,1	65	12	4,0	Fester sandiger Schlick; alle Eimer gefüllt. Steifer Seitenwind. Der Bagger ist in regelmäßigem Gange von Luv nach Lee.
6	49,1	68	13	4,0	Wie zuvor. Der Bagger ist in regelmäßigem Gange von Lee nach Luv.
7	52,5	68	13	4,0	Wie zuvor. Der Bagger wendet an der Leeseite.
8	53,1	70	13	4,0	Wie zuvor. Flauer Seitenwind.

Die von der Maschine geleistete Arbeit verteilt sich auf das Graben und das Heben des Bodens sowie auf Ueberwindung der Reibungswiderstände und die Erzeugung der Seitenbewegung des Schiffes. Von diesen Einzelarbeiten lässt sich bei bekanntem Gewichte der Kubikeinheit des Bodens nur die Hebearbeit genau ermitteln; diese Gewichte sind nicht angegeben, man wird indessen annähernd für weichen gewöhnlichen Schlick 1400^{kg} für 1^{cbm} und für harten mit Thon vermischten Schlick 2000^{kg} annehmen können. Die Dampfmaschine hat Schiebersteuerung und kann bei derselben die zusätzliche Reibung gleich 10 pCt. oder rund 1 Pfkr. gesetzt werden. Für die Schiffseitenbewegung möge bei regelmäßigem Gange ebenfalls 1 Pfkr. angenommen werden. Die Reibungsarbeit des Getriebes und der Eimerkette beträgt bei leeren Eimern annähernd 4 Pfkr. (Unterschied zwischen lfd. No. 2 und lfd. No. 1); bei gefüllten Eimern wächst dieselbe infolge des vergrößerten Gewichtes und des zur Ueberwindung des Bodenwiderstandes erforderlichen größeren Kettenzuges; sie kann daher hier auch nur annähernd geschätzt werden und möge für die Arbeiten in weichem Schlick zu 6 Pfkr., für harten sandigen Schlick zu 8 Pfkr. angenommen werden. Unter Berücksichtigung des Auftriebes berechnet sich die Hebearbeit bei 4^m Baggertiefe und 7,5^m Ausschütthöhe über Wasser:

$$\begin{aligned} \text{für lfd. No. 3 zu:} & \frac{13 \cdot 0,16 (4 \cdot 400 + 7,5 \cdot 1400)}{60 \cdot 75} = 5,6 \text{ Sek.-Pfkr.} \\ \text{» » » 5 »} & \frac{12 \cdot 0,16 (4 \cdot 1000 + 7,5 \cdot 2000)}{60 \cdot 75} = 8,1 \text{ » »} \\ \text{» » » 6—8} & \frac{13 \cdot 0,16 (4 \cdot 1000 + 7,5 \cdot 2000)}{60 \cdot 75} = 8,8 \text{ » »} \end{aligned}$$

Es ergibt sich für lfd. No. 3:

Eigenarbeit der Dampfmaschine . . .	12 Pfkr.
Seitenbewegung des Schiffes	1 »
Reibungsarbeit des Getriebes	6 »
Hebearbeit für das Baggergut	5,6 »

Zusammen 24,6 Pfkr.

so dass für das Graben 32,5 — 24,6 = 7,9 Pfkr. verbleiben, wofür sich eine stündliche Leistung von $13 \cdot 0,16 \cdot 60 = 125^{\text{cbm}}$ ergäbe, oder für 1 Pfkr. 15,8^{cbm} weicher Schlick in der Stunde.

In gleicher Weise ergibt sich für

Eigenarbeit der Dampfmaschine . . .	lfd. No. 5	lfd. No. 6
Seitenbewegung des Schiffes	12 Pfkr.	12 Pfkr.
Reibungsarbeit des Getriebes	1 »	1 »
Hebearbeit des Baggergutes	8 »	8 »
	zusammen 29,1 Pfkr.	29,8 Pfkr.

Für das Graben verbleiben demnach bei lfd. No. 5 noch $45,1 - 29,1 = 17$ Pfkr., welchen eine stündliche Leistung von $12 \cdot 0,16 \cdot 60 = 115^{\text{cbm}}$ entspricht oder für 1 Pfkr. eine Leistung von 6,8^{cbm} fester sandiger Schlick mit Thon sich ergibt. Bei Versuch No. 6 ergeben sich bei einer stündlichen Leistung von 125^{cbm} für das Graben $49,7 - 29,8 = 19,9$ Pfkr. oder 6,25^{cbm} sandigerfester Schlick für 1 Pfkr. Diese beiden Versuche stimmen demnach ziemlich gut überein, während No. 7 und 8 grössere Werte für den Kraftbedarf ergeben; jedoch war bei den letzteren voraussichtlich der Schiffswiderstand auch grösser.

Hinsichtlich des Kraftbedarfes giebt Hagen¹⁾ an, dass von der ganzen Arbeit $\frac{1}{3}$ zur Ueberwindung der Reibungswiderstände, von dem übrigbleibenden Teile $\frac{3}{7}$ für das Heben und $\frac{4}{7}$ für das Graben verbraucht werden. Mit diesen Angaben würden die für Versuch No. 3 ermittelten Zahlen annähernd übereinstimmen, während bei No. 5 und 6 dies nicht zutrifft. Wenngleich nun die berechneten Zahlen auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch machen können, so erscheinen doch auch die Hagen'schen Angaben, besonders bei schwerem widerstandsfähigem Boden, bei dem immer die Grabarbeit den wesentlichsten Teil ausmachen wird, nicht zutreffend. Auch die Baggertiefe übt sowohl auf die Gesamtarbeit wie auf die Einzelarbeiten einen Einfluss, dessen Grösse sich ebenfalls nur durch zuverlässige Versuche wird feststellen lassen.

Betriebskosten. Die Betriebskosten der Eimerkettenbagger hängen wesentlich von der Beschaffenheit des Bodens und von der Dauer der Arbeit bezw. deren mehr oder weniger häufiger Unterbrechung ab; der letztere Umstand ist vorwiegend auf die Arbeitslöhne von Einfluss. Die Bodenbeschaffenheit beeinflusst die Kosten in doppelter Hinsicht: in hartem Boden wird die Leistung geringer als in weichem, und die Erneuerungskosten wachsen; letztere spielen eine ganz wesentliche Rolle und kommen in normalem Betriebe und bei mittelfestem Boden den Löhnen nahezu gleich, in hartem, sehr widerstandsfähigem Boden übersteigen sie dieselben häufig sogar bedeutend. Die meisten Angaben enthalten nur die Gesamtkosten für Baggern und Wegschaffen des Materiales und zeigen infolge dessen bedeutende Unterschiede; bei den 12 von L. Hagen veröffentlichten Baggern schwanken diese Kosten im Jahresdurchschnitt von $\mathcal{M} 0,28$ bis $\mathcal{M} 1,08$ für 1^{cbm} Erde, gemessen im Ladeprahm. Verzinsung und Abschreibung der Anlagen ist hierin nicht einbegriffen. Mit den geringsten Kosten arbeiten zur Zeit die Eimerkettenbagger in den grösseren englischen Flüssen und Häfen, woselbst die ununterbrochenen Baggerungen und vollkommene Transporteinrichtungen eine vorteilhafte Ausnutzung der Maschinen möglich machen.

Der auf Taf. II dargestellte Bagger für den Wearfluss hat in einem halben Jahre an 139 Tagen gearbeitet und in dieser Zeit rund 500 000^t oder annähernd 290 000^{cbm} gegraben; das Baggergut bestand hauptsächlich aus angeschwemmtem Schlick und Lehm, nur zum geringen Teile aus Kies und Sand. Die Besatzung des Baggers war 9 Mann stark. Bedient wurde derselbe durch 6 eiserne Ladeprahme mit Bodenklappen von je 400^t und 3 hölzerne Prahme von je 250^t Tragfähigkeit; die eisernen Prahme waren mit je zwei Mann, die hölzernen nur mit einem besetzt. Die Entfernung vom Bagger zur Entladestelle betrug $7\frac{1}{2}$ engl. Meilen oder 13,875^{km}. Die entstandenen Kosten waren:

In 139 Tagen	Im ganzen \mathcal{M}	Für 1 ^t	Für 1 ^{cbm}
Baggern:			
Löhne; Unterhaltung und Erneuerungen des Baggers	38 311,69	0,077	0,132
Transport:			
Löhne; Unterhaltung und Erneuerungen der Ladeprahme	37 458,17	0,075	0,129
Schleppen der Ladeprahme	25 657,75	0,051	0,088
zusammen \mathcal{M}	101 432,61	0,203	0,350

Die Anschaffungskosten des Baggers betragen rund 370 000 \mathcal{M} , diejenigen der 6 eisernen Ladeprahme zusammen

¹⁾ Hagen, a. a. O. S. 164.

440000 *M.*, deren Zinsen und Abschreibung zu vorstehenden Beträgen noch hinzukommen.

Aehnlich stellen sich die Kosten der Baggerarbeiten auf dem Teefflusse, über welche John Fowler¹⁾ ausführliche Mitteilungen gemacht hat. Die Strombaubehörde besitzt 4 Eimerkettenbagger, von denen ein alter zwei aufsenliegende Eimerleitern hat; die drei anderen haben mittlere Eimerleitern und arbeiten vor Kopf. Nur über zwei derselben liegen ausführliche Mitteilungen vor. Die Hauptverhältnisse derselben sind:

	No. 1	No. 2
Länge m	38,125	41,175
Breite »	10,370	10,520
Tiefe »	2,895	3,210
Dampfzylinder »	0,890 × 1,016	0,890 × 1,016
Länge der Eimerleiter . . . »	22,960	23,180
Inhalt der Eimer cbm	0,255	0,255
Gebaut im Jahre	1871	1878
Anschaffungskosten <i>M.</i>	276 000	346 800

Die Leistungen der beiden Bagger in dem dreijährigen Zeitraume vom 1. November 1880 bis 31. October 1883 und die Transportweiten des Baggergutes betragen:

Bagger No. 1		Bagger No. 2		Mittlere Transportweite km
Tonnen zu 1000kg	Art des Bodens	Tonnen zu 1000kg	Art des Bodens	
91 500	Sand, Thon, Schlick	812 100	Sand, Thon	12,950
—	—	271 100	Sand, Schlick	14,800
144 400	Sand, Schlick	298 600	Sand, Thon, Schlick	16,650
865 500	Sand, Thon, Schlick	484 600	Sand, Thon, Steine	18,500
59 900	Thon, Steine	136 500	Sand, Thon	20,350
367 100	Sand, Schlick	—	—	22,200
1 528 500	—	2 002 900	—	—

Die hierfür im ganzen entstandenen Kosten sind:

	Bagger No. 1	Bagger No. 2
Löhne der Baggermannschaft <i>M.</i>	49 189,85	54 775,15
» » Prahmannschaft »	49 157,25	59 232,40
Kohlen »	17 723,75	19 634,75
Schleppkosten »	138 356,75	164 476,00
Erneuerungskosten für Bagger, Ladeprahme und Kohlenprahme »	97 161,90	69 783,60
Oel, Talg; Beköstigung usw. »	14 003,85	12 715,30
Taucher und andere Mannschaften »	2 624,35	2 624,35
Versicherung »	900,00	1 200,00
Schadenersatz »	3 353,50	7 021,75
zusammen <i>M.</i>	372 471,20	391 463,30

Jeder Bagger ist mit 9 Mann besetzt, welche wöchentlich zusammen rund 270 *M.* erhalten. Zur Bedienung eines Baggers sind je nach der Transportweite 6 bis 8 Ladeprahme von ungefähr 150^{cbm} Laderaum erforderlich, welche durch je 2 Mann, die zusammen 42,50 *M.* Wochenlohn beziehen, bedient werden. Der Anschaffungspreis eines solchen eisernen Prahmes beträgt

44800 *M.* Bei Entfernungen bis zu 15^{km} kann ein Schleppboot von 50 Pfr. einen Bagger mit Ladeprahmen bedienen; darüber hinaus bis zu 22,5^{km} sind für jeden Bagger 2 Schleppboote nötig.

Berechnet man von obigen Erneuerungskosten $\frac{2}{3}$ auf die Bagger und $\frac{1}{3}$ auf die Transportschiffe, so ergeben sich die Kosten für 1^t bzw. 1^{cbm} im Gesamtdurchschnitt für:

	No. 1		No. 2	
	1 ^t	1 ^{cbm} (ungefähr)	1 ^t	1 ^{cbm} (ungefähr)
Baggern: Löhne, Kohlen, Erneuerungen usw. <i>M.</i>	0,100	0,175	0,072	0,125
Transport: Löhne der Prahmannschaft und Erneuerungen <i>M.</i>	0,053	0,093	0,041	0,071
Schleppen »	0,091	0,158	0,082	0,133
Zusammen <i>M.</i>	0,244	0,425	0,195	0,329

Die Betriebskosten des Baggers No. 2 stimmen demnach bei 33 Pfg. für 1^{cbm}, einschl. Transport, ziemlich genau mit denjenigen des Baggers von Hawks, Crawshay & Sons, während der ältere Bagger No. 1 etwas höhere Beträge ergibt, hauptsächlich entstanden durch die größeren Erneuerungskosten; die eigentlichen Baggerungskosten betragen von den Gesamtkosten nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{4}{10}$. Rechnet man in den einzelnen Fällen noch für Verzinsung und Abschreibung 12 $\frac{1}{2}$ pCt. für das ganze Jahr hinzu, so erhöhen sich die ganzen Kosten auf 40 bzw. 49 Pf. für 1^{cbm} Erde, bzw. die eigentlichen Baggerungskosten auf 15 bis 16 Pfg. und 20 Pfg. für 1^{cbm}. Aehnliche Kosten ergeben die bedeutenden Baggerungen auf den Flüssen Clyde und Tyne. Diese geringen Kosten sind jedoch nur bei Selbstverwaltung in normalem dauerndem Betriebe und bei genügenden Transporteinrichtungen zu erzielen; in aufsergewöhnlichen Fällen erhöhen sie sich ganz bedeutend. So erhält beispielsweise für Baggerungen im Hafen von Boulogne¹⁾ der betreffende Unternehmer für 1^{cbm} gewöhnliches Material (Sand, Schlick usw.) 1,25 *M.*, für 1^{cbm} Schieferthon 4,80 *M.* und für felsigen Boden, sobald derselbe in größeren Stärken als 25^{cm} auftritt, 10,85 *M.* für 1^{cbm}. Trotz dieser hohen Preise wird infolge der geringen Leistung und der ganz bedeutenden Erneuerungskosten kein Ueberschuss erzielt; die letzteren Kosten betragen hier etwa 60 pCt. der Gesamtausgaben und machen das 2 $\frac{1}{2}$ - bis 5fache der Arbeitslöhne aus. Für solche harte Bodenarten erscheinen die Eimerkettenbagger überhaupt nicht mehr geeignet; hier würden Löffelbagger oder Drehschaufelbagger mit zwangsläufiger Führung bessere Dienste thun.

Wie die obigen Aufstellungen erkennen lassen, sind die Transportkosten von bedeutendem Einfluss auf die Gesamtkosten; auch das für die Fahrzeuge selbst aufzuwendende Kapital erreicht beträchtliche Höhen. Bei großen Anlagen wird es sich deshalb häufig empfehlen — was auch vielfach ausgeführt ist —, die Transportschiffe als selbständige Fahrzeuge mit eigenen Maschinen und Triebvorrichtungen auszurüsten, um die Schleppkosten und Löhne zu verringern. Naturgemäß spielen hierbei auch die Transportweiten eine wesentliche Rolle; es lässt sich daher die Zweckmäßigkeit solcher Transportschiffe nur von Fall zu Fall entscheiden. Gleiches lässt sich von Baggern mit Laderäumen im Baggerschiff, wie der auf Tafel IV dargestellte, sagen, welche in sehr vielen Fällen billiger als gewöhnliche Bagger, zu deren Bedienung besondere Ladeprahme erforderlich sind, arbeiten werden. Die Ersparnisse liegen hier hauptsächlich in den Löhnen. Dagegen müssen die ersteren Bagger in demselben

¹⁾ Min. of Proc. of the Inst. of Civil Eng. 1883/84 Bd. LXXV S. 239.

¹⁾ Min. of Proc. of the Inst. of Civil Engineers 1884/85 Bd. LXXX S. 263.

Verhältnisse stärker, d. h. leistungsfähiger, gebaut werden, in welchem ihre Arbeitszeit durch den Transport des Baggergutes verringert wird; sehr häufig gleicht sich dieser Zeitverlust gegenüber den gewöhnlichen Baggern dadurch aus, dass diese auch nur mit Unterbrechungen arbeiten können, und alsdann sind Bagger mit eigenen Laderäumen immer vorteilhafter, falls nicht andere Transportmittel als Prahme benutzt werden. In vielen Fällen wird auch die durch den Fortfall aller Transportschiffe geringere Verengung des Fahrwassers für die Verwendung von Baggern mit eigenen Laderäumen sprechen.

W. Simons¹⁾ macht hierüber u. a. folgende Mitteilungen: Die Flussbaubehörde des Clyde hatte 1877 vier große Eimerkettenbagger und 18 Transportprahme von zusammen 7000^t Ladefähigkeit; dieselben hoben in 40 Wochen rund 1 500 000^t aus. Die ganze Besatzung aller Schiffe betrug bei voller Arbeit 174 Mann, und die Kosten für Löhne, Beköstigung, Kohlen usw. waren 9000 \mathcal{M} in der Woche oder 360 000 \mathcal{M} in 40 Wochen. Dieselbe Leistung könnte durch 5 Bagger mit je 1500^t Ladefähigkeit erzielt werden, deren jeder täglich in 3 bis 4 Stunden eine Ladung macht. Die Mannschaft dieser Bagger würde 70 betragen und die ganzen wöchentlichen Ausgaben wären 3500 \mathcal{M} oder in 40 Wochen 140 000 \mathcal{M} ; demnach würde sich an Löhnen, Kohlen usw. allein eine Ersparnis von 220 000 \mathcal{M} jährlich und bei Berücksichtigung der Erneuerungs- und Unterhaltungskosten eine solche von über 260 000 \mathcal{M} jährlich ergeben. Dies sind natürlich nur überschlägige Zahlen, deren volle Richtigkeit sich nicht nachweisen lässt. Im Hafen von Adelaide²⁾ hat während des Jahres 1880 ein von W. Simons & Co. gebauter Bagger

von 1000^t Ladefähigkeit in 256 Tagen 109570^{cbm} ausgegraben und im ganzen 157 687,30 \mathcal{M} Kosten, einschl. Erneuerung und Verzinsung, verursacht; demgegenüber hat in demselben Hafen ein gewöhnlicher Eimerkettenbagger, der durch 3 Ladeprahme von 350^t Tragfähigkeit bedient wurde, in 265 Tagen 114 300^{cbm} gefördert und 216 003,30 \mathcal{M} Kosten, demnach 58 316 \mathcal{M} oder nahezu $\frac{1}{3}$ mehr als der erstere, ergeben.

Die Leistungen und Betriebskosten des auf Tafel IV dargestellten Baggers von 500^t Ladefähigkeit in 2 verschiedenen Zeitabschnitten betragen:

	1. März bis 1. Juni 1879 ¹⁾	1. Januar bis 1. Juli 1880 ²⁾
Löhne, Beköstigung usw.	\mathcal{M} 6850,60	9220,75
Kohlen	» 2557,50	1940,00
Erneuerungen, Unterhaltung usw.	» 1436,90	4256,40
zusammen \mathcal{M}	10845,00	15417,15
Im ganzen gegraben und transportirt t	76 000	91 650
Kosten für 1 ^t \mathcal{M}	0,143	0,168
Kosten für 1 ^{cbm} »	0,251	0,290

Leistungen. Ueber die Leistungen der Eimerkettenbagger ist bei Besprechung der einzelnen Constructionen das nötige gesagt; die größte Leistung beträgt z. Z. etwa 600^{cbm}, im günstigsten Falle bis zu 1000^{cbm} in der Stunde, und im Tagesdurchschnitt etwa 4500^{cbm} bis zu 7000^{cbm}. Eimerkettenbagger für kleinere theoretische Leistungen als 25 bis 30^{cbm} in der Stunde erscheinen nicht mehr zweckmäßig mit Rücksicht auf die verhältnismäßig hohen Anschaffungs- und Erneuerungskosten.

4. Pumpenbagger.

Die Förderung fester Massen mittels Wasserspülung setzt voraus, dass die Geschwindigkeit des Wassers, als des Trägers der Massen, dem spec. Gewicht und der Größe der letzteren angemessen ist. Die genaue theoretische Untersuchung der hierbei inbetracht kommenden Verhältnisse ist für senkrechte Förderung von F. J. Weifs³⁾ ausgeführt und an durchgerechneten Beispielen erläutert; es kann deshalb hier auf diese Abhandlung verwiesen werden. Die erforderliche Druckhöhe des Förderwassers setzt sich aus zwei Summanden zusammen, von welchen der eine den hydraulischen Widerständen der Wasserbewegung in dem Steigrohr, der zweite den Widerständen entspricht, welche durch das Heben der zu fördernden Massen entstehen; die ersteren Widerstände sind wesentlich der Geschwindigkeitshöhe des Wassers und der Länge der Leitung proportional und umgekehrt proportional dem Durchmesser der Rohre, während die letzteren Widerstände, außer durch das spez. Gewicht der festen Massen, hauptsächlich nur durch die Förderhöhe und den Sättigungsgrad des Wassers, d. h. das Verhältnis der festen Massen zum Wasser oder auch zur ganzen Menge des Gemisches, bedingt werden. Weicht die Richtung der Förderleitung von der senkrechten ab, so werden vor allem nur die Bewegungswiderstände in der Leitung sich ändern und um so größer werden, je schwächer deren Neigung gegen die Wagerechte ist. Im übrigen muss die Druckhöhe des Wassers — wie dies naturgemäß erscheint — hauptsächlich mit der Förderhöhe wachsen, oder es muss bei derselben Druckhöhe der Sättigungsgrad, also die Menge des gefördertten Materiales, sich ändern. Wie Weifs a. a. O. nachgewiesen hat, soll zur Erzielung eines möglichst hohen Wirkungsgrades die zur Verfügung stehende Druckhöhe stets ganz ausgenutzt, der Sättigungsgrad demnach derselben angepasst werden, was für die Construction der Pumpenbagger von Bedeutung ist.

Im allgemeinen ist es natürlich gleichgiltig, in welcher Weise die Druckhöhe hergestellt wird, ob durch Einführung von unter Druck stehendem Wasser in die Förderleitung mittels Strahlpumpen oder durch Ansaugen desselben mittels Saugpumpen. Bei Benutzung der letzteren ist die erreichbare Druckhöhe und demnach auch deren Anwendungsgebiet beschränkt; für die hier inbetracht kommenden Baggeranlagen und die bis jetzt üblichen größten Baggertiefen von 10^m bis etwa 12^m erweisen dieselben sich jedoch noch als ausreichend. Bei Arbeiten, besonders Gründungen, in größeren Tiefen sind sie vorteilhaft meistens nicht mehr zu verwenden, und empfiehlt sich alsdann die Anwendung von Strahlpumpen³⁾.

Kolbenpumpenbagger. Die ersten größeren Pumpenbagger wurden in den Jahren 1859/60 als Kolbenpumpenbagger für den Hafen von St. Nazaire⁴⁾ zur Beseitigung weicher Schlickmassen gebaut und haben sich gut bewährt. Das Gewicht von 1^{cbm} Schlick beträgt daselbst im ersten Monat der Ablagerung 1175^{kg} und steigt nach 18 monatlicher Ablagerung auf 1430^{kg}. Zur Ansaugung desselben steht in der Quermittte des Baggerschiffes an jeder Seite auf Deck eine Pumpe mit Durchlasskolben von 0,400^m Dmr. und 0,700^m Hub, deren Bewegung durch eine unter Deck liegende Zwillingsmaschine mittels Balanciers bewirkt wird. Dieselbe Maschine dient zum Betriebe der Schraube des als seetüchtiges Schiff gebauten Baggers, der mit Laderäumen von 220 bis 275^{cbm} Inhalt für das Baggergut versehen ist und es 1,5 bis 2^{km} weit zur Entladestelle befördert. Die Saugrohre von 0,200^m Dmr. der beiden

¹⁾ Nach gefälligen Mitteilungen von W. Simons & Co. in Renfrew.

²⁾ The Engineer 1884 Bd. LVII 190.

³⁾ s. u. a. Engineering 1872 Bd. XIV S. 123.

Zeitsch. d. Arch.- u. Ing.-V. zu Hannover 1873 Sp. 242. Bücking, a. a. O. S. 365.

Riga'sche Industrieztg. 1878 No. 20 u. 22 (nach Weifs a. a. O.).

⁴⁾ Zeitsch. für Bauwesen 1863 Bd. XIII Sp. 104 m. Skizze. Annales des ponts et chaussées 1869 II. Sem. S. 15 m. Zeichng.

Bücking a. a. O. S. 362 m. Zeichng. Glaser's Annalen 1880 Bd. 6 S. 66.

¹⁾ Vortrag von W. Simons vor d. Inst. of Naval Architects, 6. August 1877.

²⁾ Engineering 1882 Bd. XXXIII S. 316.

³⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1880 Bd. XXIV Sp. 519 u. f.

Pumpen sind unterhalb der Saugventile in Stopfbüchsen drehbar gelagert und etwa unter 30° geneigt nach hinten geführt, woselbst sie durch ein mit Löchern versehenes Querrohr zur Aufnahme des Gemisches von Wasser und Schlick verbunden sind. Das Querrohr liegt während des Baggerns $0,400^m$ bis $0,500^m$ tief in letzterem; es kann durch eine Winde, entsprechend der Baggertiefe, welche von $3,200^m$ bis $9,500^m$ schwankt, gehoben oder gesenkt werden; bei lot-rechter Stellung der Saugrohre würde man bis zu 20^m Tiefe arbeiten können. Während des Baggerns wird das Schiff durch eine Winde in der Längsrichtung vorwärts bewegt.

Außer diesen sind neuerdings nur noch zwei Kolbenpumpenbagger für Bremerhafen von A. Henning¹⁾ konstruiert und ausgeführt worden; gegenüber den ersteren sind dieselben in Anordnung und Construction wesentlich verbessert. Bei dem ersten derselben — für eine stündliche Leistung von 300^{cbm} Schlick gebaut — werden zwei unter Deck befindliche einfach wirkende stehende Plungerpumpen von $0,550^m$ Dmr. und $0,700^m$ Hub vermittelt Räderübersetzung von einer liegenden Woolfschen Maschine mit 25 min. Umdr. umgetrieben; die 25 pferdige Dampfmaschine hat $0,260^m$ bzw. $0,520^m$ Dmr., $0,620^m$ Hub und macht bei 4^k Kesselspannung 50 Umdr. i. d. Min. Die beiden Pumpencylinder sind nach oben zu einem gemeinschaftlichen Ventilkasten verbunden, in welchem der \perp -förmige Kopf des Saugrohres um eine wagerechte Achse drehbar gelagert ist; letzteres hat $0,370^m$ Dmr. und ist durch einen in der Schiffslängsachse befindlichen Schlitz auf den Boden geführt. An seinem unteren Ende trägt es einen stark verbreiterten, nur unten offenen Saugkopf, dessen Eintrittsöffnung mit messerartigen Stäben besetzt ist, um große Steine, Holzstücke oder dergl. von den Pumpen fern zu halten. Die größte Baggertiefe beträgt 9^m . Die nach beiden Seiten des Schiffes geführte Druckleitung schüttet das Baggergut in Ladeprahne aus, deren Entleerung durch eine stationäre Pumpenanlage bewirkt wird.

Der zweite Bagger, 1879/80 gebaut, ist für eine stündliche Leistung von 600^{cbm} Schlick und 11^m Baggertiefe berechnet. Bei demselben ist nur die Anordnung des Saugrohres in einem mittleren Schlitz des Schiffes beibehalten; dasselbe hat $0,530^m$ Dmr. und ist mit einem als Universalgelenk ausgebildeten Kopfe, der es ermöglicht, auch seitlich unter dem Schiffe zu arbeiten, an eine Saugvorlage angeschlossen, in welcher große Steine und Eisenstücke zur Ablagerung kommen. Um die heftigen Stöße, denen das Saugrohr bei unruhiger See ausgesetzt ist, nicht auf die Pumpen zu übertragen, ist seine Verbindung mit dem Kopf durch ein elastisches Zwischenstück hergestellt. Statt zweier stehender Pumpen arbeiten auf die gemeinschaftliche Vorlage zur Erzielung einer möglichst gleichförmigen Wirkung 3 liegende einfache Plungerpumpen von $0,640^m$ Dmr. und $0,700^m$ Hub, welche wieder durch Räderübersetzung von einer liegenden Verbundmaschine mit 25 Umdr. i. d. Min. angetrieben werden; letztere hat $0,360^m$ bzw. $0,720^m$ Cylinderdmr., $0,700^m$ Hub und macht 50 Umdr. i. d. Min. Sie arbeitet gewöhnlich mit $6,3^k$ Anfangsspannung, welche jedoch auf $9,8^k$ gesteigert werden kann. Außer zum Betriebe der Pumpen dient dieselbe Maschine zur Bewegung der verschiedenen erforderlichen Winden sowie einer Schiffschraube, welche letztere den Bagger auch während des Arbeitens vorwärts treiben soll. Für den Pumpenbetrieb sind bei der angegebenen Leistung und bei $1,3$ Schlickdichtigkeit $42,47$ Pflkr., für $1,5$ Schlickdichtigkeit $53,9$ Pflkr. berechnet.

Kolbenpumpen haben im übrigen nicht vermocht, sich im Baggerbetriebe weiteren Eingang zu verschaffen, obwohl sie im allgemeinen eine bessere Saugwirkung als Kreiselpumpen ergeben. Sie haben sich zwar in den vorgenannten Fällen zur Förderung von weichem Schlick vollkommen bewährt; bei Arbeiten in sandigem und überhaupt härterem Materiale fürchtet man jedoch — und wohl nicht mit Unrecht — eine schnelle Zerstörung der Ventile und besonders der Cylinder,

und diesem Umstande ist jedenfalls die vorzugsweise Verwendung von Kreiselpumpen zuzuschreiben. Bei denselben sind die arbeitenden Teile — also vor allem die Schaufeln des Rades und die Achslager oder Stopfbüchsen — zwar auch dem Angriffe der Fördermassen und bei den meistens hohen Geschwindigkeiten einer starken Abnutzung ausgesetzt, falls keine besonderen Schutzvorrichtungen getroffen werden; solche lassen sich jedoch mit einfachen Mitteln herstellen.

Kreiselpumpenbagger. In größerem Mafsstabe haben Kreiselpumpenbagger zuerst bei dem Bau des Amsterdamer Seekanals¹⁾ (1866 bis 1877) Verwendung gefunden. Bei denselben ist das Pumpengehäuse an schmiedeisernen Gitterträgern befestigt, welche vor Kopf des hölzernen $20,360^m$ langen und 7^m breiten Schiffes um eine wagerechte Achse drehbar gelagert sind. Die letztere bildet zugleich das Vorgelege für die Achse der Kreiselpumpe, an welche sie ihre Bewegung durch Kegelräder abgibt; das Vorgelege wird von der im Schiffe aufgestellten Dampfmaschine durch Riemen betrieben. Es ist durch diese Anordnung möglich, die Pumpe beliebig zu heben oder zu senken, was durch einen Flaschenzug bewirkt wird, welcher an dem in der unmittelbaren Verlängerung der Pumpenachse liegenden Saugrohr angreift und durch eine Dampfwinde bedient wird. Das Druckrohr ist parallel mit der Pumpenspinde und oberhalb derselben an den Gitterträgern befestigt und schüttet das Baggergut durch seitliche Abzweigungen in besondere Ladeprahne aus. Die Länge der Gitterträger ist so bemessen, dass bei den in betracht kommenden Tiefen das Kreisrad stets in das Wasser eintaucht, was mit Rücksicht auf die Verkleinerung der Saughöhe und das leichtere Ingangsetzen der Pumpe vorteilhaft ist. Ein besonderer Saugkopf ist nicht vorhanden, vielmehr die untere Öffnung des Saugrohres einfach mit einem Gitterwerke zur Abhaltung großer Steine usw. versehen; es erscheint übrigens nicht zweckmäßig, den freien Querschnitt des Saugkopfes größer als die Saugleitung zu machen — wie dies gewöhnlich geschieht —, da in demselben Mafse, wie dieser vergrößert wird, die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers und damit die Fähigkeit, feste Körper anzusaugen, abnimmt.²⁾

Bei dem Amsterdamer Seekanal waren 12 solcher Kreiselpumpenbagger in Thätigkeit. Die Kreislräder hatten $1,220^m$ Dmr., die Saug- und Druckrohre $0,450^m$; die größte Baggertiefe betrug $7,50^m$. Bei 60 Maschinenumdrehungen machten die Pumpen 180 Umdr. in der Minute; die Maschinenleistung ist hierbei zu 55 Pflkr., die Leistung der Pumpe in einem Tage zu 1300^t oder ungefähr 1000^{cbm} feiner Sand, zuweilen mit kleinen Steinen vermischt, angegeben; während des Baggerns befand sich die Saugöffnung $0,900$ bis $1,200^m$ unter der Sandoberfläche, welche Tiefe sich als die vorteilhafteste herausgestellt hatte. Der Kohlenverbrauch für einen Bagger betrug $1\frac{1}{2}^t$ in einem Tage. Die Besatzung bestand aus 7 Mann (1 Baggerführer, 1 Maschinist, 1 Heizer, 4 Matrosen).

Bei neueren Ausführungen von Kreiselpumpenbaggern, vorzugsweise für Sandförderungen im Hoek von Holland, in den Häfen von Calais, Dünkirchen, Lowestoft³⁾ u. a. wurde die oben beschriebene Anordnung in einigen Beziehungen abgeändert. Vor allem ist statt der Befestigung des Pumpengehäuses an vor Kopf des Schiffes schwingenden Trägern eine feste Aufstellung der Pumpen im Schiffe gewählt; es empfiehlt sich auch hierbei aus dem oben angegebenen Grunde, dieselben unterhalb der Wasserlinie anzuordnen. Um bei starkem Wellengange die das Saugrohr treffenden Stöße unschädlich zu machen, sind vielfach — wie auch schon bei dem Kolbenpumpenbagger von Henning angeführt — elastische Rohrverbindungen aus Kautschuk zwischen Saugrohr und Pumpe oder zwischen Saugrohr und Saugkopf einge-

¹⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880 Bd. LXII S. 23 u. f. m. Zeichnungen.

Engineering 1880 Bd. XXIX S. 384.

The Engineer 1880 Bd. XXXIX S. 533.

²⁾ s. a. Wochenblatt f. Arch. u. Ingenieure 1879 S. 66.

³⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880, Bd. LXIII, S. 44; 1882 Bd. LXX, S. 41 und 77.

Engineering 1882 Bd. XXXIII, S. 129.

¹⁾ Deutsche Bauzeitung 1879 S. 278 m. Zeichng.

Glaser's Annalen 1880 Bd. 6 S. 64; 1881 Bd. 8 S. 375 m. ausf. Zeichngn.

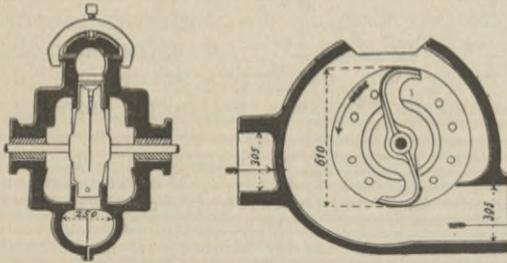
Handbuch der Ingenieurwissenschaften 2. Auflage III. Bd. III. Teil S. 329 m. Zeichngn.

D. R.-P. 18793.

schaltet worden. Die Benutzung der Baggerschiffe zur Aufnahme und späteren Wegschaffung des Baggergutes, wie bei vielen neueren Constructionen ausgeführt, erscheint bei Pumpenbaggern unzuweckmäsig, sobald die Verhältnisse es gestatten, das Baggergut durch Rohrleitungen weiter zu befördern; gerade diese Möglichkeit des Transportes macht erst in den meisten Fällen die Pumpenbagger den übrigen Systemen überlegen. Es wird hierauf noch bei den Transporteinrichtungen zurückgekommen.

Die Construction der Kreiselpumpen weicht im allgemeinen von der sonst gebräuchlichen nicht ab. Zur Verhinderung der Abnutzung durch die Wirkung des Sandes ist zuerst von Brodnitz & Seydel in Berlin, später auch von Anderen, Spülung der Dichtungsflächen zwischen dem Pumpengehäuse und den Radschaufeln und Zapfen durch reines Wasser¹⁾ eingeführt worden; das letztere wird den betreffenden Stellen durch eine besondere Druckpumpe zugeführt. Dieses einfache Mittel hat sich vollkommen bewährt. Zu demselben Zwecke hat C. Ball statt der Wasserspülung Bekleidung der Radschaufeln mit Kautschukstreifen erfolgreich ausgeführt. In Textfigur 35 ist eine solche Kreiselpumpe dargestellt²⁾. Dieselbe hat nur zwei Flügel, welche bessere Ergebnisse geliefert haben sollen, als die ursprünglich benutzten 4flügeligen Räder; die Flügel sind an den schraffirten Stellen mit Kautschukplatten oder Streifen besetzt, die durch aufgelegte Eisenplatten und Schrauben befestigt werden, und deren Breite ungefähr 1^{cm} größer bemessen ist als die Entfernung der Gehäusewände von einander, so dass ein dichter Abschluss gegen letztere erfolgt. Das Gehäuse ist zweiteilig und an den Schleifflächen der Flügel mit aufgeschrumpften Stahlringen bekleidet. Ein solcher im Hafen von Lowestoft benutzter Bagger hat sich gemäß der angegebenen Quelle gut bewährt.

Fig. 35.



Die Kautschukstreifen, welche sehr zähe sein müssen, sind etwa 13^{mm} dick, 125^{mm} breit und 250^{mm} lang; dieselben müssen jede zweite Woche an den die Abdichtung bildenden Kanten abgeschnitten und weiter vorgeschoben oder gebotenenfalls ersetzt werden; die hierdurch jedesmal verursachten Kosten betragen ungefähr 4 *M*. Das Kreisellrad von 0,610^m Dmr. macht 350 Umdrehungen in der Minute und fördert als Höchstleistung 400^t oder annähernd 270^{cbm}, im mittel jedoch nur halb so viel oder etwa 130^{cbm} Sand und Kies in der Stunde. Die größte Baggertiefe beträgt 7,5^m.

Kraftbedarf. Der Kraftbedarf der Pumpenbagger lässt sich nach den von Weiß a. a. O. gegebenen Entwicklungen hinreichend genau ermitteln, auf welche dieserhalb verwiesen wird; er ist ebenso wie der Wirkungsgrad der Förderungsanlage wesentlich abhängig von der Sättigung des geförderten Gemisches mit festen Materialien, während er von dem Feinheitsgrade der letzteren nahezu unabhängig bleibt, wenn nur dieser selbst gleichförmig ist. Der Wirkungsgrad — abgesehen von demjenigen der Pumpe selbst — ist ungefähr 0,7, wenn die festen Bestandteile etwa 1/3 des Volumens des Gemisches ausmachen. Dieser Sättigungsgrad wird z. B. für die noch zu besprechenden Bagger von Brodnitz & Seydel

angegeben; bei dem Henning'schen Bagger ist er 0,4, bei dem obigen von Ball 0,2 und bei einigen amerikanischen Baggern¹⁾ sogar nur ungefähr 1/20. Die geringe Leistung der letzteren Bagger, welche mit einem Kreisellrad von 1,800^m Dmr. und einem Saugrohr von 0,678^m Dmr. stündlich nur ungefähr 70^{cbm} feinen Sand förderten, ist wahrscheinlich nur dem Umstande zuzuschreiben, dass es nicht möglich war, den Saugkopf genügend tief in den Sand eindringen zu lassen.

Betriebskosten. Die Betriebskosten der Pumpenbagger werden sehr verschieden angegeben. Für den größeren Pumpenbagger in Bremerhafen sollen sie nur 9 Pfg. für 1^{cbm} Schlick betragen²⁾, Unterhaltung und Abschreibung sind mit 10 pCt. des Anlagekapitales hierbei berücksichtigt; ein näherer Nachweis dieses ungemein niedrigen Betrages ist nicht gegeben. Drei Kolbenpumpenbagger im Hafen von St. Nazaire haben in der Zeit vom 1. Mai 1861 bis 31. Juli 1867 im ganzen 1 211 457^{cbm} Schlick gepumpt und ungefähr 2^{km} weit transportirt³⁾; außerdem sind sie noch als Transportschiffe zur Wegschaffung von 772 802^{cbm}, welche von einem Eimerkettenbagger ausgehoben wurden, benutzt worden. Berücksichtigt man die für letztere Arbeit aufgewendete Zeit bei der Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitales, so ergeben sich die Kosten für 1^{cbm} Schlick einschließlic Transportes für

Kohlen	0,025 <i>M</i>
Erneuerungen	0,032 »
Löhne	0,058 »
Zinsen (5 pCt.)	0,042 »
Entwertung (9 pCt.)	0,077 »

im ganzen 0,234 *M*.

Da zur Herstellung einer Ladung durchschnittlich 3 1/2 Std. und für ihren Transport 1 1/3 Std. gebraucht wurden, so kostete das Baggern ungefähr 0,75 × 0,234 = 0,175 *M*, der Transport ungefähr 0,06 *M* für 1^{cbm}.

Bei Arbeiten in Sand mit Kreiselpumpenbaggern stellen sich die Ausgaben höher.

Die bei dem Amsterdamer Seekanal⁴⁾ benutzten 12 Bagger kosteten 1 200 000 *M*; sie wurden bedient durch 28 Laderprahme und 5 Schlepper, deren Anschaffungspreis 520 000 *M* betrug. Im Durchschnitte wurden jährlich an ungefähr 150 Tagen 887 185^{cbm} ausgehoben und 3,7^{km} weit transportirt, wobei die Unkosten für 1^{cbm} waren:

	Ausbaggern	Wegschaffen	im ganzen
Löhne <i>M</i>	0,121	0,163	0,284
Kohlen »	0,057	0,058	0,115
Materialien »	0,006	0,004	0,010
Erneuerungen »	0,054	0,085	0,139
Verschiedenes »	0,023	0,023	0,046
Zinsen u. Entwertung »	0,135	0,059	0,194
im ganzen <i>M</i>	0,396	0,392	0,788

Wesentlich geringer sind die Kosten für die dauernden Baggerungen in Calais und Boulogne⁵⁾. Es sind daselbst drei Kreiselpumpenbagger in Thätigkeit, welche als Schraubenschiffe mit Laderäumen für das Baggergut gebaut sind; sie können noch arbeiten, wenn die Kopfwellen nicht höher als 0,9^m und die Seitenwellen nicht höher als 0,450^m sind.

Die Transportweite beträgt im Durchschnitte 3,7^{km}.

¹⁾ Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 188 m. Zeichn.

²⁾ Glaser's Annalen 1881 Bd. 8 Sp. 389.

³⁾ Annales des ponts et chaussées 1869 I. Sem. S. 43.

⁴⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880 Bd. LXII S. 55.

⁵⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1885 Bd. LXXX S. 260.

¹⁾ Bücking a. a. O. S. 368 m. Zeichnung.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 987 v. 12. März 1878; No. 405 v. 26. Januar 1882

Die Eisenbahn 1880 Bd. XIII S. 127 m. Zeichnung.
Engineering 1882 I S. 130 m. Zeichnung.

Ueber dieselben liegen folgende Angaben vor:

	No. 1	No. 2	No. 3
Länge des Schiffes m	34	42	42
Breite » » »	7,75	8,25	8,25
Tiefe » » »	3,05	3,38	3,38
Inhalt der Laderäume . . . cbm	161	245	245
Leistung der Maschinen ind. Pfrk.	120	216	216
Anschaffungspreis M	96 000	110 400	110 400
In dem Zeitraume vom {	22./IV. 1883	25./VI. 1884	12./VI. 1882
bis			
»	25./VI. 1884	3./IX. 1884	20./I. 1885
betrug die Baggerzeit Std.	1817	402	3992
die Zeit für den Transport »	1157	205	2348
Es wurden im ganzen ausgehoben und weggeschafft . . . cbm	157 869	32 146	379 858
Hierfür Gesamtausgaben . . . M	57 271,88	11 867,18	141 165,74
Kosten für 1 ^{cbm} :			
Baggern »	0,221	0,245	0,233
Wegschaffen . . . »	0,141	0,126	0,137
Gesamtkosten für 1 ^{cbm} »	0,362	0,371	0,370
Diese Kosten setzen sich zusammen aus:			
Löhne »	0,110	0,090	0,104
Kohlen (1 ^t = 18,40 M) . . »	0,114	0,090	0,104
Vorräte »	0,031	0,031	0,033
Unterhaltung und Erneuerung . . . »	0,107	0,160	0,129
	0,362	0,371	0,370

Im Durchschnitte betragen demnach bei Selbstverwaltung im vorliegenden Falle die Kosten für das Ausheben von 1^{cbm} Sand 0,233 M und für den Transport 0,135 M; rechnet man noch 12¹/₂ pCt. Zinsen und Entwertung auf das ganze Jahr bezogen hinzu, so erhöhen sich diese Sätze auf bezw. 0,290 M und 0,170 M und die Gesamtkosten auf 0,460 M für 1^{cbm}. Aehnlich sind die Betriebsausgaben für den schon besprochenen Bagger von Ball in Lowestoft; dieselben betragen einschl. 3,5^{km} weiten Transportes 0,515 M für 1^{cbm}, wovon 0,265 M auf das Baggern, einschl. Verzinsung und Entwertung der Anlage, und 0,250 M auf den Transport entfallen. Ein unmittelbarer Vergleich dieser Kosten mit denjenigen der Kolbenpumpenbagger ist bei der Verschiedenheit des ausgehobenen Materiales nicht zulässig. Die höheren Kosten bei den Baggern des Amsterdamer Seekanals sind vorwiegend jedenfalls durch die wenig vollkommene Construction der Pumpen entstanden.

5. Zerkleinerungsvorrichtungen in Verbindung mit Pumpen oder Schaufelwerken.

Die im letzten Abschnitte besprochenen Pumpenbagger sind nur in solchen Fällen, in denen der auszuhebende Boden nahezu zusammenhanglos ist, vorteilhaft, da ihre Wirkung nicht geeignet ist, einen nennenswerten Widerstand, der sich der Ablösung des Bodens entgegensetzt, zu überwinden. Hauptsächlich um cohärentes Material auch mittels Wasserspülung zu fördern, haben besondere Zerkleinerungs- und Schneidvorrichtungen Anwendung gefunden, welche die Abtrennung des Bodens bewirken, während seine Hebung durch die Pumpen erfolgt; in einigen Fällen sind zu letzterem Zwecke statt der Pumpen auch Schaufelwerke benutzt worden. Bei den Pumpenbaggern wurde hervorgehoben, dass die zur Verfügung stehende Druckhöhe stets ganz ausgenutzt werden soll und deshalb das Mischungsverhältnis zwischen festen Bestandteilen und Wasser derselben stets so anzupassen ist, dass die Förderung eben noch vor sich geht. Es folgt hieraus für die Verbindung besonderer Grabevorrichtungen mit Pumpen, dass der Antrieb der ersteren vollständig unabhängig von demjenigen der letzteren bewirkt werden muss; geschieht dies nicht, so wird sich nur für Förderungen eines bestimmten Materiales aus einer bestimmten Tiefe eine vollkommene Wirkung ergeben. Bei Benutzung von Schaufelwerken braucht diese Bedingung nicht erfüllt zu sein; nichtsdestoweniger ist es wünschenswert, dass auch hier Zerkleinerungs- und Förderungsvorrichtungen unabhängig von einander angetrieben werden.

Hydraulische Vorrichtungen. Bei Arbeiten in Sand ist eine Zerteilung des Bodens nicht erforderlich; es genügt, denselben zu lockern, um seine Vermischung mit Wasser zu erleichtern. Zu diesem Zwecke ist bei amerikanischen Baggern von Newton¹⁾ und später bei einem von Plocq und Guillain²⁾ für den Hafen von Dünkirchen

construirten Bagger die Stofswirkung unter Druck ausströmender Wasserstrahlen benutzt werden. Bei dem letzteren Bagger liegt an jeder Seite des seetüchtig gebauten Schraubenschiffes, welches Laderäume von insgesamt 250^{cbm} Inhalt für das Baggergut enthält, eine Kreiselpumpe mit anschließender Saugleitung von 0,300^m Dmr. und einer mit letzterer verbundenen Druckwasserleitung von 0,200^m Dmr.; das Druckwasser wird von einem den beiden Baggervorrichtungen gemeinschaftlichen stehenden Windkessel geliefert, der durch zwei im Schiffe aufgestellte Kreiselpumpen gespeist wird. Die Wasserpressung beträgt 2¹/₂ bis 3 Atm. Der Bagger muss bei Seegang mit Wellenhöhen von 0,5^m noch arbeiten können; zu diesem Zwecke sind die Förder- und Druckwasserleitungen oben mittels 2^m langer Gummiröhren an Krümern, welche durch die Schiffsseitenwände hindurchtreten, angeschlossen und in gleicher Weise durch 1,5^m lange Gummiröhren mit den Saugköpfen verbunden, um diese bei verschiedenen Baggertiefen in wagerechter Lage zu erhalten. Die Construction der Saugköpfe geht aus Textfigur 36 a. f. S. hervor. Die Druckwasserleitung mündet in einen das Saugrohr umgebenden ringförmigen Kanal, von welchem aus drei Düsen von 0,01^m Dmr. gegen den Boden geführt sind; eine vierte größere Düse führt Wasser in das Förderrohr ein, um durch ihre Strahlwirkung die Kreiselpumpe zu unterstützen. Etwa mitgerissene größere Gegenstände werden durch Gitter von dem Pumpengehäuse abgehalten und können durch verschließbare Oeffnungen von den Ablagerstellen entfernt werden. Die über den Laderäumen liegenden Druckleitungen haben quadratischen Querschnitt und sind mit seitlichen Ausgussöffnungen versehen; um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Materiales herbeizuführen, nimmt der Querschnitt der Leitung nach vorn hin allmählich ab. Die Entleerung der Laderäume erfolgt durch Bodenklappen.

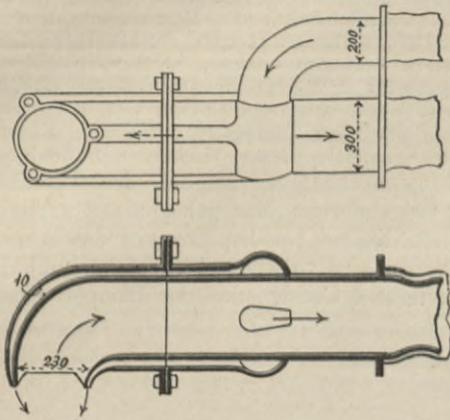
Das Baggerschiff ist 45^m lang, 7,7^m breit und hat unbeladen 2,6^m, beladen 3,1^m Tiefgang; die größte Baggertiefe beträgt 8,5^m. Die Kreiselpumpen fördern in der Minute zusammen 25^{cbm} Gemisch von Sand und Wasser; die Menge des Sandes schwankt dabei in den weiten Grenzen von 0,5 und 10,5^{cbm}, während die stündliche Leistung an Sand sich

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 3784 v. 30. Octbr. 1875; No. 1814 v. 29. April 1876.

Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 189 m. Zeichng. Zeitsch. für Bauwesen 1879 Bd. XXIX Sp. 519 m. Zeichng. Revue industrielle 1878 S. 189. Bücking a. a. O. S. 366.

zwischen 50 und 120^{cbm} bewegt. Zum Teil werden diese bedeutenden Unterschiede durch Wind und Wetter herbeigeführt; jedenfalls ist auf dieselben aber auch die gemeinsame Bedienung der Strahlpumpe und der den Boden zerteilenden Spritzvorrichtung durch dieselbe Druckwasserleitung sowie der Umstand von Einfluss, dass die Entfernung der Saugöffnung von dem wegzuarbeitenden Boden allmählich zunimmt, wenn der Bagger nur langsam weiter bewegt wird.

Fig. 36.



Der letztere Fehler haftet auch den oben erwähnten Baggern von Newton an, für welche zwar eine grössere durchschnittliche Leistung an Sand, nämlich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Gemisches, angegeben wird.¹⁾ Das Saugrohr dieser Bagger besteht aus einem oberen Teile von 0,500^m Dmr., welcher um ein Kugelgelenk drehbar ist, und aus einem unteren 0,650^m weiten Stücke, welches über das obere Stück geschoben ist und durch Ketten gehoben und gesenkt werden kann; es lässt sich also Länge und Richtung des durch einen vorn offenen Schlitz im Baggerschiffe auf den Boden geführten Rohres verändern. Die Saugöffnung ist seitlich in dem unteren Rohre angebracht und von drei Strahlrohren umgeben, denen das Druckwasser durch eine Dampfmaschine geliefert und durch eine 0,125^m weite, an dem Saugrohre befestigte Leitung zugeführt wird; zwei der Strahlrohre liegen gegen den Boden geneigt zu beiden Seiten, das dritte unterhalb der Saugöffnung. In jede Düse ist eine schraubenförmige Zwischenwand eingesetzt, um dem Wasserstrahl eine drehende Bewegung zu erteilen, was ziemlich zwecklos sein dürfte. Der Druck bzw. die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers kann durch die Dampfmaschine geändert werden; nach Ansicht des Constructeurs soll bei 60^m Geschwindigkeit i. d. Sek. Thonschiefer zerteilt werden, was wohl möglich, aber nicht zweckmässig erscheint.

Das Heben des gelösten Bodens wird bei den Baggern von Newton durch eine Vorrichtung bewirkt, die nach Art der Dampfmaschine konstruiert ist. Das Saugrohr ist an zwei Cylinder von 1,25^m Dmr. und 1,65^m Höhe oder 2^{cbm} Inhalt angeschlossen, in welchen abwechselnd durch Einführen von Dampf und darauffolgende Verdichtung desselben mittels eingespritzten Wassers Luftleere erzeugt und infolge dessen das Gemisch von Wasser und Sand angesaugt wird; die Entleerung erfolgt durch den Druck des alsdann wieder eingelassenen Dampfes. An das Verbindungsrohr zwischen beiden Cylindern ist ein dritter Cylinder von 0,900^m Dmr. und 3^m Höhe angeschlossen, der als Windkessel dient, und dessen Einschaltung sich als notwendig herausgestellt hat. Die Saug- und Druckleitungen von 0,450^m Dmr. sind gegen die Cylinder durch Klappen abgeschlossen, welche um wagerechte Achsen schwingen und auch von aussen durch Handhebel gedreht werden können. Der Druck in den Cylindern schwankt zwischen 0,07 und 1,20 Atm. Die regelmässige abwechselnde Einführung von Dampf und Wasser wird durch einen umlaufenden Hahnschieber bewirkt, der durch eine besondere kleine Maschine mit regelbarer Geschwindigkeit umgetrieben wird; die Anzahl der Spiele beträgt 8 bis 10 i. d. Min., so

dass 16 bis 20 Cylinder i. d. Min. gefüllt und entleert werden, was eine stündliche theoretische Leistung von 1900 bis 2400^{cbm} Gemisch von Wasser und Boden ergibt. In dem Hafen von Galvestone (Texas) hat ein Newton'scher Bagger stündlich 360^{cbm} Kies aus 8,40^m Tiefe, wovon 6^m unter Wasser, geliefert, was einem Verhältnisse von 1 : 5,3 bis 1 : 6,7 des Sandes zur Gesamtleistung entsprechen würde; die letztere wird jedoch voraussichtlich kleiner, als vorstehend angegeben, sein. Der Kohlenverbrauch betrug bei dieser Leistung 500^{kg} in der Stunde; weitere Betriebsergebnisse sind nicht bekannt geworden. Die Dampfverwertung ist bei diesen Baggern naturgemäß eine ungünstige; der Umstand jedoch, dass das geförderte Gut ausser mit den Klappen mit keinen beweglichen Teilen in Berührung kommt, vermindert diesen Nachteil immerhin nicht unwesentlich.

Ein dem vorstehenden grundsätzlich ähnliches Baggersystem ist auch von Reeves und Beattie¹⁾ bei den Gründungsarbeiten der Taybrücke benutzt worden; zur Aufnahme des Baggergutes waren 4 Cylinder vorhanden, von denen je zwei mit einem Saugrohr in Verbindung standen; aus denselben wurde abwechselnd durch eine doppelwirkende Luftpumpe die Luft ausgepumpt und dadurch ein Gemisch von Wasser und Boden angesaugt. Nach erfolgter Füllung zweier Behälter, welche durch Schwimmer von aussen erkennbar war, wurde die Pumpe mit den beiden anderen Behältern in Verbindung gebracht und aus den ersten das Baggergut durch Oeffnen von Bodenklappen entfernt.

Zur Zerteilung des Bodens und zugleich zur Ansaugung des Gemisches von Wasser und Boden benutzt H. Jandin²⁾ gespannte Luft, welche, in ähnlicher Weise, wie bei dem besprochenen Bagger für Dünkirchen unter Druck stehendes Wasser verwendet ist, unten in das Saugrohr eingeführt wird bzw. durch Düsen auf den Boden zerteilend wirkt; derselbe Gedanke liegt auch der Construction von A. Schwarzenberg³⁾ und derjenigen von John Coode⁴⁾ zugrunde. Die Hauptverschiedenheit gegenüber der Wirkung der Wasserstrahlpumpen besteht hinsichtlich der Förderung darin, dass die Geschwindigkeit im Saugrohre durch den Unterschied der Dichtigkeiten des Gemisches von Luft und Wasser im Förderrohr und des äusseren Wassers bestimmt wird und demgemäß die Leistung bei grösserer Tiefe zunimmt; für ganz leichte Bodenarten erscheint daher dieses Fördersystem nicht ungeeignet. Dagegen wird die Wirkung der Luftstrahlen, welche eine Lockerung des Bodens herbeiführen sollen, nur unbedeutend sein, wie auch aus der angegebenen geringen Leistung von 1 bis 2^{cbm} Sand und Kies für 1 Stunde und Pflk., welche ein Jandin'scher Bagger erzielt hat, hervorgeht.

Mechanische Vorrichtungen. Wirksamer als die hydraulischen Vorrichtungen überhaupt und den verschiedenen Bodenarten leichter anzupassen sind in den meisten Fällen mechanische Rühr- und Schneidvorrichtungen, welche den Boden lösen und zugleich mit Wasser vermischen. Bei den älteren Constructionen von Gwynne & Co.⁵⁾ und von Brodnitz & Seydel⁶⁾ waren kleine zweiflügelige Schrauben als Rührvorrichtungen auf der unmittelbaren Verlängerung der Kreiselachse befestigt und wurden demnach nicht unabhängig von der Pumpe angetrieben; bei neueren Ausführungen von Brodnitz & Seydel⁷⁾ ist dieser Fehler vermieden; die Pumpe ist im Schiffe fest aufgestellt und

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 1754 v. 26. April 1876. Engineering 1877 Bd. XXIV S. 312 m. Abb. The Engineer 1877 Bd. XXXIII S. 99. Bücking a. a. O. S. 364 m. Abb.

²⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 169 m. Skizze.

³⁾ D. R. P. 1264.

⁴⁾ Engl. Pat. Spec. No. 2328 v. 2. Juni 1876

⁵⁾ Mechanic's magazine 1870 II. S. 463 m. Abb.

⁶⁾ Deutsche Bauzeitung 1873 S. 1 m. Abb.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften 2. Aufl. III. Bd. III. Abt. S. 328 m. Abb.

⁷⁾ Nach gefl. Mitteilungen von Brodnitz & Seydel in Berlin. s. a. D. R.-P. 16974.

Centralbl. der Bauverw. 1882 S. 36.

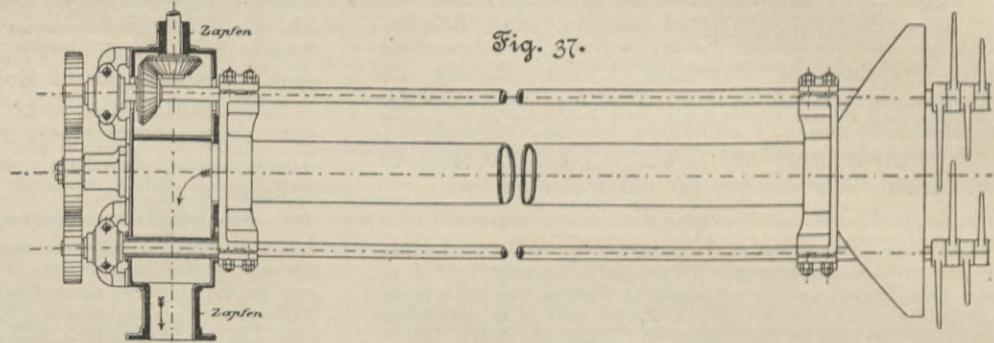
Bücking a. a. O. S. 370 m. Abb.

L. Hagen, Sammlung u. s. w. Bl. 13 u. 13a.

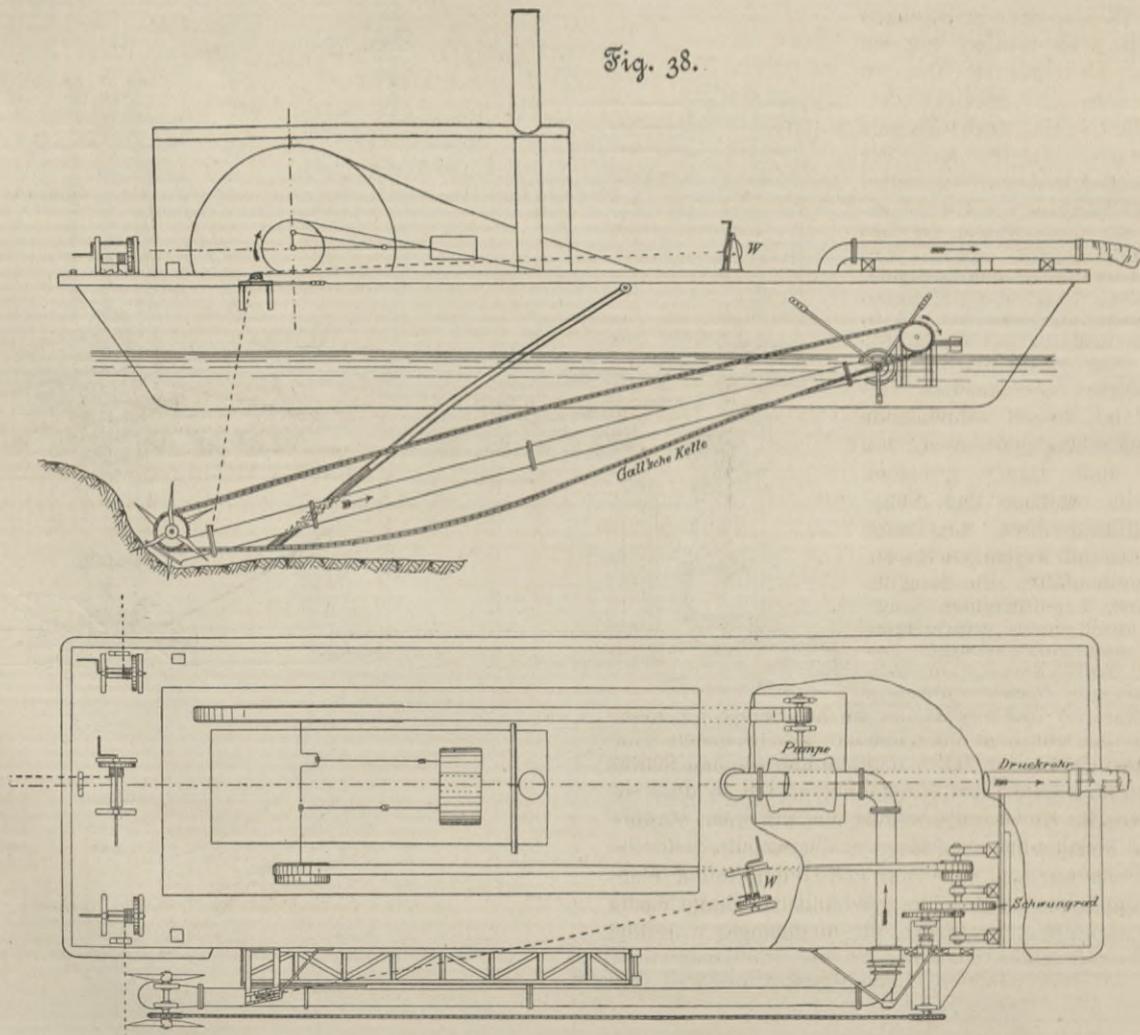
¹⁾ a. a. O. S. 195.

wird entweder unmittelbar an eine Dampfmaschine angekuppelt oder in üblicher Weise durch Riemenübertragung betrieben. Bei kleineren Baggern wird von derselben Dampfmaschine, bei größeren durch eine besondere Maschine, die Rührvorrichtung in Bewegung gesetzt; im ersteren Fall ist durch Stufenscheiben eine Geschwindigkeitsveränderung zu ermöglichen. Das Wasser für die Spülung der Dichtungsflächen des Kreisrades wird, wie früher erwähnt, von einer kleinen Druckpumpe geliefert. Das Saugrohr ist unten mit einem stark erweiterten Saugkopfe, von welchem größere Gegenstände durch ein Gitter abgehalten werden, versehen und oben an einen um zwei Schildzapfen drehbaren Kasten angeschlossen, welcher zugleich den Antrieb für die Rührvorrichtung enthält (Fig. 37); die letztere besteht aus zwei flügeligen Schrauben, welche vor dem Saugkopfe liegen und gegen einander arbeiten. Ihre Wellen sind parallel mit dem Saugrohr nach oben geführt und werden durch Stirn- bzw. Kegelräder, die in einem abgeschlossenen Teile des Saugkastens liegen, angetrieben. Das Baggergut gelangt durch den einen Schildzapfen zur Kreiselpumpe, welche dasselbe durch eine nach beiden Schiffseiten hin abzweigende Druckleitung, die nach der einen oder anderen Seite durch Schieber abgeschlossen wird, in Ladeprahme oder unmittelbar zur Entladestelle befördert. Zum Wegarbeiten von dünnen Schichten ist in dem angeführten Patente vorge-

0,700^m und 0,300^m Dmr., welche durchschnittlich in der Minute 360 Umdrehungen machen, demnach die bedeutende Umfangsgeschwindigkeit von 13^m bzw. 5,6^m in der Sekunde haben; die Höchstleistung beträgt 200^{cbm} in der Stunde, die durchschnittliche Leistung je nach Art des Bodens, der vorwiegend feiner Sand ist, nur 70 bis 95^{cbm} in der Stunde. Das Verhältnis von Sand zu Wasser ist durchschnittlich wie 3:7. Während des Arbeitens wird der Bagger in der Längsrichtung durch eine Dampfwinde langsam vorwärts bewegt; bei fortzunehmenden Sandschichten von etwa 1^m Stärke beträgt die Geschwindigkeit ungefähr 20 bis 30^m in der Stunde, bei Schichten von 2^m Stärke nur ungefähr 5 bis 7^m in der Stunde. A. Casse¹⁾ verwendet einen ähnlichen Schneidapparat wie Brodritz & Seydel, ordnet jedoch die Achse der



Schneidmesser senkrecht zu der Achse des Saugrohres so an, dass dieselben möglichst dicht an den Saugkopf herangerückt werden können. Textfig. 38 veranschaulicht in 1:125 w. Gr.



schlagen, zwei parallele Saugrohre und drei Wellen mit kleinen zweiflügeligen Schrauben zu verwenden, welche ein Rechteck von großer Breite und geringer Höhe ausgraben. Ein solcher für den Hafen von Swinemünde gebauter Bagger mit einem Saugrohr von 0,260^m Dmr. hat zwei zweiflügelige Rührschrauben von bezw.

¹⁾ Nach gefl. Mitteilungen von A. Casse in Brüssel. s. a. Procès-verbaux des séances du congrès international de navigation intérieure. Bruxelles 1885 S. 9. Le génie civil 1886 Bd. VIII S. 169 m. Skizze. Engl. Pat. Spec. No. 7248 v. 15. Juni 1885.

einen solchen Bagger, welcher bei den im Bau begriffenen neuen Antwerpener Hafenbassins zur Anwendung gelangt ist. Die Kreiselpumpe, System Ball, ist aus den früher angegebenen Gründen unterhalb der Wasserlinie im Schiffe fest aufgestellt; ihr Saugrohr ist durch eine Schiffsseitenwand hindurch und aufsen parallel zu dem Schiff auf den Boden geführt. Oben ist es in einer Stopfbüchse drehbar, um die Baggertiefe vermittle der Winde *W* verändern zu können; Seitenschwankungen des Rohres werden durch einen am Schiffe drehbar befestigten Gitterträger verhindert, dessen unteres Ende als Kulisse ausgebildet und in welcher das Rohr geführt ist. Die Zerkleinerungsvorrichtung besteht aus zwei Schrauben mit 3 oder 4 Flügeln, von entgegengesetzter Steigung, die zu beiden Seiten des nur wenig erweiterten Saugkopfes arbeiten und den gelösten Boden der Saugöffnung zuschieben; ihr Antrieb erfolgt in sehr einfacher Weise durch eine Gall'sche Kette, welche, wie aus dem Grundriss ersichtlich, ihre Bewegung vermittle Riemen und Räderübersetzung von der Hauptmaschine empfängt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Bewegung ist das Vorlege mit einem Schwungrad ausgerüstet; hinsichtlich der erforderlichen Geschwindigkeitsveränderungen gilt das früher gesagte.

Das Saugrohr hat $0,300^m$ Dmr.; die Schraubenmesser sind ungefähr 60 bis 70^m lang und machen etwa 60 Umgänge i. d. Min., so dass die größte Umfangsgeschwindigkeit im mittel 4^m i. d. Sek. ist. Die Tagesleistung schwankt in festem und schwerem Thon zwischen 250 und 350^{cbm} , in Sand und Kies zwischen 1000 und 1200^{cbm} ; wenn das Baggergut zugleich durch Rohrleitungen fortgeschafft wird, so beträgt bei 300 bis 350^m Transportweite der ganze Kraftbedarf 35 ind. Pfr. Zur Bedienung des Baggers sind nur 4 Mann (1 Baggerführer, 1 Heizer und 2 Hilfsarbeiter) erforderlich.

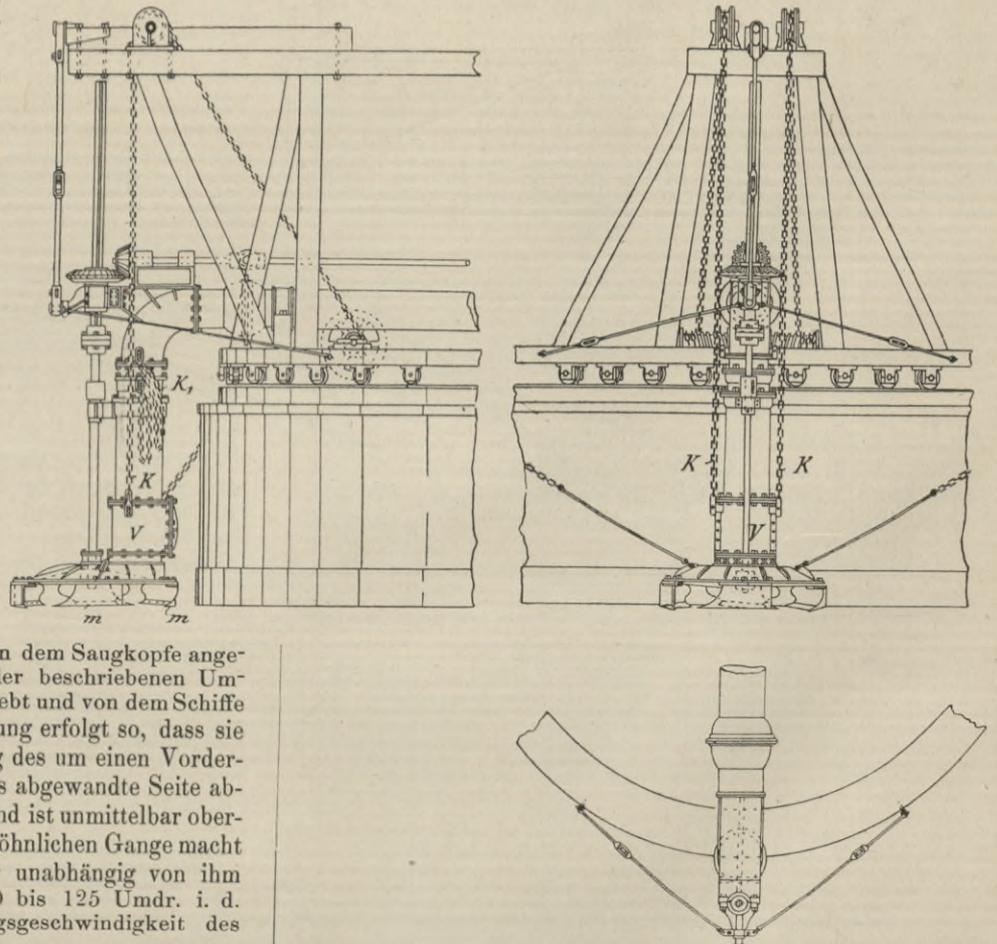
Diese Zerkleinerungsvorrichtungen bewirken mehr oder weniger nur ein Lockern und Durchrühren des zu grabenden Bodens und scheinen deshalb nur für leicht nachstürzende Bodenarten vorteilhaft, wie auch der große Unterschied in den vorstehenden Leistungen des Baggers von Casse erkennen lässt; für festen Boden ist ihre Geschwindigkeit zu groß und ihre Anordnung zur Saugöffnung nicht geeignet, das unmittelbar vor der letzteren liegende Material anzugreifen. Von Savels¹⁾ ist deshalb bei einem für das Elbinger Haff construirten Bagger ein zweiflügeliger Vorschneider verwendet worden, dessen schneidende Kante ein Umdrehungsparaboloid von $0,660^m$ Höhe und $0,780^m$ größtem Dmr. beschreibt, welches dem Saugkopfe des Förderrohres zugekehrt und dessen Achse mit derjenigen des ist, letzteren zusammenfällt; die Saugöffnung des stark kegelförmigen Saugkopfes kann durch einen gitterartigen Drehschieber mehr oder weniger bedeckt werden. Außerdem ist zur Abhaltung zu starken Wasserandranges eine um ungefähr 180° drehbare Haube an dem Saugkopfe angebracht, welche den von dem Vorschneider beschriebenen Umdrehungskörper ungefähr zur Hälfte umgiebt und von dem Schiffe aus verstellt werden kann; ihre Einstellung erfolgt so, dass sie jedesmal die von der Bewegungsrichtung des um einen Vorderanker hin- und herschwingenden Baggers abgewandte Seite absperrt. Das Kreisrad hat $0,780^m$ Dmr. und ist unmittelbar oberhalb des Saugkopfes angeordnet; im gewöhnlichen Gange macht es 550 Umdr. i. d. Min., während der unabhängig von ihm angetriebene Vorschneider nur mit 120 bis 125 Umdr. i. d. Min. arbeitet. Die größte Umfangsgeschwindigkeit des

letzteren beträgt demnach $4,9$ bis $5,1^m$ i. d. Sek., was ebenfalls für festen Boden zu viel ist, wie sich dies auch bei dem Betriebe des Baggers durch schnelle Abnutzung der Schneiden gezeigt hat. Bei den Eimerkettenbaggern wurde die Geschwindigkeit der Schneide während des Eimerüberganges über den unteren Turas im großen Durchschnitt zu $0,6$ bis $1,1^m$ i. d. Sek. angegeben; demgegenüber erscheinen die oben gewählten Geschwindigkeiten viel zu hoch.

Das Förderrohr des Elbinger Baggers hat $0,260^m$ Dmr. und ist, ähnlich wie in Fig. 37 dargestellt, um zwei Schildzapfen drehbar, von welchen der eine die Verbindung mit dem Druckrohr herstellt, der zweite die Vorlegewelle für den Antrieb der Pumpenspindel durchlässt; dasselbe schwingt in einem vorn offenen Schlitz des im Deck 27^m langen und 8^m breiten eisernen Baggerschiffes. Die Leistung des Baggers beträgt 110 bis 120^{cbm} Sand in der Stunde und das Verhältnis des Sandes zum mitgeführten Wasser $1:4$ bis $3:10$. Die Anschaffungskosten einschl. Rohrleitung waren 92000 M.

Mit recht zweckmäßig erscheinenden Schneidvorrichtungen sind einige neuere amerikanische Bagger ausgerüstet. Von John Hunter Mc Nee¹⁾ ist die in Fig. 39 dargestellte Construction angegeben worden. Das Saugrohr der Pumpe ist vor dem Schiffsbug senkrecht auf den Boden geführt und kann durch Nachlassen oder Anziehen der Ketten *K* entsprechend der Baggertiefe verlängert oder verkürzt werden; um zu verhindern, dass das Rohr leerlaufe, ist es mit einem Fußventil *V* ausgerüstet. Unterhalb des Ventilgehäuses ist eine Haube excentrisch befestigt, durch deren Mitte die Antriebsachse der Schneidvorrichtung hindurchgeführt ist; die letztere besteht aus einer Anzahl gekrümmter Pflugscharen, deren Messer *m* so eingestellt sind, dass sie während des Umlaufes den abgetrennten Boden dem Saugrohr zuschieben.

Fig. 39.



¹⁾ Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1879 S. 59 u. f. m. Zeichngn. Handbuch d. Ingenieurwissenschaften 2. Aufl. III. Bd. III. T. S. 329 m. Zeichng.

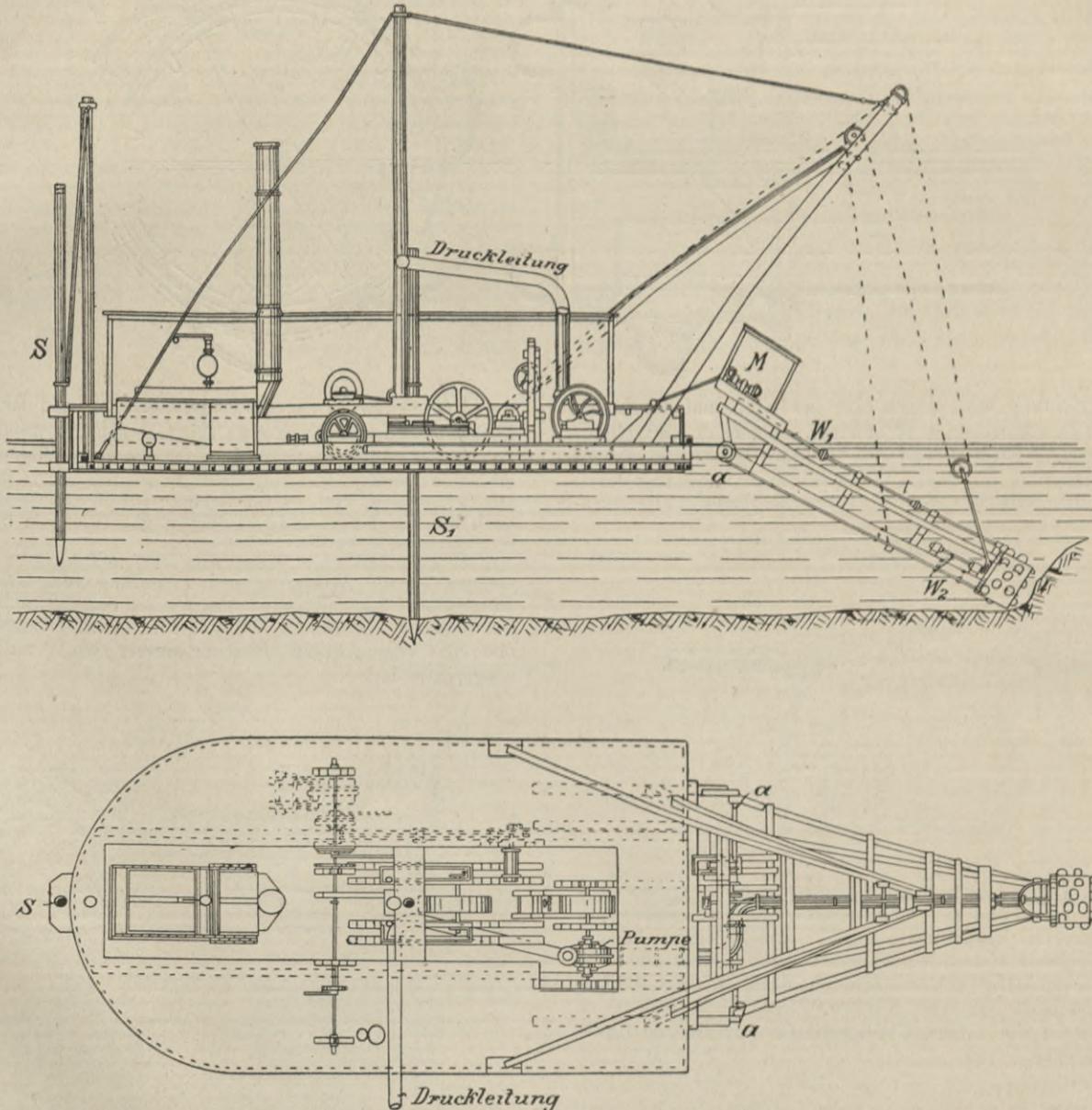
¹⁾ D. R.-P. 30359. Engl. Pat. Spec. No. 4819 v. 13. März 1884.

Die Bewegungsübertragung von der im Schiffe aufgestellten Betriebsmaschine auf die Schneidvorrichtung geht aus der Zeichnung hervor; die senkrechte Achse ist in ihrem oberen Teile vierkantig und kann an den Verschiebungen des Saugrohres teilnehmen, ohne den Eingriff der Kegelräder aufzuheben. Geringe Seitenschwankungen des Saugrohres werden durch ein in die wagerechte Leitung eingeschaltetes Kugelgelenk unschädlich gemacht. Die ganze Vorrichtung ist an einem Gerüste befestigt, welches auf einer Drehscheibe aufgebaut ist, so dass man rings um den Schiffsbug herum an einer beliebigen Stelle arbeiten kann. Bei einem Bagger dieses Systemes, der in dem Hafen von Oakland¹⁾ (Californien) in mittelfestem bläulichem Thon arbeitet, hat, für ein Saugrohr von 0,500^m Dmr., die Kreiselpumpe 1,800^m Dmr. und macht 134 Umdr. i. d. Min.; zu ihrem Betriebe dient eine 130 pferd. Zwilling-

Zwillingmaschine von 0,300^m Cylinderdmr. und 0,300^m Hub betreibt die Schneidvorrichtung sowie die verschiedenen Winden. Das Baggergut wird durch eine schwimmende Rohrleitung in Entfernungen von 340 bis 870^m fortgeführt. Das Mischungsverhältnis zwischen Wasser und festen Bestandteilen ist sehr verschieden; die letzteren haben bis zu 40 pCt. des Wasservolumens oder $\frac{2}{7}$ des ganzen Gemisches erreicht, jedoch hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, im allgemeinen nicht mehr als $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ zu nehmen, um Verstopfungen in der langen Druckleitung zu vermeiden. Die Arbeitsausführung erfolgt ähnlich, wie schon mehrfach erwähnt, unter Zuhilfenahme zweier Ankerstangen, von welchen eine für das Schiff den Schwingungsmittelpunkt bildet.

Ein ebenfalls im Hafen von Oakland arbeitender Bagger, nach den Patenten von The Golden State and Miners Iron Works¹⁾ gebaut, ist in Fig. 40 bis 42 dargestellt.

Fig. 40.
Mafsstab 1:300.



maschine von 0,400^m Cylinderdmr. und 0,500^m Hub, die mit der Kreiselpumpe unmittelbar verkuppelt ist. Eine zweite 70 pferd.

Vor Kopf des vorn rechtwinklig abgeschnittenen Schiffes ist um eine Achse *a* drehbar eine dreieckige Leiter gelagert, welche an ihrer Spitze die Schneidvorrichtung trägt und durch eine Winde und einen mehrfachen Flaschenzug gehoben oder

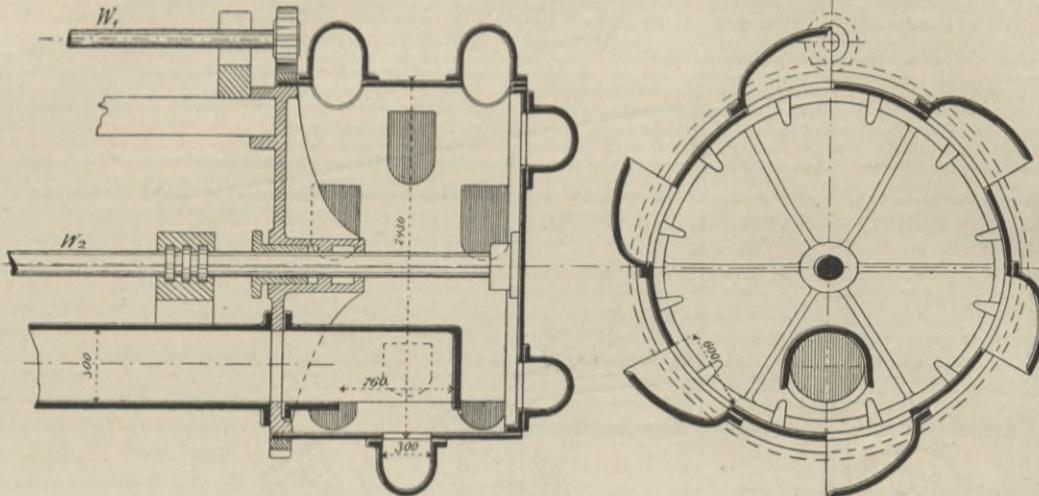
¹⁾ Engineering 1884 Bd. XXXVIII S. 30 m. perspect. Zeichng.
Scientific American 1884 I. S. 101 » » »
Le génie civil 1884 Bd. V S. 159 » » »
Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1885 Bd. LXXXV

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 12 283 v. 11. September 1884.
Oppermann, Portefeuille économique des machines. 1885
Sp. 93 m. Abb.

gesenkt werden kann. Die Grabevorrichtung Fig. 41 besteht aus einem $1,520^m$ langen Blechcylinder von $2,430^m$ Dmr., welcher auf der Mantel- und Stirnfläche mit einer Anzahl eimerartiger Schaufeln besetzt ist, die den ausgehobenen Boden in das Innere des Cylinders hineinfallen lassen; die Schaufeln sind so eingerichtet, dass bei einer Umdrehung ein Streifen, dessen Breite der ganzen Länge des Cylinders entspricht, bestrichen wird. Die hintere gusseiserne Abschlusswand des Cylinders ist mit der Leiter zuverlässig verbunden, während der Blechcylinder nur lose darübergeschoben ist und sich auf ihr drehen kann; durch eine Stopfbüchse in ihrer Mitte ist die Achse W_2 des Grabecylinders hindurchgeführt und mit Kammzapfen auf der Leiter gelagert. Der Antrieb der

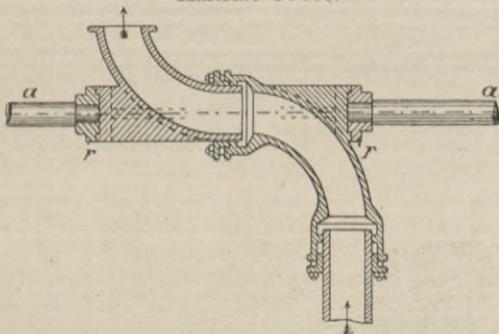
ungefähr 1000^m . Die Arbeitsausführung erfolgt wie bei der vorhergehenden Construction unter Benutzung der in Fig. 40 angedeuteten Ankerstangen S und S_1 ; um letztere führt das Schiff Kreisschwingungen aus, während S nach Vollendung einer Rinne zur Verlegung des Schiffes dient. Der Bagger hat gemäß der angegebenen Quelle in 25 Tagen mit 12 täglichen Arbeitsstunden einen 548^m langen Kanal von $27,43^m$ Breite und $3,05^m$ Tiefe ausgehoben; die geförderte Bodenmenge betrug im ganzen $44\ 870^{cbm}$ und im Tagesdurchschnitt 1735^{cbm} oder ungefähr 175^{cbm} in der Stunde. Eine Stunde täglich war erforderlich zur Reinigung des Grabecylinders. Der Boden wird als mürber Sandstein bezeichnet, bei welchem alle anderen Bagger sich als unzureichend erwiesen haben.

Fig. 41.
Maßstab 1 : 50.



Schneidvorrichtung wird durch eine besondere auf der Leiter aufgestellte Dampfmaschine M bewirkt, welcher durch Gelenkröhren von dem Schiffskessel der Dampf zugeleitet wird, und die ihre Bewegung durch die Welle W_1 nach unten und durch Zahnradübersetzung auf den Cylinder überträgt. Die guss-

Fig. 42.
Maßstab 1 : 100.



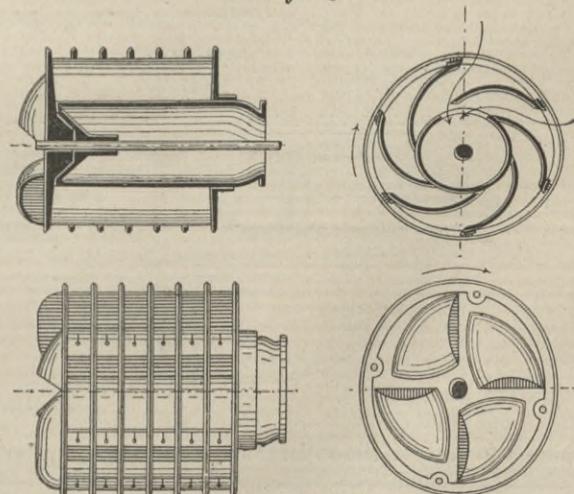
eiserne Abschlusswand enthält in ihrer unteren Hälfte eine Oeffnung entsprechend dem Durchmesser des beiderseitig mit ihr verschraubten Saugrohres; der in den Cylinder hineinragende Teil des letzteren, welcher als Saugkopf dient, steht nur $0,200^m$ von der Cylinderwand ab, so dass größere Stücke nicht in das Rohr gelangen können. Um solche Stücke zu zerkleinern, ist die innere Cylinderfläche mit starken $0,130^m$ langen Stahlzähnen besetzt.

Die Verbindung des auf der Leiter befestigten Saugrohres mit dem im Schiffe zur Pumpe hinführenden ist durch zwei in die Achse a eingeschaltete Krümmer (Fig. 42) bewirkt, welche eine Verdrehung gegen einander gestatten. Die Druckleitung ist von der Kreiselpumpe aus senkrecht in die Höhe geführt und an eine 45^m lange seitlich abzweigende Rohrleitung zur Weiterbeförderung des Baggergutes angeschlossen; soll auf weitere Entfernungen transportiert werden, so wird diese Leitung mit Schwimmröhren verbunden. Die größte bei diesem Bagger angewandte Transportweite ist

Ueber den Kraftbedarf, die Betriebs- und Erneuerungskosten fehlen alle Angaben. Die Grundsätze, welche bei der — in Einzelheiten vielleicht verbesserungsfähigen — Construction befolgt wurden, sind jedoch als durchaus richtige zu bezeichnen, und es ist deshalb wohl anzunehmen, dass auch die Betriebsausgaben nicht ungünstiger als bei anderen Systemen sein werden.

In ganz ähnlicher Weise wie bei dem zuletzt besprochenen Bagger ist die Zerkleinerungsvorrichtung von Chaquette¹⁾ ausgebildet; statt des cylindrischen ist ein schwach konischer Schneidkopf verwendet, der außer mit eimerartigen Schaufeln noch mit einer Anzahl einfacher Messer zwischen den ersteren ausgerüstet ist.

Fig. 43.



Bowers²⁾ giebt der Schneidvorrichtung die in Fig. 43 dargestellte Einrichtung; dieselbe besteht aus einer Anzahl ge-

¹⁾ Engl. Pat. Spec. No. 11193 v. 12. August 1884.

²⁾ Engl. Pat. Spec. No. 6416 v. 26. Mai 1885.

krümmter Schaufeln mit aufgelegten Stahlschneiden, welche zwischen zwei Scheiben befestigt und außerdem durch mehrere umgelegte zugeschärfte Ringe zusammengehalten und verstärkt sind. Die vordere Scheibe ist ebenfalls mit 4 Schaufeln besetzt, welche den abgetrennten Boden nach innen gelangen lassen. Dieser Schneidkopf ist unmittelbar über das untere Ende des Saugrohres geschoben, welches ihm zugleich als Stützlager dient; sein Antrieb erfolgt durch eine Welle, welche durch das in Schildzapfen drehbare Saugrohr — ähnlich wie in Fig. 37 dargestellt — hindurchgeführt ist und durch Kegelhäder in Umdrehung versetzt wird. Die Vorgelegewelle durchdringt den einen Schildzapfen, der zweite bildet die Fortsetzung des Saugrohres zur Pumpe hin. Diese Art der Kraftübertragung auf die Schneidvorrichtung, bei welcher die ganze Welle im Inneren des Rohres liegt, ist nicht vorteilhaft; auch die am Saugkopfe befindlichen Lagerstellen sind starkem Verschleiß ausgesetzt, falls sie nicht durch Wasserspülung oder in anderer Weise geschützt werden. Im übrigen erscheint die Construction nicht unzweckmäßig.

Für den besonderen Zweck der Herstellung von Kanälen im nassen Hochmoor sind von Hodges¹⁾ Torfgrabemaschinen ausgeführt worden, welche mit ähnlich arbeitenden Werkzeugen, wie die vorherbeschriebenen, ausgerüstet sind. Bei einer neueren derartigen Maschine der Oldenburgischen Kanalbauverwaltung²⁾ arbeiten vor Kopf eines 24^m langen, vorn 5,4^m, hinten 4^m breiten und 2,4^m tiefen Schiffes neben einander zwei schraubenförmige Messer von 3,4^m Dmr. und 0,4^m Länge, deren wagerechte Achsen vermittels Riemen und Räderübertragung von einer 18 pferdigen Locomobile betrieben werden. Unmittelbar hinter den Schraubenmessern sind die Achsen in einem senkrecht verschiebaren Rahmen gelagert; 3,5^m weiter rückwärts sind sie mit Doppelgelenken versehen, so dass mittels des Rahmens die Messer gehoben oder gesenkt, d. h. in eine geneigte Lage gebracht werden können, um mehr oder weniger flach oder tief zu arbeiten. Der ausgeschnittene Torf wird durch die Schraubenmesser selbst nach hinten

auf ein den beiden Schneidvorrichtungen gemeinschaftliches Schaufelwerk von 1,2^m Breite geschoben, welches ihn in die Höhe fördert und an eine seitlich abzweigende, vermittels Drahtseilen an einem Gerüste befestigte Rohrleitung von 24^m Länge abgibt, in der er durch eine Zerreibvorrichtung zerkleinert und auf das Ufer gedrückt wird.

Die Schraubenmesser machen bei 100 Maschinenumdr. i. d. Min. 1¹/₃ Umdr., ihre größte Umfangsgeschwindigkeit beträgt demnach nur ungefähr 0,24^m i. d. Sek. Der Bagger gräbt täglich einen Kanal von 40 bis 50^m Länge, 6^m Breite und 1,5 bis 2^m Tiefe, entsprechend einer Leistung von 400 bis 500^{cbm} rohes Moor, welches zugleich zu einer feinen gleichförmigen Masse entsprechend verarbeitet wird. Die Vorwärtsbewegung des Schiffes wird durch eine Handwinde bewirkt, deren Kette an einem Vorderanker oder Pfahl befestigt ist. Die Besetzung des Baggers besteht aus 6 bis 8 Mann (1 Führer, 1 Heizer und 4 bis 6 Hilfsarbeiter); außerdem sind noch 4 Arbeiter am Kanalufer bei der Ablagerung des Torfes beschäftigt.

Betriebskosten. Ueber die Betriebskosten der in diesem Abschnitte behandelten Bagger liegen nur vereinzelte Angaben vor. Bei der zuletzt besprochenen Torfgrabemaschine betragen die Löhne für 1^{cbm} annähernd 13,2 Pfg., wovon auf das eigentliche Baggern nur ungefähr 6 Pfg. entfallen; Erneuerungen sowie Verzinsung und Entwertung der Anlage sind hierin nicht eingegriffen. Savels giebt für den von ihm construirten Bagger die Kosten einschl. Erneuerungen und Transport des Baggergutes auf die Ufer vermittels Schwimmmöhre zu 0,18 \mathcal{M} für 1^{cbm} an; rechnet man bei einer Jahresleistung von etwa 200 000^{cbm} noch die Verzinsung und Entwertung des Anlagekapitals von 92 000 \mathcal{M} hinzu, so erhöht sich der obige Betrag auf ungefähr 0,24 \mathcal{M} für 1^{cbm}. Der besprochene Bagger von Brodnitz & Seydel hat in den Jahren 1877 und 1878 im Hafen von Swinemünde folgende Ergebnisse geliefert:

Betriebsjahr	Wegschaffung des Baggergutes vermittels	Anzahl der Baggerstunden	Geförderter Sand		Kohlenverbrauch für 1 ^{cbm} kg	Betriebskosten für 1 ^{cbm} Pf.	Instandhaltung für 1 ^{cbm} Pf.	Schleppkosten für 1 ^{cbm} Pf.	Ganze Kosten einschl. Transport Pf.
			im ganzen cbm	in 1 Std. cbm					
1877	Prahme	1006	72 180	71,75	1,699	15,73	7,29	15	38,02
1877	60 ^m lange Rohrleitung	936 ¹ / ₂	37 690	40,24	3,203	21,61	15,12	—	36,73
1878	Prahme	1851	176 545	95,378	1,051	11,85	5,75	15 ¹⁾	32,60

¹⁾ Der Betrag ist gleich demjenigen des Vorjahres angenommen.

Die eigentlichen Baggerkosten im Jahre 1877 betragen demnach 23 Pf. für 1^{cbm}, 1878 nur 17,6 Pf. bei Wegschaffung des Baggergutes mittels Prahme; die Instandhaltungskosten der letzteren sind in den angegebenen Beträgen mit enthalten. Die geringeren Kosten im zweiten Betriebsjahre sind theils den günstigeren Bodenverhältnissen, theils der größeren Uebung der Mannschaft zuzuschreiben. Rechnet man von den Instandhaltungskosten ¹/₃ für den Transport ab und nimmt die Beträge für Verzinsung und Entwertung wie bei dem vorhergehenden Bagger an, so stellen sich obige Beträge ungefähr auf 27 Pf. bzw. 22 Pf., im mittel auf 24,5 Pf. für 1^{cbm}, und stimmen demnach mit denjenigen von Savels gut überein. Der Boden war meist feiner dichter Sand, für welchen bei den Pumpenbaggern ohne Rührvorrichtung (S. 39) sich 29 Pf. für 1^{cbm} ergeben hatte.

Die Leistung des beschriebenen, nach dem System Mc Nee gebauten Baggers im Hafen von Oakland betrug während der letzten 8 Monate des Jahres 1883 im ganzen 191 000^{cbm}. Die größten Leistungen waren bei Wegschaffung des Baggergutes

mittels Rohrleitungen in Entfernungen von

340^m in 230 Stdn., 46 000^{cbm} oder 200^{cbm} in 1 Std.
 550^m » 190 » 34 340 » » 170 » » 1 »
 870^m » 190 » 30 300 » » 159 » » 1 »

Die täglichen Betriebskosten betragen:

Kohlen, 4 ^t zu 28 \mathcal{M}	112 \mathcal{M}
Oel	3 »
Speisewasser 31 ^{cbm}	28 »
Löhne: 1 Baggerführer	20 \mathcal{M}
2 Maschinisten	32 »
2 Heizer	16 »
14 Matrosen u. a.	60 »
	128 »
Zinsen von 200 000 \mathcal{M}	40 »
Abschreibung	36 »
Erneuerungen	40 »
Versicherung	22 »
Zusammen	409 \mathcal{M}

Hierzu kommen noch die Löhne einer Rotte von 9 bis 10 Mann zur Verlegung der Transportrohre; nimmt man hierfür einen Betrag von etwa 50 \mathcal{M} an, so erhöhen sich die täglichen Ausgaben auf rund 460 \mathcal{M} . Die durchschnittliche Tagesleistung beträgt 1400 bis 1500^{cbm}, und es ergeben sich somit die Kosten für 1^{cbm} einschl. Wegschaffung des Baggergutes zu ungefähr 0,32 \mathcal{M} . Es ist indessen zu beachten, dass die Löhne und Kohlenpreise mehr als doppelt so hoch wie

¹⁾ Engineering 1872 Bd. XIV S. 44 m. Abb.

²⁾ Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover 1885 Sp. 579 m. Zeichngn.

hier zu Lande sind; würde man mit Rücksicht hierauf die täglichen Ausgaben um ungefähr 150 Mk. kürzen, so betrügen die Kosten für 1^{cbm} nur annähernd 0,215 Mk. von denen bei den großen Transportweiten höchstens 0,14 Mk. auf die eigentliche Baggerung zu rechnen sind. Das ausgegrabene Material war, wie früher angegeben, leichter blauer Thon.

6. Schlussbemerkungen.

Die besprochenen Bagger bewirken neben dem Ausgraben des Bodens auch seine Förderung und Verladung behufs Wegschaffung; es sind außerdem mehrfach Vorrichtungen zur Anwendung gelangt, welche nur die Lösung des Bodens herbeiführen und seine Beseitigung der Wasserströmung in der zu vertiefenden Fahrinne übertragen. Der Strom wird dabei zuweilen durch Einengung des Querschnittes durch Spülflöße und Spülschiffe¹⁾ oder durch künstliche Spülung vergrößert. Zur Lockerung des Bodens dienen meistens schwere eggenartige Werkzeuge²⁾, welche über die zu beseitigenden Erhöhungen durch Schiffe weggezogen werden, oder zuweilen auch umlaufende Schneidezeuge, Stromkratzmaschinen, deren Bewegung durch vom Strome getriebene Wasserräder bewirkt wird. Von Bergeron³⁾ ist mit Erfolg die Wirkung zahlreicher dünner Wasserstrahlen, die unter Druck aus einem mit kleinen Löchern versehenen Rohre ausströmen, benutzt worden; ein gleiches Verfahren ist zur Vertiefung eines Teiles des New-Yorker Hafens⁴⁾ befolgt worden.

Meinesz⁵⁾ hat in ähnlicher Weise gespannte Luft zum Forttreiben von Sand, der durch messerartig gekrümmte Schaufeln gelockert wird, verwendet. Diese Vorrichtungen haben meistens befriedigende Ergebnisse geliefert; sie sind indessen nur in besonderen Fällen und hauptsächlich zur Erhaltung der Fahrtiefe anwendbar. Zur Ausführung eigentlicher größerer Erdarbeiten, die bei den vorhergehenden Besprechungen vorwiegend berücksichtigt wurden, erscheinen sie nicht geeignet und wird deshalb von ihrer eingehenden Behandlung abgesehen.

Von den im vorhergehenden einer näheren Besprechung unterzogenen Maschinen haben nur die Pumpenbagger ohne Zerkleinerungsvorrichtungen ein beschränktes Anwendungsgebiet, indem sie, wie schon früher erwähnt, ausschließlich für leichten losen Schlick und kaum noch für losen Sand vorteilhaft erscheinen, wie die auf S. 32 u. 33 gegebenen Betriebskosten erkennen lassen. Zur Beseitigung von losem Schlick sind sie dagegen jedenfalls die besten und billigsten Maschinen; die Misserfolge, welche sich bei Arbeiten in solchem Boden zuweilen gezeigt haben, sind in erster Linie den Transporteinrichtungen zuzuschreiben, denn die Verladung des leichtflüssigen Gemisches in gewöhnlichen

Von dem Kraftbedarf der in diesem Abschnitte beschriebenen Bagger lässt sich nur der auf die Förderung entfallende Teil wie bei den Pumpenbaggern berechnen; für die Arbeit zum Lösen des Bodens fehlen, wie bereits bei den Eimerkettenbaggern hervorgehoben wurde, genauere Angaben.

Prahmen ist unzweckmäßig, indem das abfließende Wasser zu viele feste Bestandteile, die sich nicht schnell genug absetzen, wieder mitnimmt. Bei Benutzung von Rohrleitungen zum Transport verschwindet dieser Uebelstand.

Die übrigen Bagger lassen sich mehr oder weniger jeder Bodenart anpassen. Von denselben haben die Drehschaufelbagger in Deutschland und überhaupt in Europa zur Ausführung größerer Erdarbeiten nur wenig Anwendung gefunden, obwohl sie bei sachgemäßer Ausbildung als sehr brauchbare Maschinen zu bezeichnen sind, sobald es sich um Beseitigung dicker Erdschichten handelt. Besonders ihre Eigenschaft, ohne großen Raumbedarf mit Leichtigkeit in bedeutenden Tiefen und auch bei Wellengang noch sicher arbeiten zu können, lässt in Verbindung mit ihrer einfachen Construction und den geringen Anschaffungs- und Erneuerungskosten ihre weitere Verbreitung wünschenswert erscheinen. Zur Erzielung geringer Betriebskosten ist bei ihnen die Ausgleichung der Eigengewichte und bei hartem Boden zwangläufiger Gefäßschluss — also Ausbildung der von Bruce und Batho zuerst befolgten Grundsätze — anzustreben.

Die Eimerkettenbagger erfreuen sich z. Z. noch der größten Beliebtheit, da sie sichere Arbeiter sind, die sich leicht den verschiedensten Verhältnissen anpassen; sie sind jedoch in der Anschaffung und im Betrieb teure Maschinen. Beides ist durch den Umstand bedingt, dass dasselbe Werkzeug, welches den Boden löst, ihn auch hebt, infolge dessen eine große Anzahl von Gefäßen vorhanden ist, die für den Zweck der Förderung allein zu stark und zu schwer sind und daher ganz bedeutende Reibungsarbeit und erheblichen Verschleiß verursachen. Thatsächlich liefern die Erneuerungen zu den Gesamtkosten, wie die früheren Aufstellungen zeigen, einen mindestens so hohen Beitrag wie die Arbeitslöhne, und ebenso ist der Kraftbedarf im Vergleich zur Nutzarbeit ein unverhältnismäßig hoher, die Maschinenanlage wird demgemäß groß und teuer. Bei den zuletzt besprochenen Maschinen, bei welchen Grabe- und Fördervorrichtungen getrennt angeordnet und betrieben werden, sind diese Uebelstände fast vollständig vermieden, und sie erscheinen trotz ihrer noch geringen Verbreitung am ehesten geeignet, die Eimerkettenbagger zu verdrängen. Benutzt man bei ihnen zur Förderung des Bodens Wasserspülung, so wird eine große Menge Wasser nutzlos gehoben, falls die Wegschaffung durch Fahrzeuge erfolgt; diese Mehrarbeit ist jedoch geringer, als diejenige, welche bei den Eimerkettenbaggern dadurch entsteht, dass mit Rücksicht auf die Verladung mittels Schüttrinnen das Baggergut 6 bis 9^m höher als erforderlich gehoben wird. Verwendet man gleichzeitig mit der Förderung durch Wasserspülung statt der Prahme Laufrippen oder Rohrleitungen zur Wegschaffung des Baggergutes, so fällt auch der letztere Uebelstand fast ganz fort, so dass solche Bagger voraussichtlich den sparsamsten Betrieb ergeben werden. Bei denselben ist in erster Linie die sachgemäße Construction der Zerkleinerungsvorrichtungen von Wichtigkeit, für deren weitere Ausbildung die besprochenen neueren amerikanischen Bagger sich als Grundlagen empfehlen.

¹⁾ s. u. a. Handbuch d. Ingenieurwissensch. 2. Aufl. III. Bd. III. Th. S. 311 m. Abb.

Bücking a. a. E S. 377.

Engineering 1882 Bd. XXXIV S. 121 m. Skizze.

D. R. P. 9607.

Engl. Pat. Spec. No. 3351 v. 26. August 1876. No. 2083 v. 26. Mai 1879. No. 2049 v. 23. April 1883.

²⁾ Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1879/80 Bd. LX S. 383 m. Zeichnung.

³⁾ Engineering 1877 Bd. XXIV S. 215 m. Abb.

⁴⁾ Engineering 1885 Bd. XXXIX S. 536.

⁵⁾ D. R. P. 24401.

Engl. Pat. Spec. No. 5712 v. 20. November 1882.

Revue industrielle 1883 S. 483 m. Abb.

II.

Die Trockenbagger

von

Dr. Ph. Forchheimer.

Einleitung.

Die Loslösung von Erde und ihre Verladung in Fördergefäße wird heute in Deutschland, trotz der zahllosen seit einem halben Jahrhundert ausgeführten Bahnbauten, fast ausnahmslos mit denselben Mitteln betrieben, wie zur Zeit der Einführung der Lokomotive, und wenn gegenwärtig in der Herstellung begriffene Einschnitte ein anderes Bild bieten, als vor 50 Jahren, so ist die Wandlung mehr der Förderungsweise, nämlich der ausgedehnteren Anwendung von Rollgeleisen, als dem Verfahren bei Gewinnung der Erde zuzuschreiben. Selbst der Suezkanal, bei welchem zum erstenmale Exkavatoren in ausgedehnterem Maße Benutzung fanden, vermochte hierzulande keine Aenderung in der herkömmlichen Art der Ausführung von Erdbauten herbeizuführen; Grabmaschinen traten bei uns selten in Thätigkeit, und erst die nächste Zeit verspricht — am Nord-Ostsee-Kanal und anderen Kanalanlagen — einem bisher in unserer Heimat vernachlässigten Zweige der Technik erhöhte Berücksichtigung. Der Grund dieser Erscheinung liegt im Stillstande der Entwicklung des deutschen Wasserstraßennetzes, welches bis vor kurzem vor dem wichtigeren Eisenbahnnetz zurücktreten musste. Bei der

Mehrzahl aller Eisenbahnausschachtungen arbeiten auch die Trockenbagger kostspieliger als der Handbetrieb, und zwar bei allen kleineren Einschnitten und bei den großen von mehr als 12 bis 13^m Tiefe. Bei ersteren machen sich die Anschaffungskosten eines teureren Gerätes und die Betriebskosten der häufigen Versetzung nicht bezahlt, bei letzteren liefert der englische Einschnittsbetrieb den Hohlraum zu noch geringerem Preise. Nur geldkräftige Unternehmer, deren es nicht zu viele in Deutschland giebt, welche sicher sind, stets geeignete Verwendung für Trockenbagger zu finden, können sich überhaupt auf deren Ankauf einlassen. Ausgrabungen, wie sie bei Wasserbauten häufig sind, von bedeutendem Inhalt und einer Tiefe von 3 bis 12^m in gleichmäßigem, nicht zu festem Boden bieten, von besonderen Fällen abgesehen, die günstigste Gelegenheit zur Anwendung des Exkavators.

Als Grundlage für die spätere Beurteilung der Bagger müssen die Preise der Gewinnung durch Handbetrieb dienen. Sie sind in folgender Tabelle¹⁾ zusammengestellt, unter der Annahme, dass der Lohn für die Arbeitsstunde 25 Pf. betrage.

Erdgewinnungstabelle.

Klasse	Bodenart	Lösegerät	Arbeitsstunden für 1 ^{cbm}	Kosten in Pfennig für 1 ^{cbm}				
				für Arbeit, einfachen Wurf und Laden in niedrige Fördergefäße einbegreifen	für Geräte	Zuschlag für Verladung in hohe Fördergefäße bei tiefen Einschnitten (nach Schätzung des Verfassers)	für Aufsicht und Unkosten aller Art	hiernach Gesamtkosten im Mittel
1	Gewöhnlicher Stichboden, d. i. Sand, Dammerde u. s. f.	Schaufel und Spaten	0,5 bis 1	12,5 bis 25	1	3	2	25
2	Schwerer Stichboden, d. i. feiner Kies, sandiger Lehm, leichter Thon u. s. f.	Desgl. (besonders schlesische Schaufel), nebst Holz- oder Eisenkeilen u. Schlägel	1 bis 1,6	25 bis 40	4	5	4	46
3	Schwerer Lehm und Thon, grober Kies, mit Steinen durchsetzter Boden, loses Gerölle	Breithaue nebst Keil und Schlägel	1,6 bis 2,4	40 bis 60	6	7	6	69

Für die Ersparnisse, welche durch Anwendung des englischen Einschnittbetriebes zu erzielen sind, ist die Bodenart und die Querschnittsfläche des Einschnittes maßgebend. Da die Bodenart die Böschungsanlage und letztere die Querschnittsfläche bestimmt, lässt sich nachstehende Tabelle entwerfen, welche angiebt, um wie viel Pfennig sich ungefähr die oben angegebenen Preise von 1^{cbm} erniedrigen, wenn man englischen Einschnittsbetrieb²⁾ anwendet.

Preiserniedrigung in Pfg. für 1^{cbm} bei engl. Einschnittsbetrieb.

Einschnittstiefe m	Anlage der Böschung		
	1 ^{1/2} fach	1 ^{1/4} fach	1 fach
12	5	8	9
14	8	10	12
16	10	12	14
18	12	14	16
20	13	15	18

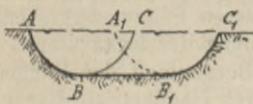
¹⁾ Vergl. z. B. Goering's Angaben in der Hütte, XIII. Aufl. Rheinhard's Kalender f. Straßens-, Wasserbau- u. Kultur-Ingenieure.

²⁾ Vergl. Ržiha, der englische Einschnittsbetrieb, Berlin 1872. Ders., Preisangaben a. d. Eisenbahnbau (als Manuskript gedruckt), Wien 1886.

Unter dem Grundwasserspiegel ist übrigens diese Arbeitsweise im Schwimmsand nicht anwendbar, weil sie auf der Erschließung des Gebirges durch einen Sohlenstollen und eine Anzahl Schächte beruht, deren Herstellung im Schwimmsand mit zu vielen Schwierigkeiten verbunden ist. Die meisten Trockenbagger zeichnen sich ferner dadurch aus, dass sie auch unter Wasser graben können, und viele dadurch, dass sie die Fortschaffung des gelösten Bodens durch verschiedene, unter Umständen sehr vorteilhafte, aber bei Handbetrieb nicht anwendbare Verfahren gestatten. Schließlich bleiben sie das letzte Hilfsmittel, wo klimatische oder sonstige Verhältnisse, wie am Suez- oder Panamakanal, die Anwerbung zahlreicher Arbeiter verhindern oder erschweren.

Bei dem Baggern muss ein Gefäß (Baggereimer, Baggerkorb, auch Baggerschaufel) in den Boden eindringen, einen Teil desselben, das Baggergut, vom übrigen Grund ablösen, in die Höhe heben und an eine Stelle schaffen, an welcher die eigentliche Abfuhr beginnt. Die auf 1^{cbm} Aushub vom Gefäß aufzuwendende Arbeit ist abhängig von seiner Arbeitsweise, seiner Gestalt und seinem Inhalt; seine Nutzleistung wird am größten, wenn es bei dem Eindringen in den Boden möglichst wenig Formänderungsarbeit verrichtet. Das ist der Fall, wenn nur die Schneidkante Boden zu verdrängen hat und jeder Teil der Gefäßwandung in seiner eigenen Richtung verschoben wird, wenn also die Wände aus in sich selbst verschiebbaren Flächen, aus Ebenen, Umdrehungs- und Schraubenflächen passend zusammengesetzt sind und mit Benutzung dieser Eigenschaft bewegt werden, also nur schneidend wirken. Es ist beispielsweise ersichtlich, dass es vorteilhafter ist, s. Textfig. 1, ein Gefäß in den Boden längs *ABC* einzudrehen und dann herauszuheben, als es zuerst bis *AB* zu führen, hierauf nach *A₁B₁* zu schieben und dann erst seine Bewegung nach *C₁* vollenden zu lassen. Verschiebung von Erde durch eine Wand, wie sie bei dem Abschaben der Böschungen durch Eimerketten und bei Drehschaufeln vor dem Schluss derselben vorkommt, ruft nämlich den passiven Erdwiderstand (Erdschub) hervor, welcher den aktiven Erd- druck bedeutend übertrifft und den Arbeitsaufwand im höchsten Grade beeinflusst. Demnach wäre ein Gefäß, welches man in den Boden ohne gleichzeitige Verschiebung hineindreht und gefüllt heraushebt, das beste. Aus den erwähnten Gründen folgt ferner, dass die grabenden Wände der Eimer oder Schaufeln zu glätten und, wenn möglich, gegen die Schneidkante hin zu verdicken und an der Schneidkante selbst zuzuschärfen sind. Dünne Wandungen hätte man, abgesehen von der Haltbarkeit, dicken Wandungen vorzuziehen.

Fig. 1.



Bei Gewinnung von Erde ist deren Reibung und Kohäsion zu überwinden. Bei festem Boden gilt das von Kick aufgestellte und nachgewiesene Gesetz¹⁾ der proportionalen Widerstände, welches lautet: »die Arbeitsgrößen, welche zu übereinstimmender Formänderung zweier geometrisch ähnlicher und materiell gleicher Körper erfordert werden, verhalten sich wie die Volumen oder Gewichte dieser Körper«. Bei zwei Baggergefäßen, deren sämtliche Ausmaße einschl. der Wandstärken und Eindringungstiefen im Verhältnis 1 : *a* zu einander stehen, verhalten sich demnach nicht nur die bei einem Hub oder Schnitt gewonnenen Bodenmengen, sondern auch die dafür aufgewendeten Arbeitsgrößen wie 1 : *a*³. Der Arbeitsaufwand für 1^{cbm} Erde ist also in beiden Fällen gleich groß. Es entspricht dieses dem von Kick für das Hobeln, Bohren usw. ausgesprochenen Satz:²⁾ »zur Bildung eines Gewichtes geometrisch ähnlicher Späne gleichen Materiales ist eine bestimmte Arbeitsmenge erforderlich, welche

unabhängig ist von der Größe der Späne.« Da jedoch hauptsächlich die Wandstärke eines Baggerkorbes nicht im selben Grade wächst wie die übrigen Abmessungen, so wird bei festem Boden ein großes Gefäß vorteilhafter arbeiten als ein kleines. Benutzt man in losem Sand zwei Gefäße, deren Linearausmaße und Eindringungstiefen sich wie 1 : *a*, deren Oberflächen sich also wie 1 : *a*² verhalten, so wirken auf einander entsprechende Oberflächenelemente Drucke, die im Verhältnis 1 : *a*³ zu einander stehen. Da ferner die Wege der Oberflächenteile im einen Falle je nach der Sachlage 1 bis *a*mal so groß sind wie im anderen, verrichtet die eine Baggerschaufel *a*³ bis *a*⁴mal so viel Arbeit wie die andere, um *a*³mal so viel Boden zu gewinnen. Bei losem Sand wären also kleine Eimer, welche dünne Lagen wegnehmen, vorteilhafter als große, wenn sich die Reibungs- und Hebungsarbeit der toten Last nicht mit abnehmendem Gefäßinhalt steigern würde, so dass bei der Schwierigkeit, diese Arbeiten zu berechnen, nur Versuche im Maßstabe der Wirklichkeit die Frage nach den besten Maßen beantworten können. Auch ist der praktische Umstand zu bedenken, dass bei ungleichmäßigem Gebirge der Fall, dass ein Stein zu groß ist, um vom Gefäß gefasst zu werden, um so häufiger eintreten wird, je kleiner letzteres ist. Ferner haftet klebriger Lehm und Thon fester in kleinen Gefäßen als in großen, so dass erstere beim Entladen mehr Schwierigkeiten bieten.

Mit Rücksicht auf die Nutzleistung der Hebevorrichtung sollten grundsätzlich alle Gefäßgewichte ausbalanciert sein. Schließlich empfiehlt sich bei Trockenbaggern wie bei anderen Maschinen Einfachheit der Konstruktion aus wenig Bestandteilen und Gleichmäßigkeit des Betriebes; erstere spricht für wenige große, letztere für viele kleine Gefäße.

Aus der in der Erdgewinnungstabelle angegebenen Leistung der Arbeiter lässt sich ein Schluss auf die zum Lösen und Verladen in niedrige Fördergefäße nötige Arbeit ziehen. Rechnet man den Mann als Motor zu 25 000^{mkg} in der Stunde, so findet sich die Arbeit für 1^{cbm} bei

Bodenart 1	zu 12 500 bis 25 000 ^{mkg}
» 2	» 25 000 » 40 000 »
» 3	» 40 000 » 60 000 »

oder 1 Pfkr. = 75^{sek}^{mkg} löst und ladet in der Stunde in niedrige Fördergefäße bei

Bodenart 1 21,6 bis 10,8 ^{cbm}
» 2 10,8 » 6,8 »
» 3 6,8 » 4,5 »

H. Fischer¹⁾ giebt an, dass nach englischen Versuchen mit Fowler'schen Dampfpflügen 1000^{kg} Erde — also etwa 0,6^{cbm} — zu ihrer Bewegung beim Pflügen 0,4 bis 0,5^{kg} Kohle, entsprechend 15 200 bis 19 000^{mkg}, gebraucht haben, was 25 000 bis 32 000^{mkg} für 1^{cbm} ergeben würde. Mit den Leistungen der Handarbeit stimmen ferner diejenigen des Eimerkettenbagger's Herkules unter Wasser gut überein. Bei ihm erforderte 1^{cbm} Aushub an reiner Grabearbeit²⁾

in weichem Schlack . . . 17 000^{mkg} entspr. 15,8^{cbm} f. Pfkr. u. Std.
in festem sandigem Schlack 41 000 » » 6,53 » » » »

Auch die Bauweise einer Reihe für den Panamakanal bestimmter Couvreux'scher Bagger verschiedener Fabriken steht mit diesen Zahlen im Einklang.

Geringer ist der Arbeitsaufwand der Drehschaufelbagger, wie nachfolgende Zahlen schliessen lassen, welche sich auf losen Sand beziehen.

¹⁾ Civilingenieur 1882 Bd. XXVIII S. 382 nach Journal of the Royal Agricultural Society of England 1871 vol. VII part II.

²⁾ Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX S. 1081.

¹⁾ Kick, das Gesetz der proportionalen Widerstände, Leipzig 1885 S. 1.

Ders. in Dingler's pol. Journ. 1883 Bd. 247 S. 5; Bd. 250 S. 141.

²⁾ Kick, das Gesetz der proportionalen Widerstände S. 18.

Bezeichnung des Drehschaufelbaggers	Form	Abbildung Taf. I	Halbmesser mm	Gefäßinhalt cbm	Arbeit zur Herbeiführung des Gefäßschlusses	
					für eine Füllung mkg	für 1 ^{cbm} mkg
Gebr. Priestman	Halbcylinder	Fig. 1, 2	625	0,7	Nach S. 8: $\frac{(G+Q)l}{2} = \frac{2000 \times 1,5}{2} = 1500$	2140
Bruce & Batho	Halbkugel	Fig. 8	1218	3,82	Nach den Ausmaßen der Figur: $\frac{29000 \times 0,75}{2} = 10900$	2860

Bei diesen Angaben ist die Reibung vernachlässigt und die Füllung der Gefäße zu groß, nämlich voll, angenommen. Dass Drehschaufeln günstig arbeiten, entspricht den vorangegangenen Erörterungen. In losem Sand müsste bei einander ähnlichen Gefäßen der Arbeitsaufwand proportional mit der Eindringungstiefe wachsen; die vorteilhaftere Gestalt der Halbkugel gegenüber dem Halbcylinder, die Ungleichheit der Reibungen und das Auftreten von etwas Kohäsion in nassem Sand erklären zur Genüge, warum obiger Bagger von Bruce & Batho nicht doppelt so viel mkg auf 1^{cbm} Aushub erfordert wie der von Gebr. Priestman.

Bei Ausschachtung im Trockenem haben bisher Drehschaufelbagger, Löffelbagger, Eimerkettenbagger und Pflugbagger Verwendung gefunden, während Radbagger öfters angewendet, aber schwerlich in Thätigkeit getreten sind. Ferner hat bei einer Vorrichtung¹⁾ zur Herstellung von Gräben Wailles den Versuch gemacht, eine mit Messern versehene Schraube zum Zerteilen und Heben der Erde zu benutzen, und

sind von Hand bewegte Schraubenbagger²⁾ bei Brunnen- abteufungen angewendet worden.

Die Drehschaufelbagger, bezüglich deren Bau auf die vorangehende Abhandlung über Nassbagger verwiesen werden soll, vermochten bisher, obwohl sie billig sind und ihr Kran vielfache Benutzung zulässt, im Trockenem nicht den Wettbewerb der Löffel- und Eimerkettenbagger auszuhalten. So sind Versuche³⁾ mit dem Priestman'schen Exkavator am Hoek van Holland sehr ungünstig ausgefallen. Die meisten Drehschaufeln werden nur durch die Wirkung ihres eigenen Gewichtes geschlossen und arbeiten daher bei härterem Boden, der außer Wasser häufiger ist als unter Wasser, unsicher; viel bessere Aussicht auf Erfolg hätten hier Drehschaufeln, deren Schluss zwangsläufig erfolgt (s. o. S. 10). Wie es scheint, fehlte es bisher im Trockenem an Versuchen mit derartigen Vorrichtungen.

Es soll sofort zur nächsten Baggerklasse übergegangen und mit der Besprechung zugehöriger Konstruktionen begonnen werden.

1. Löffelbagger.

Die Löffelbagger finden zu Wasser und zu Lande jenseits des Oceans ihre hauptsächlichste Verwendung; die dort verbreiteten Konstruktionen lassen sich unter dem Namen:

Löffelbagger von Osgood zusammenfassen. Sie sind als Verbesserungen einer älteren Erfindung von Ottis⁴⁾ zu betrachten, welche in Amerika zu Ende der dreißiger Jahre zuerst erprobt und 1842 in England patentirt⁵⁾ wurde. In Deutschland hat zwar ein 1871 von Osgood & Co. in Troy (New-York) zur Drauregulierung gelieferter, übrigens nur 14 pferdiger Nassbagger⁶⁾ mit einem Gefäß von 0,62^{cbm} Inhalt viel Beachtung gefunden, aber weitere amerikanische Vorrichtungen sind ihm nicht nachgefolgt.

Fig. 1 bis 3 Taf. V stellt einen neueren von Osgood & Macnaughton konstruirten Trockenbagger⁷⁾ dar. Den Aushub bewerkstelligt ein stählerner Eimer *E* mit angeschraubten auswechselbaren Zähnen, welche bis an den Gefäßboden herabreichen. Letzterer, um ein Gelenk drehbar, klappt auf, wenn ein Arbeiter mittels einer Schnur einen Riegel zurückzieht. Ein Stiel *L* hält den Eimer, ruht auf einer Trommel *T* und kann durch Ketten *k*₁ gegen die auszugrabende Erde vorgeschoben oder von ihr weggezogen werden. Ketten *k*₂ mit fester und beweglicher Rolle dienen zur Veränderung der Stielneigung, also zur Hebung und Senkung des Eimers. Träger des Flaschenzuges und der Trommel *T* ist ein Ausleger *B*₁, dessen Spitze mit einem Scheerenkran *B*₂ durch Ketten *z* verbunden ist, während seine Füße auf einer Drehscheibe *D* ruhen. Die Ein- oder Ausschaltung von Ketten-

gliedern verursacht eine Aenderung der Auslegerneigung und ermöglicht es, ohne Verrückung des Baggers in größerem Umkreise zu graben. Eine Feder *f* mildert die schädliche Einwirkung von Stößen. Auf der Drehscheibe befindet sich eine Maschine *M*₂, welche die Verschiebung des Stieles bewirkt. Die Hebung des Eimers, die Drehung der Drehscheibe und die Bewegung des ganzen Baggers besorgen zwei auf dem Hinterende des letzteren befindliche Maschinen *M*₁. Jede derselben treibt nämlich mittels eines Ritzels ein Zahnrad, an welches eine konisch ausgearbeitete Reibungsscheibe *F* angeschraubt ist. Diese nimmt eine an der Reibungsfläche mit Holz bekleidete Trommel mit, um welche sich eine der Ketten *k*₂ legt. Man hat es in der Gewalt, je nachdem man beide Ketten *k*₂ aufwickelt oder die eine auf- die andere abwickelt, den Stiel zu heben oder die Drehscheibe zu drehen. Gleichfalls auf dem Hinterende des Baggers steht der Kessel *K*, welcher die Hauptmaschinen *M*₁ und die Zwillingsmaschine *M*₂ speist. Die in der Figur durch Pfeile hervorgehobenen Dampfleitungen von *M*₂ sind an der Drehscheibe mit einem Universalgelenk versehen. Unter der Wagenplattform hängt ein Wasserbehälter *W*. Der ganze Wagen läuft auf Drehgestellen, lässt sich nach Niederlegung von Scheere und Ausleger einem gewöhnlichen Eisenbahnzuge einschalten und wird während der Arbeit durch Schraubenwinden festgehalten.

⁵⁾ Engl. Pat. Spec. 9281 vom Jahre 1842 auf den Namen Duncan's, welcher ausdrücklich die Erfindung als Mitteilung aus dem Auslande bezeichnet. Das Civil-Engineer and Architects Journal spricht gemäß der Uebersetzung in Dingler's Journ. 1843 Bd. 88 S. 423 schon von einem verstorbenen Hrn. Ottis in New-York.

⁶⁾ Gentilli, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871 S. 181.

Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1872 Bd. XVI S. 269.

⁷⁾ Le génie civil 1884 Bd. V S. 395.

American Engineer 1883 Bd. V S. 322.

¹⁾ D. R.-P. 23012 v. 20. Sept. 1882.

Zeitschr. f. Baukunde 1884 Bd. VII Sp. 127.

²⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1880 Bd. XXX Sp. 253.

Brennecke, der Grundbau, Berlin 1887, S. 37.

³⁾ Leemans, Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van ingenieurs, 1883 bis 1884 S. 266.

⁴⁾ Hottenroth, Zeitschr. f. Baukunde 1882 Bd. V Sp. 512.

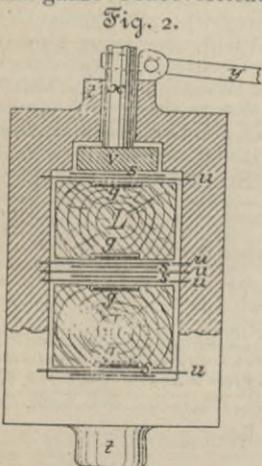
Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre 1885 Bd. IV 2. Aufl. S. 48 u. 269.

Die Ausmaße der einzelnen Teile sind folgende:

	Nach Génie civil (in Fig. 1 bis 3 Taf. V abgebildet)	Nach American Engineer	
		Exkavator 1	Exkavator 2
Umsteuerbares Maschinenpaar M ₁ :			
Kolbendurchmesser . . . mm	305	254	203
Hub »	360	305	254
Uebersetzungsverhältnis der Zahnräder »	7 : 1	7 : 1	—
Zahnteilung »	—	51	—
Zahnbreite »	—	127	—
Reibungsoberfläche der Trommeln qm	—	0,77	—
Trommeldurchmesser . . . mm	408	356	—
Durchmesser der Trommelachsen »	102	102	—
Umsteuerbare Zwillingsmaschine M ₂ :			
Kolbendurchmesser . . . »	105	159	127
Hub »	203	203	203
Uebersetzungsverhältnis der Zahnräder »	7 1/2 : 1	7 1/2 : 1	—
Zahnteilung »	—	38	—
Zahnbreite »	—	105	—
Kessel:			
Durchmesser »	1346	1346	—
Höhe »	2591	2591	—
Feuerröhrendurchmesser . . »	51	51	—
» länge »	1829	1829	—
» anzahl »	150	150	—
Kettenstärke »	25	19	—
Eimerinhalt (gestrichen voll) cbm	1,670	1,52	0,95
Gesamttgewicht des Baggers t	40	—	—

Die Erbauer versichern, dass die in le Génie civil beschriebene Maschine 2 Hübe in 1 Min. machen könne; man hat aber in Culebra (Panamakanal) mit ihr nur ausnahmsweise eine Leistung von 400^{cbm} im Tag erreicht. In Neuschottland¹⁾ hat ein solcher Bagger mit Erfolg in hartem Boden gearbeitet, in welchem man ohne seine Anwendung hätte sprengen müssen. Der Betrieb erfordert einen Heizer, einen Maschinisten und einen Stielenker.

Wenn es sich nicht um Herstellung eines langgestreckten Einschnittes handelt, kann eine Einrichtung von Vorteil sein, welche sich bei einem für die Pacific-Guano-Gesellschaft gebauten Exemplar vorfindet. Bei diesem²⁾ ist unter der 12,2^m langen, 4^m breiten Plattform eine Drehscheibe von 4^m Dmr. mit 4 konischen Laufrollen angebracht, so dass sich nach Abhub der beiden äußeren Radachsen vom Geleise die ganze Grabvorrichtung drehen lässt.



Die Konstruktionen der Löffelbagger lassen sich ohne weiteres auf Nassbagger übertragen. Beispielsweise findet sich Osgood & Macnaughton's Anordnung eines Scheerenbockes, eines Auslegers und einer Drehscheibe bei einem für den St. Lorenzstrom und den Hafen von Montreal gelieferten Nassbagger³⁾ wieder, der sich überdies durch eine sinnreiche Einrichtung zum festhalten des Löffelstieles auszeichnet. Das Gefäß von 2^m Inhalt hängt an einem dreifachen Flaschenzug. Der Stiel (s. Textfig. 2) besteht aus zwei parallelen Balken L, in deren Längsflächen 4 Stahlstreifen g eingelassen sind, während weitere lange Stahlbleche s zwar oben und unten an den Stielbalken festsitzen, aber in der Mitte Zwischenräume zwischen sich und den Blechen g freilassen. Wo der Stiel

den Ausleger kreuzt, ist er durch eine Hülse gesteckt, welche sich mit wagrechten Zapfen t in Lagern dreht, die unverschiebbar auf dem Ausleger ruhen. Die Drehbarkeit der Hülse ermöglicht es, den Stiel beliebig zu neigen. In die Hülse sind 5 Platten u derart eingelassen, dass jede sich zwischen je zwei der starr mit dem Stiel verbundenen Streifen g und s befindet. Wenn der Löffel in eigener Richtung gleiten soll, lässt man Zwischenräume zwischen den Platten u, g und s frei; wenn man ihn festhalten will, presst man mit Hilfe des Handhebels y den Stempel x mit dem Kopf v gegen den Stiel. Derselbe wird etwas zusammengedrückt, so dass an den 10 Seitenflächen der 5 Platten u die Zwischenräume verschwinden und genügend viel Reibung auftritt, um eine Verschiebung des Stieles zu hindern.

Auf Nassbagger älterer Bauart mit einfachem Kran — statt mit Ausleger und Scheere — bezieht sich nachstehende Tabelle:¹⁾

Löffelbagger der American Dredging Co. in Philadelphia	Sorte 1	Sorte 2	Sorte 3
Schiff: Länge m	19,50	19,20	16,50
Breite m	7,80	7,20	5,40
Tiefgang m	2,10	1,80	1,50
Gewicht t	27	21	18
Liegender Röhrenkessel: Länge . . . m	4,28	3,60	3,45
Breite m	1,23	1,10	0,90
Höhe m	1,54	1,45	1,20
Feuerröhren: Anzahl	44	33	22
Weite m	0,075	0,075	0,075
Länge m	2,25	2,25	2,25
Zwillingsmaschine für die Hebearbeit:			
Durchmesser m	0,25	0,20	0,15
Hub m	0,40	0,375	0,375
Dampfdruck Atm.	5 bis 6	5 bis 6	5 bis 6
Min.-Umdr.	150	150	150
Angewandte Maschinenleistung . . Pfk.	60	40	25
Zwillingsmaschine für die Drehung:			
Durchmesser m	0,15	0,15	0,15
Hub m	0,30	0,30	0,30
Gewicht der Maschinen sammt Kran und Kessel t	21	18	15
Löffel: Inhalt cbm	1,90	1,10	0,75
Gewicht t	1,2	0,8	0,5
Stärke der Ketten für die Hebung . mm	27	25	20
» » » » Drehung mm	22	20	15
Verbrauch an Anthrazitkohle im 10stündigen Arbeitstag kg	1000	750	500
Tageslöhne der Mannschaft, d. i. Maschinist, Heizer und 3 Handlanger . . . M	28	28	28
Preis eines Baggers M	92 000	79 000	64 000
Tagesleistung in Schlick cbm	900	600	375
Abnutzung und Ausbesserungen im Jahr in pCt. des Preises	10	10	10

Die Hebe-
maschine
besorgt
auch die
Drehung

Die Leistungen der Löffelbagger und der Kostenaufwand für 1^{cbm} Aushub unter Wasser wechseln sehr mit der Materialbeschaffenheit und der Wassertiefe, sowie mit den Unterbrechungen, welchen die Arbeit unterworfen ist. Derselbe Löffelbagger hat im Hafen von Boston in losem Kies an einer Stelle, an der er nur zweimal im Tage seinen Platz ändern musste und immer neue Anschwemmungen die Sohle bedeckten, bei 8,4^m Wassertiefe 320^{cbm} im Tag, dagegen in geröllhaltigem Thon bei 8,7^m Wassertiefe 150^{cbm} gebaggert. Anhaltspunkte für die Beurteilung der Kosten können die Angaben²⁾ bezüglich anderer Baggersorten liefern, wenn man gegebenen Falles bedenkt, ob besondere Gründe für oder gegen die Anwendung eines Löffels sprechen, sowie Preisentwicklungen, welche von der Anzahl der Füllungen in einer Stunde und der im Tage ausnutzbaren Stundenzahl ausgehen. Löffelbagger bieten besondere Vorteile bei beengtem Raum, also häufig in Häfen, weil sich die Bewegung ihres Werkzeuges den Umständen willkürlich anpassen lässt, während Drehschaufeln nur lotrecht auf den Grund fallen und bei Eimerketten die Angriffsstelle der Gefäße durch die Schiffslage bestimmt wird, so dass in vielen Häfen manche Stellen der Sohle mit ihnen überhaupt nicht erreichbar sind. Bei hartem Boden arbeiten Löffel besser als Drehschaufeln, welche versagen, und als Eimerketten, welche zu viele Brüche erleiden. Bei Beseitigung von Schlick, und das ist die gewöhnliche Aufgabe der Nassbagger, arbeiten die Drehschaufeln am wohlfeilsten und verdrängen daher die Löffel in den amerikanischen Seeplätzen.

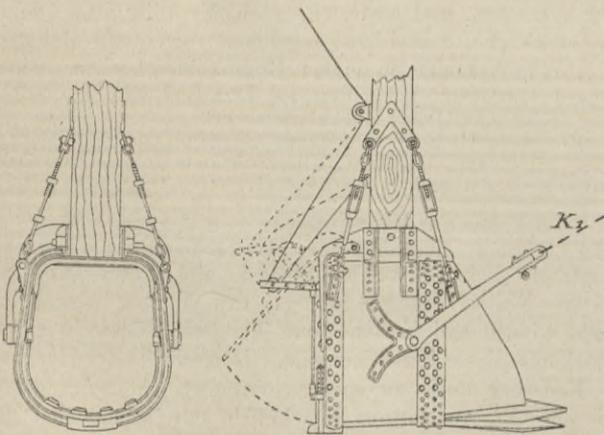
¹⁾ Engineering 1882 Bd. XXXIV S. 230 nach American Machinist.
²⁾ Portefeuille économique des machines fondé par Oppermann 1885 Sp. 77.
³⁾ Cadart, Annales des ponts et chaussées 1885 I. Sem. S. 220.

¹⁾ Lavoine, ebenda 1880 I. Sem. S. 171.
²⁾ s. o. S. 14, 28, 32, 39 u. f.

Wie Osgood's Vorrichtungen in Amerika, so ist in Europa am verbreitetsten der

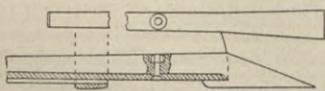
Löffelbagger von Dunbar und Ruston, welchen die Firma Ruston, Proctor & Co. in Lincoln baut. Die heutige Konstruktion stimmt im wesentlichen mit dem englischen Patent¹⁾ aus dem Jahre 1875 überein, welches selbst wieder große Ähnlichkeit mit dem bereits erwähnten, eine Erfindung von Ottis betreffenden Patente von Duncan aus dem Jahre 1842 zeigt. Sie findet sich vielfach beschrieben und abgebildet²⁾. Ein drehbarer Kran hält den Löffel. Der Eimer ist an den Kran mittels eines dreifachen Flaschenzuges angehängt und der aus zwei Holzbalken mit eisernen Zwischenteilen bestehende Stiel läuft über ein auf dem Kran angebrachtes gezahntes Scheibenpaar, in welches er mit einem Paar Zahnstangen eingreift. Das Scheibenpaar ist durch eine Gall'sche Kette nebst Kettenrädern mit einem am Kranfuß angebrachten lotrechten Handrade verbunden, dessen Drehung eine Verschiebung des Stieles in seiner eigenen Richtung bewirkt. Die Kette K_1 des Flaschenzuges, s. Fig. 4 bis 5, Taf. V, und eine weitere am unteren Stielende befestigte Kette K_2 sind über Rollen nach rückwärts geführt und wickeln sich je über eine Trommel. Ein und dieselbe Maschine treibt beide Trommeln und vermag daher durch Anzug der Kette K_1 oder K_2 den Löffel nach oben oder nach unten zu drehen. Sie besorgt ferner die Drehung des Kranes nach rechts und links und die Fortbewegung des Baggers. Uebrigens wird bei Trockenausschachtungen die Kette K_2 fast niemals benötigt. Der Eimer ist um die Achse a drehbar, und mit Hilfe der Schraubenwirbel w lässt sich der Winkel zwischen Eimer und Stiel abändern. Die von Hand anzuziehende Schnur s dient zum Lösen des Riegels r , welchen eine Feder gegen eine Vertiefung der Knagge p presst. Bei einem neueren Eimer³⁾, s. Textfig. 3, geht der

Fig. 3.



Riegel durch ein Auge der durchbrochenen Knagge und ist die Schnur um eine Rolle geführt, so dass die halbe Kraft zum Zusammenpressen der Feder genügt. Der Eimer ist mit stählernem Schneidrand und 4 Zähnen bewaffnet, deren Form man der Bodenart anpasst. Die Zähne der Textfig. 4 eignen

Fig. 4.



sich für härtesten geröllhaltigen Lehm.

Ein Bagger neuerer Konstruktion wiegt 32^t. Seine stehende Zwillingsmaschine besitzt 2 Cylinder von 190^{mm} Dmr., 305^{mm} Hub mit Dampfmantel, ist mit einem Regulator ver-

sehen, macht bis zu 160 oder 170 Min.-Umdr.¹⁾ und treibt mittels Zahnradvorgeleges die Windtrommel, um welche die Kette K_1 des Eimerflaschenzuges geschlungen ist. Diese Windtrommel wird gegenwärtig konisch gestaltet, damit in dem Mafse, in welchem sich der Eimer füllt, seine Hebung pro Kolbenhub abnehme.

Die Anwendung eines Reibungsgetriebes und getrennter Maschine erscheint in Betracht der mit der Grabarbeit verbundenen Stöße als ein Vorzug der häufig für sehr bedeutende Leistungen gebauten Osgood-Bagger, welchen gegenüber andererseits Dunbar & Ruston auf größere Einfachheit hinweisen können.

Zwei Leute, ein Führer und ein »Radmann«, besorgen das Baggern. Der Radmann bringt durch Drehung des Handrades, nämlich durch Verlängerung des Stielstückes zwischen Eimer und Zahnscheiben, den Eimer zum Einschneiden. Dann rückt der Führer das Getriebe ein, und der Flaschenzug hebt den Löffel, welcher sich mit Erde füllt. Der Radmann lüftet eine Fußbremse, der Löffel schwingt vermöge seines Gewichtes um die Aufhängestelle des Flaschenzuges und löst sich von der Erdböschung ab, wobei sich das Stielstück zwischen Eimer und Zahnscheiben wieder verkürzt. Der Führer lässt nun den Kran sich drehen, und wenn der Eimer über den Förderwagen gelangt ist, zieht der Radmann die Schnur an, so dass eine Entladung stattfindet. Der Führer lässt endlich den Kran in seine frühere Stellung zurückkehren und gleichzeitig den Löffel sich senken, worauf ein neuer Hub beginnen kann.

Von großem Einfluss auf die Leistung ist die Gesamtanordnung der Ausschachtung. Wenn ein zweigeleisiger Bahneinschnitt hergestellt werden soll, so ist es am besten, einen Schlitz vorzutreiben, in seine Achse das Baggergeleis zu legen, für die Wagen beiderseitig Nebengeleise abzweigen zu lassen und sie, siehe Textfigur 5, überdies durch ganz kurze Rampen mit dem Mittelgeleise zu verbinden. Die auf letzterem aufgestellten leeren Wagen schleppt auf jeder Seite je ein Pferd neben den Bagger. Dieser ladet abwechselnd rechts und links, so dass man den gefüllten Wagen gegen einen leeren vertauschen kann, ohne die Ausgrabung unterbrechen zu müssen. Ist eine größere Zahl, z. B. ein Dutzend,

Fig. 5.

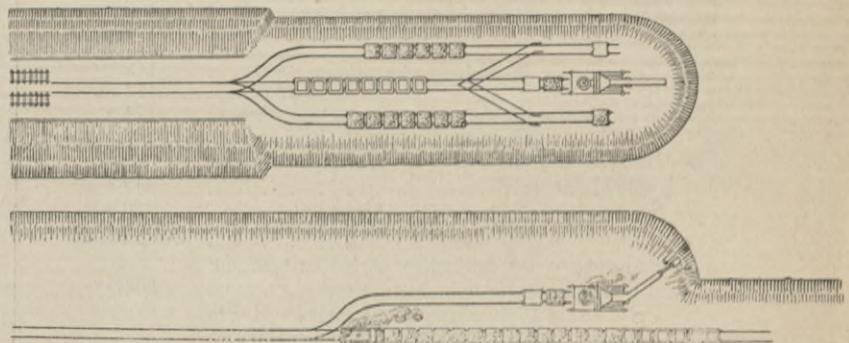


Fig. 6.

Wagen beladen, so fährt sie die Lokomotive weg. Das Mittelgeleis hinter dem Exkavator muss bis zu den Abzweigen Platz genug für etwa 32 Wagen oder mehr bieten. Bei breiten Ausschachtungen kann man mehrere Bagger arbeiten und den mittleren vorangehen lassen oder mit einem einzelnen Schlitz vortreiben und diesen seitlich verbreitern. Bei der Erbreiterung scheint es am einfachsten, s. Textfig. 6, einen leeren Zug neben den Bagger aufzustellen und ihn, so oft ein Wagen gefüllt ist, um eine Wagenlänge zu verschieben. Thatsächlich jedoch ist es schwer, das richtige Verschiebungsmaß einzuhalten, so dass Zeit verloren geht, viel Erde vorbeifällt und es sich als besser herausstellt, wieder wie vorhin eine Rampe anzuordnen. Bei eingeschulter Mannschaft kann man hierbei zwei Pferde beschäftigen. Bei eingelegter Bahn, also engem Einschnitt, muss der Bagger seitlich von der

¹⁾ Engl. Pat. Spec. 4480 v. Jahr 1875.

²⁾ Engineering 1877 Bd. XXIII S. 360.

The Engineer 1877 Bd. XLIII S. 73, 80.

Zeitsch. d. Arch.- u. Ing.-V. zu Hannover 1878 Bd. 24 Sp. 193.

Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Engineers 1878 vol. LII

S. 250.

³⁾ Engineering 1885 Bd. XL S. 178, 202, nach einem Vortrage von Jos. Ruston vor der Institution of Mechanical Engineers.

¹⁾ Nach einem Prospekt und Engineering 1885 Bd. XL S. 178.

Achse gestellt werden und lässt sich nur ein Seitengeleise anordnen, wodurch die Wagenauswechslung schwierig wird.

Für härtesten und zähesten Letten ist 6,7^m die vorteilhafteste Einschnittstiefe, weil bei größerer Tiefe der von den Eimerzähnen nicht mehr erreichbare Boden heruntergekeilt werden muss, während bei rolliger Gebirgsart die beste Tiefe 9,1^m beträgt. Das Einstellen der Ausschachtung, Verlegen der Schienen, Lösen der Schraubenwinden, welche den Exkavator festhalten, Vorwärtsbringen des letzteren und Wiedereinstemmen der Schraubenwinden bedarf 5 bis 10 Minuten. Da bei tiefen Einschnitten von einer Stelle aus mehr Boden erreichbar ist als bei seichten, giebt es bei ersteren weniger Stillstände und wächst innerhalb 6,7 bis 9,1^m die Leistung mit der Tiefe. Sehr tiefe Einschnitte werden stufenweise ausgearbeitet.

Nach J. Ruston sind an Leuten nötig: 1 Führer, 1 Radmann und 1 Heizer auf dem Bagger; 8 Arbeiter und 1 Rottenführer im Einschnitte für das Verlegen des Exkavatorgeleises und der Wagengeleise und die Nachnahme der Böschungen; 1 Erdarbeiter am oberen Einschnittsrand, um bei größerer Tiefe nachzuhelfen; 2 Pferde mit ihren Treibern zum Heranschleppen der Wagen. Hiermit stimmen die Angaben¹⁾ betreffend Dockbauten in Greenock und einen Einschnitt der Deal- und Dover-Bahn. Bei anderen Ausschachtungen war die Zahl der zum Oberbaulegen nötigen Leute größer und betrug z. Z. einschließlich des Rottenführers an der West-Lancashire-Bahn²⁾ 11, anderen Ortes³⁾ 16; an der Castle-Eden- und Stockton-Bahn⁴⁾ wurden sogar 15 bis 20 Mann und 3 Jungen verwendet; hingegen liegt auch ein Bericht⁵⁾ vor, in dem nur von 2 Leuten auf dem Bagger und 6 Mann zur Nachhilfe die Rede ist. Der tägliche Kohlenverbrauch beträgt nach Ruston 0,5^t, berechnet sich aber nach den Angaben von Fox und Samuel etwas höher. Der Eimer erhält bei härtestem geröllhaltigem Lehm 0,76^{cbm} Inhalt, bei anderem hartem Boden 0,95^{cbm}, bei loser Erde, Sand, Kies 1,14 und selbst 1.33^{cbm}. Bei diesen Gefäßen benötigt nach Ruston der Bagger etwa $\frac{3}{4}$ Minute für einen Hub, und rechnet man, dass der vierte Teil der Arbeitszeit durch Aufenthalte verloren geht, so entsprechen dem 10stündigen Arbeitstage noch immer 600 Hübe, also 460, 570, 680 und 800^{cbm}, wenn die Lockerung des Bodens durch die Häufung auf dem Löffel ausgeglichen wird. Schnitger⁶⁾ beobachtete sogar 3 und selbst 4 Hübe in 2 Min. Hingegen war die mittlere Tagesleistung

nach Fox an der West-Lancashire-Bahn, 1877	183 ^{cbm}
» Brand » » » » » 1876	183 »
» Whitley im Embleton-Einschnitt, 1876 bis 1877	174 »
» » im Grindon-Einschnitt, 1877	183 »
» Harrison ⁷⁾ in den West-Hartlepool-Docks, 1877 bis 1878	249 »
» Samuel in zähem geröllhaltigem Lehm	250 »
» Samuel in gutem Boden	306 bis 383 ^{cbm}
» Schnitger bei 8stündiger Arbeitszeit an der Verbindungsbahn in Sunderland	306 ^{cbm}
» Baldauf in 10stündigem Arbeitstage bei Hafenbauten der Great-Eastern-Bahn bei Harwich in zähem blauem Thon nach dem Ergebnis einer Woche	504 »
Dockbauten in Greenock	367 »
Einschnitt in feuersteinhaltiger Kreide für die Deal- und Dover-Bahn	382 »

Ein Kostenanschlag für den Betrieb eines Einschnittes mit einem Erdgraber von Dunbar & Ruston würde daher folgende Form annehmen:

1 Führer	4,00 <i>M</i>
1 Radmann	3,50 »
1 Heizer	2,80 »
1 Rottenführer zu 3,60 <i>M</i> und 9 Mann zu 2,50 <i>M</i> , wovon $\frac{2}{3}$ auf Gewinnung und Verladung gerechnet werden soll	17,40 »
2 Pferde mit Treiber	14,00 »
7 Metercentner Kohle zu 2,00 <i>M</i>	14,00 »
Wasser	2,00 »
Schmiermittel, Putzwolle usw.	2,50 »
für Zinsen, Ausbesserung, Tilgung des Kaufbetrages usw.	29,77 »
Summa der Tageskosten 89,97 <i>M</i>	

Die 29,77 *M* rechnen sich wie folgt:

Ein Bagger kostet im Werk	23500 <i>M</i>
Hierzu Ersatzteile, Kohlen- und Wasserwagen	2000 »
150 lfd. M. Geleis	1500 »
27000 <i>M</i>	
Zinsen ¹⁾ von 27000 <i>M</i> zu 5 pCt.	1350 <i>M</i>
Tilgung des Kaufbetrages und Ausbesserung 10 pCt.	2700 »
Verfrachtung, Aufstellung, Anteil an Errichtung einer Schmiede usw.	2500 »
6550 <i>M</i>	
oder, das Jahr zu 220 Arbeitstagen gerechnet, auf 1 Tag	6550 : 220 = 29,77 <i>M</i> .

Schachtet der Bagger im Arbeitstage 300^{cbm} aus, so kostet demnach die Gewinnung und Verladung 89,97 *M* : 300 oder 30,0 Pfg. für 1^{cbm} (gegen etwa 50 Pfg. bei Handbetrieb, wie die auf Seite 173 aufgestellte Tabelle angiebt). Bleibt der Bagger lange unbenutzt, so können die für diese Zeit zu berechnenden Zinsen einen hohen, zu obigen Kosten hinzuzufügenden Betrag ausmachen. Besonders günstig wird die Verwendung solcher Bagger hingegen, wenn auf langjährige Arbeit in derselben Gegend gerechnet werden darf, weil dann die für Fracht und erste Einrichtung auszuwerfende Summe sich stark verringert, und an Orten, wo Kohle billig ist. Die von Bergwerksdirektor Baldauf begonnene vorteilhafte Benutzung als Abraummachine in einem Braunkohlentagebau bei den Richard Hartmann-Schächten in Dux-Ladowitz²⁾ erscheint daher in hohem Grade nachahmenswert.

Ein wesentlich verschiedenes Gepräge von den beschriebenen einander ähnlichen Konstruktionen von Osgood & Macnaughton und Dunbar & Ruston trägt ein

Hydraulischer Löffelbagger von James. Dieser Erfinder³⁾ giebt hydraulischer Kraftübertragung trotz der Unzuträglichkeiten, welche Stößen und Frostwetter ausgesetzte Wasserleitungen bieten, den Vorzug vor solcher durch Winden und Ketten, zum Teil mit Rücksicht auf den Verschleiß dieser Maschinenteile. Doch dürfte der Hauptwert der Nenerung darin zu suchen sein, dass sie gedrungeneren Bau und die Ausstattung des Löffels mit bedeutender Hub-, also Schneidkraft, ermöglicht. Die Bedeutung, welche im allgemeinen mit der Einführung von Druckwasser in eine Werkzeugklasse verbunden ist, wird in diesem Falle dadurch verringert, dass es sich weder um Fernbetrieb, noch um eine grundsätzliche Verbesserung der Wirkungsweise des Werkzeuges handelt, wie sie z. B. bei Bohrmaschinen stattfand, als mit dem Uebergange zur Druckwasserbenutzung die Umwandlung von stofsendem in drehendem Bohren erfolgte. Dass es übrigens dem Erfinder gelungen ist, seine Maschine zweckmäßig und klar anzuordnen, erhellt aus den Fig. 6 und 7 Tafel V. Eine Schaufel *E* ist mit Gelenk an einem kräftigen Stiel *L* befestigt, dessen Querhaupt *Q* zwischen den lotrechten Wangen *W* aufgehängt ist. An das Querhaupt *Q* ist ferner der Kolben eines kleinen hydraulischen Rammcyllinders *R* gekuppelt, welcher es ermög-

¹⁾ Baldauf, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1883 Bd. XXXI S. 371.

²⁾ C. D. Fox, Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Engineers 1878 Bd. LII S. 253.

³⁾ Brand, ebenda S. 257.

⁴⁾ Whitley, ebenda S. 261.

⁵⁾ Samuel, Engineering 1882 Bd. XXXIII S. 316.

⁶⁾ Schnitger, Zeitsch. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1878 Bd. XXIV Sp. 194.

⁷⁾ Harrison in Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Engineers 1878 Bd. LII S. 265.

¹⁾ Thatsächlich wird ein Unternehmer meistens mehr, eine Behörde meistens weniger als 5 pCt. zu rechnen haben.

²⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen angegeb. Ortes.

³⁾ Engineering 1882 Bd. XXXIII S. 339.

Engl. Pat. Spec. 4900 v. 9. Nov. 1881.

licht, statt des ganzen Baggers die Schaufel nur eine kurze Strecke vorzuschieben und, wenn man Gesteinsblöcke antrifft, die Schaufel zurückzuziehen oder auch die Steine zu zerkleinern. Das Heben des Löffels um sein Querhaupt besorgt die Presse *H*, welche den Stiel *L* durchsetzt, und an deren Taucherkolben mittels eines Paares Flügelstangen derselbe Stiel *L* aufgehängt ist. Der größere Teil des Exkavators ruht auf einer Drehscheibe und kann sich um eine Mittelsäule drehen. Die Drehung bewerkstelligen, ähnlich wie bei hydraulischen Kranen, Pressen *D* mit Kette und Rollen. Nach vollzogener Drehung erfolgt die Entladung mit Hilfe der Presse *F*. Für die Vor- und Rückwärtsbewegung sind ebenfalls Druckkolben *M* vorgesehen, die mittels Kette und Rollen die Mittelachse des Wagengestelles in Umlauf bringen. Zum Festhalten des Gestelles dienen wieder hydraulische Stempel oder auch Schraubenwinden. Das gesammte Triebwasser wird durch eine von einer Dampfmaschine bewegte Druckpumpe auf eine Spannung von 50 Atm. gebracht. Die beschriebene Vorrichtung wurde 1882 in London von Bruce & Batho ausgestellt; verlässliche Daten über ihre Leistungen liegen nicht vor.

Die Patentbeschreibung enthält auch Zeichnung einer etwas abweichenden Anordnung, nach welcher sich zu Ende des Schnittes der Löffel unter Vermeidung wagerechter Drehung noch so hoch heben lässt, dass der gewonnene Boden über den rinnenförmigen Stiel oberhalb des Baggers nach rückwärts rutscht. Der Förderwagen kann hinter statt neben letzterem

auf dasselbe Geleise gestellt und eine enge Rösche ausgegraben werden.

Aus den vorgeführten Beispielen geht hervor, dass die Löffelbagger vergleichsweise billig sind, dass sie es gestatten, in ungleichförmigem Boden zu arbeiten und innerhalb gewisser Grenzen Ausschachtungen von beliebiger Form herzustellen. Ein Fortschritt würde in der Ausbalancierung des Löffels liegen, in einer Fortsetzung der Bestrebungen von James, die Entleerung derart zu vervollkommen, dass der Eimer nicht mehr nach jedem Hube den Weg von der Erdböschung zum Förderwagen zurücklegen muss, auch wohl in der Hinzufügung einer tauglichen Vorrichtung für die rasche Beseitigung einzelner Steine. Die untere Grenze des Einschnittsinhaltes, bei welchem Löffelbagger mit Vorteil benutzbar werden, lässt sich bei geeigneter Bodenart und Tiefe auf etwa 25000^{cbm} schätzen. Mehr als 100000^{cbm} dürfte ein Löffelbagger im Jahr gewöhnlich nicht auszuschachten vermögen, und müsste man zur Erzielung eines vielfachen dieser Leistung zu einer größeren Anzahl Baggegefäße greifen. Es liegt die Annahme nahe, dass es dann vorteilhaft wird, nicht jeden Eimer mit einer eigenen Triebmaschine zu versehen, sondern deren mehrere mit einer Maschine so zu verbinden, dass letztere möglichst gleichmäßig arbeiten kann. Diese Anordnung verwirklichen die

2. Eimerkettenbagger.

Eimerkettenbagger von Couvreur. Diese Grabemaschine¹⁾ wurde zuerst 1860 bis 1863 bei dem Bau der Ardennenbahn zur Gewinnung von Bettungskies in Gang gesetzt und seitdem am Suezkanal²⁾ (1863 bis 1886), dem neuen Donauebett bei Wien (1869 bis 1873) und anderwärts benutzt. Sie war der erste Trockenbagger mit Eimerkette, welcher zur Anwendung im großen gelangte.

Die Couvreur'schen Erdgraber schlossen sich den Nassbaggern nahe an, indem sie gleich diesen eine gerade Eimerleiter tragen. Falls der Bagger sich auf der Einschnittssole bewegen und die Erde durch Untergraben gewinnen soll, laufen, wie bei den Flussbaggern, die gefüllten Eimer, s. Fig. 2, Taf. VI, auf der Oberseite der Leiter; wenn jedoch das Fahrgeleise, wie es am Suezkanal der Fall war, neben der Böschungsoberkante liegt und ein Abschaben der jeweiligen Böschung stattzufinden hat, hängen die gefüllten in eigentümlicher Weise zu entladenden³⁾ Eimer, s. Fig. 1, Taf. VI, an der Leiterunterseite. Im ersten Falle wird mit kurzer, im anderen mit langer Leiter gearbeitet. Da mit letzterer leichter ein Umkippen stattfindet, taugt jeder schabende Bagger nach Umwechslung der Leiter auch zum Untergraben; aber nicht umgekehrt. Bei den älteren Couvreur'schen Exkavatoren liefen die Becher stets senkrecht zu den Laufschienen, und es wurde auf einer Seite ausgeschachtet, auf der anderen der Boden wieder ausgeschüttet, während neuerdings auch drehbare Maschinen gebaut werden, welche dann imstande sind, in einem Schlitz vorn zu graben und das Haufwerk rückwärts abzuliefern. Die von Couvreur und anderen versuchte Vervollkommnung der älteren Couvreur'schen Einrichtungen führte nun zu einer Anzahl sehr verwandter Maschinen und sollen diese zunächst geschildert werden.

¹⁾ Excavateur par A. Couvreur, Paris 1878.

²⁾ Vergl. Lesueur, Bulletin de la société de l'industrie minérale 1868 bis 69 Bd. XIV S. 498.

³⁾ Französisches Patent von Couvreur & Combe vom 12. März 1859, wiedergegeben in le Génie civil 1885/6 Bd. VIII S. 151, welche Zeitschrift eine Reihe leserwerter Artikel mit trefflichen Zeichnungen über französische, insbesondere über die am Panamakanal eingeführten Erdgraber gebracht hat. Diese zum Teil G. Petit und Max de Nansouty unterfertigten Veröffentlichungen wurden im vorliegenden Aufsatz vielfach benutzt.

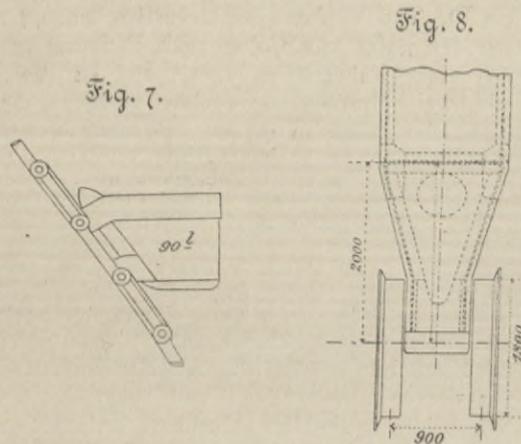
Einen von Weyher & Richemond in Pantin für die Panamagesellschaft gebauten Couvreur'schen Bagger¹⁾ stellen Fig. 8 bis 10, Taf. V, dar. In Uebereinstimmung mit den Ausmaßen der Bahn von Colon nach Panama beträgt die Spurweite seines Fahrgeleises 1,515^m und ist das Wagengestell mit zwei hölzernen Bufferbohlen versehen, deren jede einen Mittelbuffer trägt. Von den 3 Wagenachsen sind der Standfestigkeit halber die beiden äußeren verlängert, und wird deren Druck mittels je eines Balanciers mit 2 Rädern mit doppeltem Spurkranz auf einen dritten Schienenstrang übertragen. Den Aufbau bilden zwei von Winkeleisen umranderte Blechwände, welche über das Lademaß französischer Bahnen emporragen, und deren Oberteile daher vor der Verfrachtung abgenommen werden. Unter der Leiter sind mit Rücksicht auf herabfallende Erde die beiden Wände durch ein Blech verbunden, welches zum Schutze gegen das Anstreifen der Eimer mit Flacheisen besetzt ist. Am Blechaufbau sitzen die Lager der oberen Turaswelle *T* und hängt die gewöhnlich unter 45° geneigte in die Höhe klappbare Erdrutsche *r*. Zwei zusammen 22 pferdige geneigte umsteuerbare Maschinen *M*₁ von 165^{mm} Kolbendmr. und 250 Hub machen 150 bis 200 Min.-Umdr. und erhalten ihren Dampf von einem zumteil unter der Leiter liegenden Kessel mit Rückkehrflamme von 14,2^{qm} Heizfläche. Dem Heizer ist also das Vorderende, dem Maschinisten das Hinterende der Plattform angewiesen, wodurch ein ungestörtes Arbeiten und ein besserer Schutz der Maschine vor Kohlenstaub erzielt wird. Allerdings könnte es am Panamakanale vorkommen, dass man sich mit einem kundigen Mann auf dem Exkavator begnügen muss, in welchem Falle vereinigte Standplätze von Wert wären. Die mittels drei vorgelegter Zahnräder getriebene obere Turaswelle *T* macht 15 bis 20 Min.-Umdr. und verstürzt in der gleichen Zeit 22 bis 30 Eimer von 75^l Inhalt; die Kettengeschwindigkeit beträgt hierbei ungefähr 0,4 bis 0,6^m in der Sek. Bei langer Leiter sitzen 22 Eimer an den beiden aus Schakenpaaren und Augenstäben gebildeten Ketten. Die beiden Ketten scheiben sind 6kantig und auf jeder zweiten Umfangsfläche mit einem Daumen ausgerüstet, der zwischen die Schaken greift. Fig. 10 Taf. V verdeutlicht die von Couvreur für Arbeit mit langer Leiter erfundene Entleerungsweise der Eimer. Jedes Gefäß ist mit zwei auf einander folgenden

¹⁾ Le génie civil 1884 Bd. V S. 98.

Gliedern der beiden Ketten verbunden, und zwar sitzt der Eimerbauch nebst den Seitenwänden an dem vorangehenden, die Rückwand an dem nachfolgenden Kettengliede. Dadurch klappt der Eimer beim Uebergang über die Kettenscheiben auseinander; hierbei ragt ein Teil der Rückwand über den Kettenbolzen vor und befördert die Ablösung des Bodens von den Wänden. Die Leiter besteht im wesentlichen aus zwei Blechträgern, ist in ihrem Unterteil mittels eines vierfachen Flaschenzuges F an einen Ausleger angehängt und lässt sich durch Drehung einer Handwinde W heben und senken. Gegen ein seitliches Schiefstellen des Becherwerkes wirken Ketten k , die vom Wagengestell ausgehen, und in welche von Hand verstellbare Verlängerungsschrauben mit Gegengewinden eingeschaltet sind. Während der Arbeit rückt der Exkavator auf dem Schienengeleise um ungefähr 2^m in 1 Min. vor. Zu dieser Bewegung dient eine liegende Maschine M_2 , welche mit Hilfe einer Schneckenradübersetzung und Gall'scher Ketten die Radachsen in Umlauf bringt. Will man untergraben, so vertauscht man den unteren Leiterteil von nn abwärts gegen einen kürzeren und wendet Eimer von 90° Inhalt, s. Textfig. 7, an.

Von der beschriebenen Ausbildung des Grundgedankens lassen sich mehr oder weniger wesentliche Abänderungen treffen.

Ein von demselben Werke für eine stündliche Leistung von 200^{cbm} gebauter und für den Panamakanal bestimmter Bagger¹⁾ ruht z. B. auf 4 Achsen und läuft mit je 4 Haupträdern auf den Strängen des Hauptgeleises und mit 2 Rädern auf dem Nebenstrange. Ein Kohlenkasten von 2,6^{cbm} und ein Wasserkasten von 4^{cbm} Inhalt zwischen den Gestellangschwelen und ein Ballastkasten, welcher auf der dem Becherwerk abgekehrten Seite über den Erdwagen auskragt, erhöhen die Standfestigkeit. Die beiden geneigten Haupttriebeylinder



sind nebeneinander gelagert — statt einander gegenüber —, wodurch etwas Platz gewonnen wird. Von der zur Fortbewegung dienenden Maschine lässt sich auch ein Spill behufs Heranziehung der Tender in Umlauf setzen, sowie der übrigens auch von Hand drehbare Hebehaspel der Leiter. Durch die Verjüngung letzterer, s. Textfig. 8, gegen das untere Ende wurde die Anbringung der unteren Kettenscheiben zu beiden Seiten der Leiter ermöglicht, welche nun nicht breiter ist als die Baggerkörbe und nicht an den gewachsenen Boden streifen kann. Die Maschine hat mit anderen für gleiche Leistung bestellten ein von der Panamagesellschaft in Pantin im Juli 1885 veranstaltetes Wettgraben mitgemacht, an welchem sich auch Boulet & Cie. (vormals Hermann-Lachapelle) in Paris, Demange & Satre in Lyon, die Société anonyme Franco-Belge (Direktor Evrard, Konstrukteur Bourdon) in La Croyère in Belgien und Le Brun in Creil beteiligten.

Boulet & Cie.²⁾ bauten sehr ähnlich wie Weyher & Richemond; doch legten sie zur weiteren Sicherheit gegen

Umkippen die Wasserkasten seitlich und gaben der Ballastkiste eine Ausladung von 2,9^m, von der Achse des Hauptgeleises aus gemessen. Für den oberen Turas bedienten sie sich einer ihnen patentirten Konstruktion. Die gusseisernen fest auf die Welle gepressten und mit ihr durch radial durchgesteckte Bolzen verkeiltten 6eckigen Kettenscheiben sind nämlich behufs Vermeidung grossen Verschleißes mit 3 stählernen Daumen derart besetzt, dass die Kettenglieder nur Stahl berühren.

Auch Demange & Satre¹⁾ wählten für das Wettgraben ähnliche Anordnung. Das Gestell ruht auf 3 Achsen; von diesen läuft die mittlere mit 2 Rädern auf dem Hauptgeleise, während die beiden äusseren Achsen ausserdem noch durch je 2 in einem Balancier gelagerte Räder gestützt sind, welche sich auf einem Nebenstrange bewegen. Als Haupttriebsmaschine nahmen sie eine geneigte, als Nebenmaschine eine stehende Zwillingmaschine. Den Ausleger verbanden sie nicht nur an seinem Ende, sondern auch in der Mitte durch Zugstangen mit dem Wagenaufbau.

Bourdon's Exkavator²⁾ für eine stündliche Leistung von 200^{cbm}, nicht unähnlich den Figuren 1 bis 3, Taf. VI, doch vor allem nicht drehbar, kennzeichnet sich durch das Vorhandensein einer einzigen Maschine für sämtliche Bewegungen und durch den Antrieb des Becherwerkes mittels Gall'scher Kette. Die Weglassung einer zweiten Maschine hat den Nachteil, dass nach starker Beschädigung der Maschine, welche das Becherwerk treibt und daher Stößen in hohem Mafse ausgesetzt ist, der Bagger nicht mehr ohne Hilfe vom Platze geschafft werden kann. Einen Wechsel der Vorrückgeschwindigkeit gestattet Bourdon nur durch Einschaltung eines anderen Zahnradvorgeleges, so dass sich bei sehr veränderlichem Boden der Vortrieb nicht fortwährend der Bodenfestigkeit anpassen lässt. Dagegen muss freilich eingeräumt werden, dass bei hartem Boden auch der Eimerkettenumtrieb langsamer erfolgt, dass also eine gewisse selbstthätige Regelung des Vortriebes stattfindet, und dass bei unermuteter Begegnung eines unüberwindlichen Hindernisses durch das Becherwerk der ganze Bagger stehen bleibt. Vor- und Nachteile gegen einander abgewogen, dürfte immerhin die Anwendung getrennter Kraftquellen zu empfehlen sein. Die Gall'sche Kette hat vor Zahnradern den Vorzug leichterer Montage und verminderter Uebertragung von Stößen. Den Uebelstand, dass sie sich beim Gebrauche längt, und dann — je nach der Arbeitsweise mit langer oder kurzer Leiter — das eine oder das andere Kettentrum lose laufen und schleudern könnte, hat Bourdon dadurch gemildert, dass er das lose Trum durch eine verschiebbare Rolle, s. Textfig. 9, spannen lässt. Die Rolle wird so lange nachgeschraubt, bis man die Kette durch Herausnahme eines Doppelgliedes wieder auf die alte Länge bringen kann. Der Unterschied der beiden Längen, auf die Zahnteilung ausgerechnet, beträgt beinahe 2^{mm}. Für die Gall'sche Kette wählte Bourdon das System Damoiseau, bei welchem die Glieder aus einander gleichen Blechstücken bestehen und die Scheibendaumen auf die Köpfe letzterer drücken. Eine ebensolche Kette dient neben anderen Getrieben für die Vorwärtsbewegung, so dass man die abgenutzte Becherwerktriebkette noch für die weniger schwierige Vorwärtsbewegung gebrauchen könnte. Die oberen gussstählernen Kettenscheiben tragen schmiedeeiserne Abweisbleche, welche ein Abrutschen des Becherwerkes hindern, und sind mittels Wasserdruckes auf die zweiseitig flach gehobelten Wellenschenkel gepresst und mit ihnen nicht verkeilt. Das freie Ende der langen Leiter ist bei allen Baggern mit dem Wagengestell durch schräge Zugketten verbunden, deren Länge man bei Hebung oder Senkung der Leiter verändern muss. Während hierzu in der Regel von Hand verstellbare Schrauben mit Gegengewinde dienen, hat Bourdon die Ketten, um ihren Anzug vom Bagger aus zu ermöglichen, über Rollen bis zu einer lotrechten Schraube geführt, welche an einer verschiebbaren Mutter zwei für die Kettenschaken passende Haken trägt.

¹⁾ Le génie civil 1885/6 Bd. VIII S. 152.

²⁾ Le génie civil 1885/6 Bd. VIII S. 66.

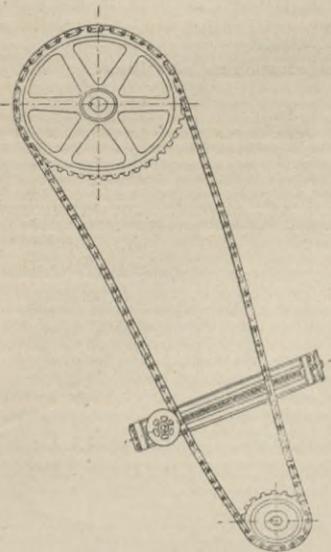
¹⁾ Le génie civil 1885 Bd. VII S. 390.

²⁾ Annales industrielles 1885 S. 323.

Le génie civil 1885 Bd. VII S. 305.

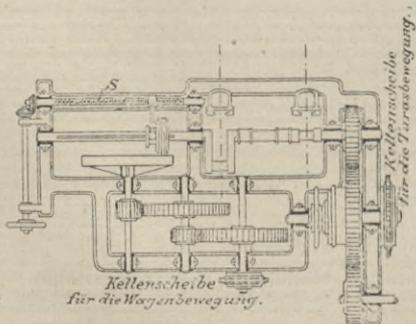
Eine Drehung der Mutter bewirkt demgemäß einen Anzug der eingehakten Kette. Doppelte Wasserstandszeiger und Speisevorrichtungen ermöglichen die Füllung des Kessels sowohl vom Führer- als vom Heizerstand aus.

Fig. 9.



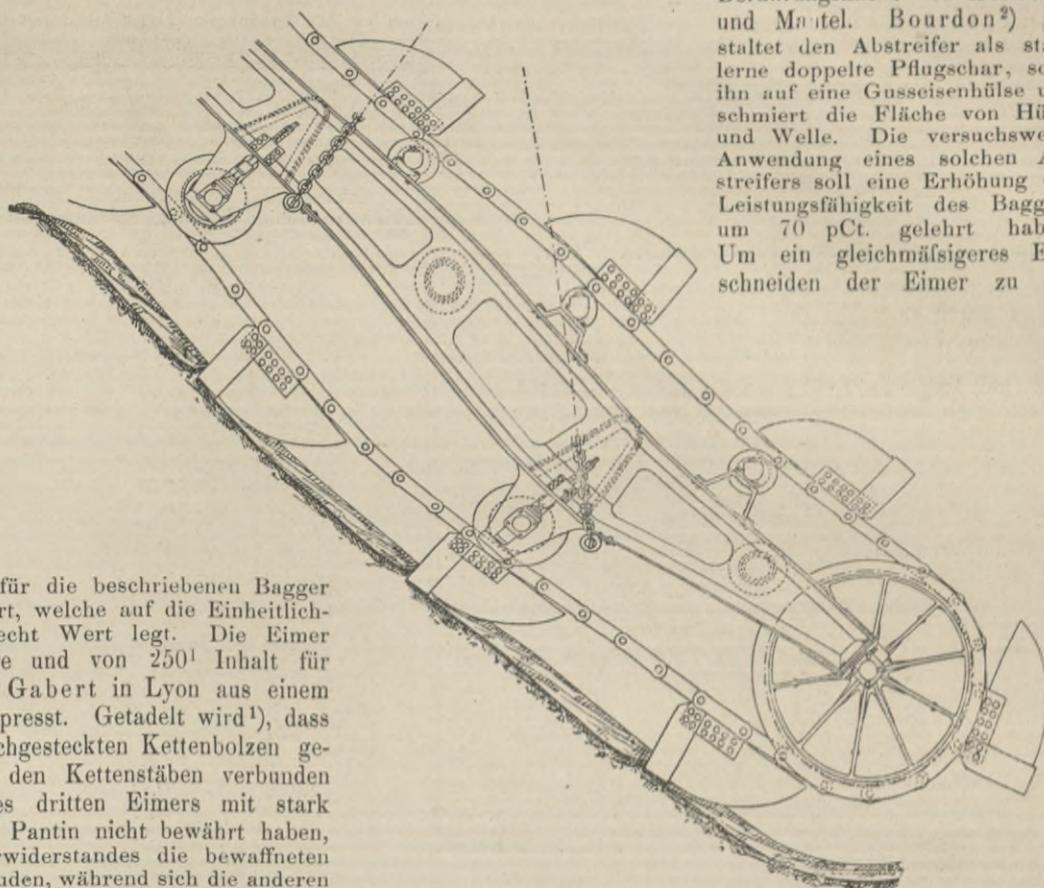
Das Becherwerk hatte für die beschriebenen Bagger die Panama-Gesellschaft geliefert, welche auf die Einheitlichkeit der Ersatzstücke mit Recht Wert legt. Die Eimer von 275^l Inhalt für die lange und von 250^l Inhalt für die kurze Leiter haben Gebr. Gabert in Lyon aus einem Blechstück über eine Matrize gepresst. Getadelt wird¹⁾, dass die Eimer nur von den durchgesteckten Kettenbolzen gehalten werden und nicht mit den Kettenstäben verbunden sind. Eine Ausstattung jedes dritten Eimers mit stark gebogenen Messern soll sich in Pantin nicht bewährt haben, indem sich infolge des Messerwiderstandes die bewaffneten Eimer aufrichteten und zu sehr luden, während sich die anderen Eimer zu wenig füllten. Messer, deren Zweckmäßigkeit wesentlich von der Bodenbeschaffenheit abhängt, wurden übrigens schon bei der Donauregulierung angewendet, wo sie beim Zerschneiden der Wurzeln großen Nutzen gewährten. Besser als die Ausstattung mit Messern würde sich wahrscheinlich die von Ržiha²⁾ empfohlene Einschaltung von Pflugscharen bei vielen Bodenarten erweisen. Während Weyher & Richmond für den Wettkampf in Pantin, wie es scheint, die Eimer auf der Leiterseite mit den von Convreux erfundenen Rückenblechen verschlossen, s. Taf. V Fig. 10, welche sich für den klebrigen Boden als ungeeignet herausstellten, haben andere Werke die Eimer offen gelassen und daher zur weiteren Unterstützung der Entladung einen Abstreifer

Fig. 11.



anzuwenden vermocht. Derselbe sitzt fest neben der oberen Turaswelle und reicht bis zur Innenleibung der vorbeiwandernden Baggerkörbe. Boulet¹⁾ hat die Welle, um sie vor Abnutzung zu wahren, mit einem aufgekeilten Guss-eisenmantel versehen und schmiert zur Minderung der Reibung die Berührungsfläche von Abstreifer und Mantel. Bourdon²⁾ gestaltet den Abstreifer als stählerne doppelte Pflugschar, setzt ihn auf eine Gusseisenhülse und schmiert die Fläche von Hülse und Welle. Die versuchsweise Anwendung eines solchen Abstreifers soll eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Baggers um 70 pCt. gelehrt haben. Um ein gleichmäßigeres Einschneiden der Eimer zu be-

Fig. 10.



wirken, hatte die Panama-Gesellschaft verlangt, dass bei langer Leiter federnde Rollen das Becherwerk gegen die Erde pressen. Während der einzige Bagger, welcher in Pantin solche Rollen trug — es war der Bourdon's, s. Textfig. 10, — gut arbeitete, hat man — so Satre, der sie 1877 versuchte — anderenorts schlechte Erfahrungen mit ihnen gemacht. Sie versetzen der Leiter bei ungleichmäßigem Boden starke Stöße, klemmen die Eimer und veranlassen leicht, dass die Kette reißt.

Die auf S. 52 befindliche Tabelle giebt die Hauptmaße und die Leistung der in Pantin versuchten Bagger an.

Satre hat außer dem bereits erwähnten Bagger auch noch solche³⁾ konstruiert, bei denen er ähnlich wie Bourdon sämtliche Bewegungen von einer einzigen Zwillingmaschine ausgehen lässt und die obere Kettenscheibenwelle durch eine Gall'sche Kette treibt. Die Kurbelwelle der Zwillingmaschine macht 80 Min.-Umdr. und trägt in ihrer Verlängerung eine verstellbare, aus Lederplatten zusammengesetzte Rolle, Textfig. 11, welche eine Reibungsscheibe berührt. Je nachdem man durch Drehung der Schraube *S* die Berührung in geringerem oder größerem Abstände und auf

¹⁾ Le génie civil 1885 Bd. VII S. 306.

²⁾ Ržiha, Eisenbahner- und Unterbau Bd. I S. 221.

¹⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 66.

²⁾ Le génie civil 1885 Bd. VII S. 308.

³⁾ Le génie civil 1885 Bd. VII S. 293.

	Weyher & Richemond	Boulet & Co.	Demange & Satre	Société Franco- Belge, (Bourdon)
Maschine für die Erdgewinnung: Pfdkr.	50	60		70
Kolbendmr. mm		240	260	264
Hub mm		500	390	
Füllung pCt.		60		
Min.-Umdr.	90	78		120
Maschine für das Vorrücken u. Heben der Leiter: Pfdkr.	15	18		Die zur Gewinnung dienende Ma- schine besorgt sämtliche Neben- arbeiten.
Kolbendmr. mm		150		
Hub mm		160		
Füllung . pCt.		75		
Min.-Umdr.	150	180 bis 260		
Arbeit mit langer Leiter: Anzahl der Eimer von 275 ¹	18	19	17	16
Vorgeschriebene Zahl in 1 Min. zu verstärkender Eimer	18	18	18	18
Entfernung der Eimer in Kettengliedern von 325 ^{mm}	6	5	6	6
Min.-Umdr. der oberen Turaswelle für 18 Eimer	18	15	18	18
Arbeit mit kurzer Leiter: Anzahl der Eimer von 200 ¹	14			13
Vorgeschriebene Zahl in 1 Min. zu verstärkender Eimer	27		27	27
Entfernung der Eimer in Kettengliedern von 325 ^{mm}	4		4	4
Min.-Umdr. der oberen Turaswelle für 27 Eimer	18		18	18
Vorrücken in 1 Sekunde cm	2 bis 5			2 bis 8
Kessel: Heizfläche qm	40	38	40	42,2
Rostfläche qm	1,2	0,85		1,05
Gestatteter Ueberdruck Atm.	7	7		
Inhalt der Wasserkasten cbm	4	5		4,5
» » Kohlenkasten cbm	2,6			
Gewicht des Baggers leer t	67	58	70	42
» » » im Dienst t				50
Stündliche Leistung im Mergel und Lehm mit Kalksteinein- schlüssen zu Pantin, im Einschnitt gemessen cbm	fast 200	265	über 200	180 mit größeren Eimern: 263
Grabtiefe unter Schienenoberkante m	6	6	6	6

der einen oder anderen Seite des Mittelpunktes stattfinden lässt, setzt man die Scheibe in rascheren oder langsameren Umlauf im einen oder anderen Sinne. Eine zu große Umdr.-Zahl ist dadurch ausgeschlossen, dass in der Mitte die Reibungsscheibe ausgespart ist. Die Scheibe, durch Zahnräder und Gall'sche Kette mit einer Wagenachse verbunden, vermittelt die Vorwärtsbewegung des Baggers, welche demgemäß trotz Anwendung einer einzigen Maschine sich nach Belieben regeln lässt.

Schließlich soll ein älterer, nur zum Untergraben tauglicher, von der Société Franco-Belge gebauter Bagger¹⁾ erwähnt werden, welcher sich dadurch auszeichnet, dass die Kurbelwelle der Antriebsmaschine ein Schwungrad von 1,80^m Dmr. trägt. Mehr noch als bei allen anderen Exkavatoren wäre bei diesem die Einschaltung von Reibungsgetrieben wünschenswert, damit sich bei plötzlichen Widerständen die Gegenwart eines Schwungrades nicht verhängnisvoll äußere. Gemildert wird die Gefahr allerdings dadurch, dass die Leiter

an ihrem Oberende in Gleitlagern hängt, welche sich längs Gradführungen bei starken Stößen verschieben. Die oberen Kettenscheiben sind vierkantig, entbehren der bei sechskantigen Scheiben für die Mitnahme der Eimerkette notwendigen Daumen und stoßen stärker als letztere. Hierdurch befördern sie zwar die Entladung, welche sich übrigens besser durch einen Abstreifer unterstützen lässt, aber auf Kosten erhöhter Abnutzung. Das Weglassen der Daumen gestattete die Ausbildung sämtlicher Kettenglieder als einfache Augenstäbe.

Leistungen der Couvreur'schen Trockenbagger. Angaben über die Leistung beim Wettgraben in Pantin sind schon oben gemacht worden. Nunmehr sollen Angaben folgen, die von Bauplätzen stammen. Bei der Donauregulierung arbeiteten in der zweiten Sektion aufser 5 Nassbaggern auch 4 Trockenbagger, jeder von 24 Pfdkr. Deren Leistung ergibt sich aus folgender¹⁾ Tabelle.

¹⁾ Le génie civil Bd. V 1884 S. 99.

¹⁾ Engineering 1878 Bd. XXVI S. 147.

Jahr	Arbeitstage der einzelnen Trockenbagger				Zusammen	Erdgewinnung cbm	Mittlere tägliche Leistung eines Baggers cbm
	I.	II.	III.	IV.			
1870	116	107	86	39	348	163 000	468
1871	170	205	193	312	880	887 000	1000
1872	234	232	198	231	895	1 201 000	1342
1873	120	137	265	210	732	1 092 000	1492
1874	—	—	80	—	80	97 000	1213
Summen	640	681	822	792	2935	3 440 000	1172

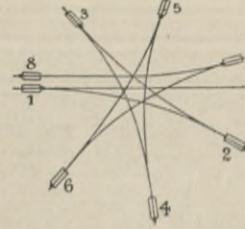
Bei den Hafengebauten in Calais¹⁾ stand ein ähnlicher Exkavator in Benutzung. Der obere Turas machte ungefähr 80 Min.-Umdr. und kippte dabei 30 Eimer von 0,17^{cbm} Inhalt um, so dass der Stunde eine theoretische Leistung von 300^{cbm} entsprach. Thatsächlich arbeitete in der Zeit vom Juni 1877 bis Oktober 1879 der Bagger während 595 Tagen und gewann durchschnittlich in trockenem Sand täglich 1104^{cbm}, hingegen, wenn er unter Wasser graben musste, nur 575^{cbm}. — Bei der Durchstechung des Hoek van Holland²⁾ arbeiteten von Herbst 1881 bis Herbst 1883 drei Bagger, von denen einer bereits bei der Donauregulierung mitgewirkt hatte. Die mittlere Monatsleistung des einen betrug 33 230, des anderen

32510, des dritten 29 620^{cbm} gelockerten Boden, und bei Nichteinrechnung der Zeit, welche zum Versetzen der Exkavatoren und zum Vertauschen der langen mit der kurzen Leiter nötig war, 33 230 bzw. 33 230 bzw. 34 970^{cbm} gelockerten Boden. — Couvreux schätzt die Leistung eines 24 pferdigen Baggers auf $\frac{2}{3}$ der theoretischen, also — bei 30 Eimern von 0,17^{cbm} minütlich — auf 2400^{cbm} im 12stündigen Tag, während nach Neyt's Wahrnehmungen¹⁾ in gutem Boden für 12 Stunden Arbeit 2312^{cbm} zu rechnen sind. — Im gut nachstürzenden Sand des Hellendoorn'schen Berges²⁾ zeigte der 24 pferdige Erdgraber folgende Leistung:

	Mit der langen Leiter von 18 Eimern	Mit der kurzen Leiter von 12 Eimern
Zur Gewinnung von 100 ^{cbm} gelockerten Bodens nötige Minuten	31 $\frac{3}{4}$	30 $\frac{3}{4}$
Anzahl der in der Minute verstürzten Eimer	28,67	23,25
Mittlerer Eimerinhalt in cbm	0,1105	0,140
In einer Minute gewonnener Boden (gelockert) in cbm	3,168	3,255
Grabtiefe in m	2,70	2,95

Arbeitsvorgang mit Couvreux'schen Trockenbaggern. Gewöhnlich beginnt die Arbeit in der Weise, dass man mit langer Leiter eine Rösche ausgräbt. Deren Tiefe wird dadurch begrenzt, dass die Leiter nicht steiler als unter 45° hängen darf, weil sonst die Gefahr eintritt, dass die Erde nachgibt und der Exkavator in den Einschnitt stürzt. Die lange Leiter muss nun weiter beibehalten werden, wenn die Abtragsohle unter Wasser liegt. Da übrigens das Baggen unter Wasser beschwerlich ist, bei feinem Sand viel Boden aus den aufsteigenden Eimern verloren geht, ferner die Böschung sackt und der am Rande stehende Exkavator in Gefahr gerät, bei Lehm die Schienen schlüpfrig werden und das Vorrücken zu gering ausfällt, schliesslich die Reparaturen am Becherwerk bei Arbeit unter Wasser noch bedeutender sind als im Trocknen, so empfiehlt sich im allgemeinen die Wasserhaltung³⁾ der Ausschachtung. Liegt die Sohle trocken und hat sie eine Breite von ungefähr 10^m erreicht, so wird, wenn das Baggergut mittels Dienstbahn abgefahren werden soll, häufig zur kurzen Leiter übergegangen, welche in losem Sand vorteilhafter, in festem nicht von selbst nachstürzendem Gebirge aber ungünstiger arbeitet als die lange. Man erbreitert den auf einer Einschnittsseite angelegten Schlitz, bis man auf die entgegengesetzte Einschnittsseite gelangt. Nun muss mit langer Leiter ein neuer Schlitz begonnen werden. Die Erbreiterung der zweiten Sohle schreitet in einer der ersten entgegengesetzten Breitenrichtung vor. Für jede neue Sohle ist also eine Drehung des Baggers nötig. Sie geschieht, wenn Platz vorhanden, unter Vermeidung von Drehscheiben durch Schwenkung der Gleise; der Bagger durchläuft z. B. den in Textfig. 12 mit 1 2 3 4 5 6 7 8

bezeichneten Weg. Die Zahl der Schwenkungen ist von der Länge des beweglichen Gleises abhängig, beträgt z. B. 8 bei 50 bis 60^m Länge.



Das Gleis für die Herunterschaffung des Baggers vom oberen Böschungsrand auf die Abtragsohle lässt man nicht gern steiler als unter 1:40, nach Neyt sogar nur unter 1:60 bis 1:70 ansteigen. Bei langer Leiter und Tiefen von 2,5—3,5^m erfolgt die Verbreiterung der Ausschachtung in Schichten von 1 bis 0,7^m, bei kurzer Leiter und 2—4^m Tiefe in Schichten von 0,3—0,5^m Stärke. Ueber 4^m hohe Wände untergräbt man in der Regel nicht, da Nachstürze aus so hohen Wänden bereits gefährlich werden können. Bei Verladen in Wagen schiebt die hinter dem Zuge befindliche Lokomotive auf ein Zeichen einen Wagen nach dem anderen unter die Erdrutsche, welche man während des Vorbeiwandels der Buffer durch eine Klappe verschließt, so dass nur wenig Haufwerk zwischen die Wagen fällt. Man benutzt es, wenn tauglich, zum Unterstopfen der Gleise. Ferner fällt, besonders bei Arbeit mit langer Leiter, Boden von den Eimern auf die Planie und bildet einen kleinen Wall längs des Böschungsrandes.

Ein Kostenvoranschlag für den Betrieb eines Einschnittes mit einem Couvreux'schen Eimerkettenbagger kann folgende Gestalt³⁾ erhalten.

¹⁾ The Engineer 1880 Bd. XLIX S. 411 nach Annales des travaux publics.

²⁾ Leemans, Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van ingenieurs 1883—84 S. 266.

³⁾ Neyt, angegeb. Orts S. 248.

¹⁾ Neyt, Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van ingenieurs 1880—81 S. 249.

²⁾ Ebenda.

³⁾ Vgl. Neyt, angegeb. Orts S. 249.

1 Maschinenführer	4,00 M
1 Heizer	2,80 »
1 Baggermeister am Becherwerk	3,50 »
1 Arbeiter ebenda	2,50 »
1 Rostenführer zu 3,60 M und 14 Mann zu 2,50 M zum Verschieben der Gleise, wovon 2,3 auf Gewinnung und Verladung gerechnet werden mögen	25,73 »
ab und zu 2 Erdarbeiter zur Freilegung der Einschnittssole	2,50 »
18 Metercentner Kohle zu 2,00 M	36,00 »
Wasser	4,00 »
Schmiermittel, Putzwolle usw.	5,00 »
	zusammen 86,03 M
für Zinsen, Ausbesserung, Tilgung des Kaufbetrages usw.	77,82 »
	Summe der Tageskosten 163,85 M

Die 77,82 M rechnen sich wie folgt:

Ein 24pferdiger Erdgraber kostet etwa	50 000 M
hierzu ein Kohlenwagen mit Schutzhütte und 1 Wasserwagen	3 300 »
1200 ^m Grabegleis (für einen Einschnitt von 1000 ^m Länge)	18 000 »
	71 300 M
Zinsen von 71 300 M zu 5 pCt.	3 565 »
Tilgung des Kaufbetrages und Ausbesserungen, 12 pCt.	8 556 »
Verfrachtung, Aufstellung, Anteil an Errichtung einer Schmiede	5 000 »
	17 121 M

oder, das Jahr zu 220 Arbeitstagen gerechnet, für einen Tag
 $17\ 121 : 220 = 77,82\ M.$

Schachtet der Bagger nur bei Tage aus und leistet er für einen Arbeitstag 1500^{cbm}, so entfallen von obigen 163,85 M auf je 1^{cbm} Aushub 163,85 M : 1500 = 11 Pfg. Für das Vertauschen der langen gegen die kurze Leiter und umgekehrt, für die Drehung des Baggers und die Gleisverlegung

No.	Länge der Vorrichtung m	Breite der Vorrichtung m	Grabtiefe unter Schienen m
1	5,4	2,3	4,3
2	7,9	2,9	5,2

Eimerkettenbagger von C. & H. Vering (Type A der Lübecker Maschinenbaugesellschaft). C. & H. Vering¹⁾ haben viele Verbesserungen am Couvreur'schen Bagger angebracht. Was die von ihnen getroffene allgemeine Anordnung betrifft, so stellen sie den Kessel quer, wodurch an Platz und Standfestigkeit gegenüber der Längsstellung gewonnen wird. Auf der dem Kessel entgegengesetzten Leiterseite befindet sich die einzige vorhandene Maschine und treibt die Schwungradwelle *a* (vgl. Fig. 6, 7, Taf. VI), von der alle weiteren Bewegungen ausgehen. Den Umlauf des Becherwerks vermitteln die Zahnräder *a*₁, die Welle *a*₂ und die durch Kette verbundenen Scheiben *a*₃ (s. Grundriss) und *a*₄ (s. Seitenansicht). Die Mitnahme der lose sitzenden Kettenscheibe *a*₃ durch die Welle *a*₂ geschieht mit Hilfe der lösbaren Wasserdruck-Kupplung *k*₁, (D. R.-P. 21 915), welche wirkt, so lange man durch die Leitung *l* Druckwasser eintreten lässt. Zur Hebung der Leiter dienen das auf *a* lose sitzende Ritzel *b*₁, die Kupplung *k*₂, das in *b*₁ eingreifende Zahnrad *b*₂, die Welle *b*₃ und die Kettentrommel *b*₄ (s. Grundriss), welche die über einen Flaschenzug geführte Kette *b*₅ (s. Aufriss) aufwickelt. An einem Querstück des Flaschenzuges sind schliesslich die Leiterbäume durch ein Paar Ketten aufgehängt. Die Kupplung *k*₂ beruht auf der festen Verbindung des losen Ritzels *b*₁ mit einem konisch ausgehöhlten Rade, welches durch ein innen angreifendes Reibungsrad mitgenommen oder durch eine Bremsbacke festgehalten werden kann. Die Stellung eines Handhebels bewirkt, dass ersteres und dadurch ein Heben der Leiter eintritt, oder letzteres, wodurch die Leiter in ihrer Lage verbleibt, oder endlich, dass weder Reibungsrad noch Bremse wirken, dass also die Leiter vermöge ihres Gewichtes herabsinkt. Eine Ortsveränderung des ganzen Baggers ruft ebenfalls die Welle *a* hervor, vermittels der schon erwähnten Teile *a*₁ *a*₂ des Vorgeleges *c*₁, des je nach der gewünschten

ist ein weiterer Zuschlag zu machen. Eine einmalige Leiterumwechslung dauert etwa 1 Tag und erfordert 4 Mann neben der gewöhnlichen Baggermannschaft; das Schwenken der Gleise für die Drehung beschäftigt 20 Mann durch 1 1/4 Tage; das Verlegen der Gleise bewerkstelligen 50 Mann in 1 1/2 Tagen. Für die Vornahme dieser Arbeiten kann daher 600 M gerechnet werden, welche Summe sich auf die Erdmasse verteilt, die von einer Rösche aus in Angriff genommen wird. Hat z. B. die Rösche eine Länge von 1000^m, die von ihr eröffnete Ausschachtung eine mittlere Tiefe von 2,7^m und eine mittlere Breite von 20^m, also einen Inhalt von 54 000^{cbm}, so erhöht sich der Preis für 1^{cbm} um 1,1 Pfg. und die Gewinnung und Verladung von 1^{cbm} Boden stellt sich auf 12,1 Pfg. Bei dieser Berechnung wurde eine Jahresleistung von 330 000^{cbm}, also eine Ausschachtung von mindestens ebenso grossem Umfang, vorausgesetzt. Durch Einführung des Nachtbetriebes kann die Leistung noch erhöht, also, wenn der Einschnitt groß genug ist, die Arbeit noch weiter verbilligt werden. Hat der Exkavator nur 100 000^{cbm} im Jahr auszuheben, so erhöht sich der Preis und berechnet sich unter Beibehaltung der früheren Form zu

$$\frac{8603}{1500} + \frac{1\ 712\ 100}{100\ 000} + 1,1 = 24\ \text{Pfg.}$$

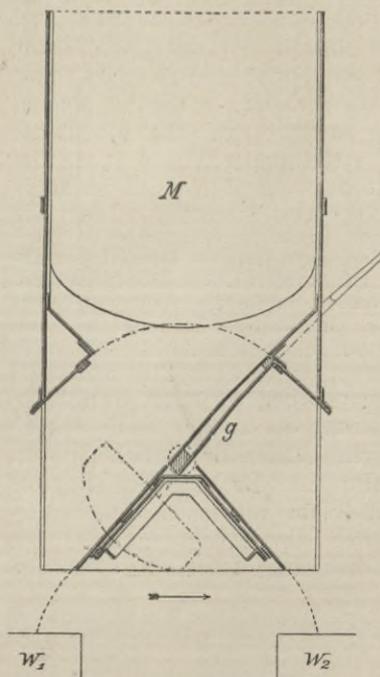
wird aber, obgleich die Ausbesserungen abnehmen, tatsächlich noch höher, da bei kurzer Beschäftigung tüchtige Mannschaft nicht angeworben werden kann oder teurer bezahlt werden muss. Bei jährlich 100 000 bis 120 000^{cbm} scheint demnach die Grenze zu liegen, oberhalb welcher unter geeigneten Umständen Kettenbagger sich vorteilhafter zeigen können als Löffelbagger.

Couvreur'sche Erdgraber werden in Deutschland neuerdings von Büniger & Leyrer in Düsseldorf unter folgenden Angaben angekündigt:

Gesamtwicht ungefähr	Leistungsfähigkeit im Tag	Preis
t	cbm	M
28	600 bis 1100	35 000
40	1500 bis 2000	50 000

Fahrriichtung einzuschaltenden Kegelrades *c*₂ oder *c*₃, des Kegelrades *c*₄, der Welle *c*₅, der Kettenräder *c*₆ (s. Grundriss) und *c*₇ (s. Aufriss). Die Ingangsetzung tritt erst ein, wenn eine Wasserdruck-Kupplung *k*₃ unter Druck gesetzt wird.

Fig. 13.



Der Baggermeister steht in *B* und findet alle Handgriffe für die Regelung der geschilderten Bewegungen vor sich auf einer Stelle vereinigt. Eine wesentliche Verbesserung liegt in der Anbringung eines Schüttkastens *M*, Textfig. 13, in welchen das Becherwerk das Baggergut stürzt, und aus dem es je nach der Stellung der ausbalancierten Klappe *g* in den Wagen *W*₁ oder *W*₂ fällt. Durch diese Einrichtung wird die Baggerarbeit von der schwer zu regelnden Bewegung des zu beladenden Zuges unabhängig gemacht.

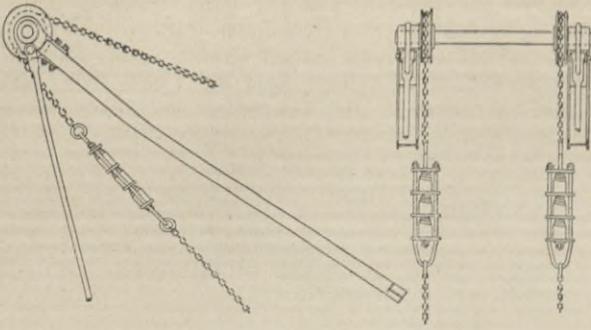
Abweichend von der beschriebenen Bauweise sind bei unregelmäßigem Erdreich mit Rücksicht auf Stöße und auf Schwankungen der Leiter doppelte Hebeketten, s. Textfig. 14, mit eingeschalteten Federn anzuwenden. Elastische

Mittel lassen sich auch unter der obern Leiterdrehachse anbrin-

¹⁾ D. R.-P. 28 420 v. 16. September 1883.

gen; Fig. 15 a zeigt sie ungepresst, Fig. 15 b zusammengedrückt.

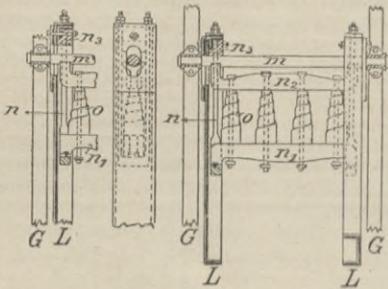
Fig. 14.



Es bedeutet *m* die Leiterdrehachse, *G* Teile des festen Baggeraufbaues, *L* die Leiterbäume von U-förmigem Querschnitt, *n₃* mit der Leiter verschraubte Holzstücke, *n₁* ein Quereisen, das durch Gabeln *n* mit *n₃* verbunden ist, und *o* die auf *n₁*

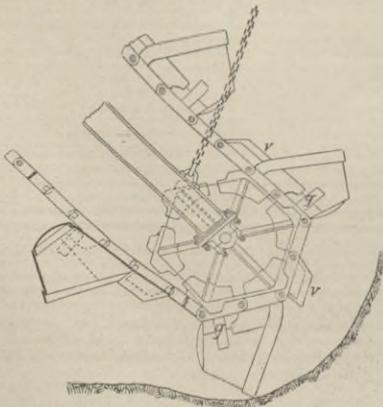
Fig. 15 a.

Fig. 15 b.



und einen zweiten Querbalken *n₂* wirkenden Federn. Während gewöhnlich sowohl *n₃* als auch *n₂* sich gegen die Drehachse legen, kann bei Stößen von unten nach oben *n₃* sich abheben, und *n₂* überträgt den gemilderten Stofs auf die Drehachse. Zur besseren Unterstützung der Eimer, während sie schneiden, gestalten C. & H. Vering den unteren Turas als Vielkant von einer Seitenlänge gleich der doppelten Kettengliederlänge und versehen die Eimer mit Stützen *g*, welche sich gegen die mit den Eimern nicht fest verbundenen Glieder stemmen können, Textfig. 16. Schliesslich tragen die den Körben vorangehenden Glieder Vorbleche *v*, die ein stärkeres Häufen des Bodens ermöglichen.

Fig. 16.



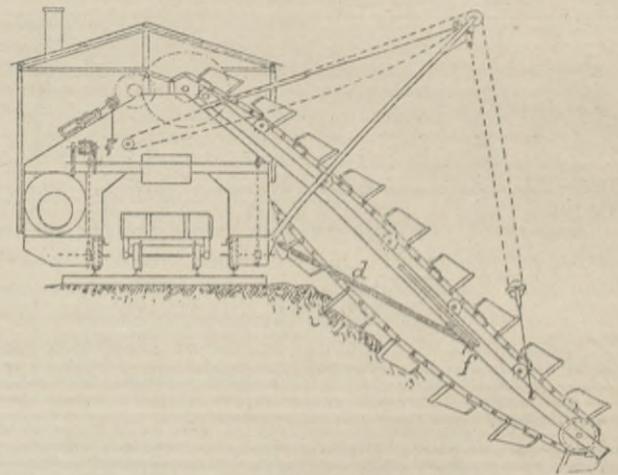
Eigentümerin des Vering'schen Patentes ist die Lübecker Maschinenbaugesellschaft. Die ersten Versuche mit dem Vering'schen Bagger fanden bei Frankfurt a./M. statt. Ein für 35000 *M* geliefertes Exemplar hat ferner bei dem Bau eines Hafenbeckens in schwerem Klaboden zu Warnemünde¹⁾ gearbeitet. Es war ein Fangdamm stehen gelassen worden, und eine Kreiselpumpe

hielt die Baugrube trocken. Da der Bagger nur 3^m tief grub, wurden die obersten 2^m von Hand fortgeschafft. Der Bagger bewegte sich langsam an dem auf einem Geleis von 0,9^m Spur jeweilig aufgestellten Zug von 25 Kippwagen vorbei, füllte sie in etwa 3/4 Stunden und erledigte 24 Züge in 24 Stunden. Beschäftigt waren auf dem Bagger 2 Maschinisten, 2 Arbeiter zum Umstellen der Klappe, 2 Arbeiter zum Verteilen des Bodens, welche letztere allerdings häufig entbehrlich sind, und auf der Entladestelle und an den Geleisen 24 Mann. Es wurde Tag und Nacht gebaggert.

Die neueren Bagger der Lübecker Maschinenbaugesellschaft sind unter Beibehaltung der besprochenen im D. R.-P. 28420 enthaltenen Verbesserungen noch sehr wesentlich weiter verbessert worden. Diese neuen Grabmaschinen lassen sich bezeichnen als

Eimerkettenbagger von Vollhering und Bernhardt (Type B der Lübecker Maschinenbaugesellschaft). Die wichtigste Neuerung¹⁾ besteht darin, dass (vergl. Textfig. 17) das Erdwagengleis zwischen die Schienen des Baggergleises gelegt wurde. Da die Erfinder ferner Maschinen und Kessel auf der dem Becherwerk entgegengesetzten Seite angeordnet haben, zeichnet sich die Lübecker Type B vor

Fig. 17.



allen übrigen bestehenden Eimerkettenbaggern vorteilhaft durch bedeutend grössere Standfestigkeit und durch verminderte Belastung des der Böschungskante benachbarten Schienenstranges aus. Die auf den beiden äussersten Strängen laufenden Räder müssen sich bei Durchfahung von Bögen ungleich schnell drehen. Das ermöglicht der in Textfig. 18 dargestellte Antrieb, welcher aus 4 auf einem Achsenkreuz lose sitzenden konischen Rädern *k* und den ungleichen Getrieben *im* und *hl* besteht, deren ebenfalls lose über die Welle geschobene Zahnräder *i* und *h* mit den benachbarten Kegelrädern fest verbunden sind. Mit Rücksicht darauf, dass der Widerstand auf der Becherwerksseite ein grösserer ist, wurden die beiden Getriebe ungleich gemacht, so dass sich *i* und *h* und ihre Kegelräder bei gleicher Umdrehungszahl der Fahrräder ungleich schnell drehen, während die beiden anderen konischen Räder nicht nur um die wagerechte Achse, sondern auch um ihre eigene Achse umlaufen. Behufs möglichst gleicher Belastung der 4 auf jedem Strang laufenden Räder sind sowohl die inneren durch einen Balancier, als auch die anderen durch Winkelhebel und Kette verbunden (vergl. Textfig. 19, welche übrigens nicht die neueste, sondern eine etwas ältere Anordnung angiebt). Statt der Zugketten wenden Vollhering & Bernhardt gegen Seitenschwankungen der Leiter zwei parallele Druckstreben *d* und zwei Zugstangen an, welche mit ihnen in gleicher Ebene liegen und von den Wagenenden ausgehen; s. Textfig. 17. Zug- und Druckstreben fassen eine Querstange *f*, welche nur längs der Leiter in einem Schlitten, aber nicht quer zu ihr verschiebbar ist. Die Bagger-

¹⁾ Frielinghaus, Wochenblatt für Baukunde 1886 S. 240.

¹⁾ D. R.-P. 31673 vom 22. August 1884.
Prospekt der Lübecker Maschinenbaugesellschaft.

eimer aus Stahlblech, mit Stahlmessern versehen und mit den Stahlkettengliedern fest vernietet, haben 0,24^{cbm} Fassungsraum erhalten.

Fig. 18.

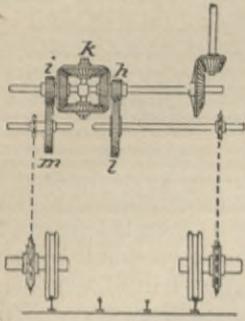


Fig. 19.



Ueber einen Lübecker Erdgraber, den die Unternehmung Philipp Holzmann & Co. in Mannheim benutzt, werden¹⁾ nachstehende Angaben gemacht:

Zwillingsmaschine von 40 Pfkr.	
Kölbendmr.	200 mm
Hub	310 mm
Min.-Umdr.	240
Rostfläche	0,834 qm
Benetzte Heizfläche	38,30 qm
Kesseldruck	7 1/2 Atm.
Gewicht	60 t
Spur der Aussenschienen	4 m
Anschaffungskosten sammt Verfrachtung u. Aufstellung .	54 000 Mk.

Die Arbeit²⁾ erfolgt, weil genügende Standfestigkeit vorhanden, mit möglichst langer Leiter, obwohl es keiner Schwierigkeit unterliegt, sie gegen eine kurze umzutauschen. Bei den gewählten Abmessungen ist etwa 5,5^m als größte Grabtiefe anzusehen. Noch tiefere Einschnitte zerlegt man in 2 Stufen. Bei Freilegung der unteren Sohle bewegt sich der Bagger über eine mehr oder minder breite Berme, die schliesslich von Hand weggeschafft werden muss. Uebrigens benötigt Type B eine weniger breite Berme als Type A. Die Vollhering-Bernhardt'sche Vorrichtung arbeitet in trockenem Sand mit erstaunlicher Regelmässigkeit. Da sie bei Nacht soviel wie am Tage leistet und hiermit auch die Leute auf den Schüttplätzen zu gleichmässiger Thätigkeit nötigt, zeigte sich bei ihrer Anwendung ununterbrochener Betrieb besonders vorteilhaft. Zur Beleuchtung dienten bisher an den unteren Turas befestigte Petroleumfackeln. Bei Baggerung unter Wasser fährt ein Arbeiter in einem Boot vor dem Bagger her und peilt. Doch ist da sowie in Lehm Boden die Leistung geringer als in trockenem Sande; Lehmknollen erschweren manchmal die Bewegung der Schüttkastenklappe, aber dieser Uebelstand ist nicht von Belang. Die Reparaturen sind nicht unbedeutend; da nach Angabe der Erbauer etwa alle 3 bis 4 Monate ein Turas auszuwechseln ist, fertigen sie die Kettentrommeln jetzt derart an, dass ihre Auswechslung in einem Tage erfolgen kann, während sie in Bremen bis jetzt neben 300 M Anschaffungspreis noch 100 M Löhne kostete; auch die Messer, Schaken und Gall'schen Ketten nutzen sich stark ab. Das ist aber bei allen Eimerkettenbaggern der Fall, und der Verfasser ist der Meinung, dass, soweit es sich um grosse Einschnitte handelt, die Vollhering-Bernhardt'schen Exkavatoren vor allen englischen, amerikanischen und französischen Konstruktionen den Vorzug verdienen.

Seit Frühjahr 1885 arbeitet ein solcher Bagger in dem künftigen Freihafengebiet von Hamburg. Ein anderer wurde zuerst zur Ausführung des Weserdurchstiches bei Seehausen unweit Bremen benutzt und kam dann nach Bremen, wo er seit April 1886 im Verein mit

einem zweiten schon September 1885 in Gang gesetzten Lübecker Exkavator von derselben Type B das grosse Freihafenbecken aushebt. Der dortige Vorgang ist der folgende. Der natürliche Boden liegt bei + 2,5^m (üb. Bremer Null); der voranschreitende obere Bagger hebt bis 3^m aus und lässt eine 1 1/2 füssige Böschung stehen; der tiefere bewegt sich auf einer Berme von mindestens 6^m Breite und hebt von - 3 bis - 7^m aus, nämlich 20^{cm} tiefer, als die geforderte Hafensohle, welche bei - 6,8^m liegen soll. Seine Kette stellt eine 2 füssige Böschung her. Der Wasserstand wird durch Pumpen auf - 3,8 gehalten. Die gesammte Aushubmasse beträgt 2 500 000^{cbm}, wovon mit Trockenbaggern 1 750 000^{cbm} zu bewegen sind; der Rest entfällt auf Handbetrieb und Flussbagger. Der obere Bagger füllt einen Zug von 30 Wagen von 90^{cm} Spur, indem er langsam über ihn hinwegfährt, in etwa 20 bis 22 Minuten, und dann bedarf es weiterer 8 bis 10 Minuten, um einen neuen Zug unter den Bagger zu schieben; er arbeitet in gleichmässigen feinem Sand, während der untere Bagger groben Mauersand und Kies gewinnt. Die Tagesleistung stellt sich folgendermassen:

	Wageninhalt in ^{cbm} gewachsenen Bodens	Zahl der Züge in 12 Std. i. mittel höchstens	Aushub während 12 Std. in Festmeter i. mittel höchstens
Oberer Bagger	3,2	18 21-22	1728 2016-2112
Unterer »	2,75	15 17	1238 1403

Die Anzahl der jährlichen Arbeitstage lässt sich für norddeutsches Klima zu 220 angeben. Jeder Sonntag wird in Bremen zu Reparaturen benutzt; ausserdem sind aber alle 6 Wochen noch 2 bis 3 Tage zu Ausbesserungen nötig, und kommen während 6 Wochen noch ungefähr 3 Regentage vor, an denen die Leute die Schüttplätze verlassen; schliesslich muss man auf 2 Monate Stillstand infolge von Frost rechnen, welcher das Verschieben der Gleise zu sehr erschwert. Für Arbeit mit einem Vollhering-Bernhardt'schen Erdgraber möge nachstehender Kostenvoranschlag aufgestellt werden, in welchem die kleineren Löhne mit den vorhergehenden Ansätzen bei Bewertung der Arbeit von Hand, mit Löffelbaggern und mit Couvreur'schen Eimerkettenbaggern übereinstimmen, während die grösseren in Bremen thatsächlich gezahlt werden müssen. Baggermeister, Maschinist, Heizer, Schüttklappensteller und Schachtmeister beziehen dort Monatsgehalt, und die Tagelöhne sind unter Annahme von 220 Arbeitstagen im Jahr berechnet.

1 Baggermeister für das Heben und Senken der Leiter, das Vor- und Rückwärtsrücken . . .	4,00	7,40 M
1 Maschinist	3,50	6,50 »
1 Heizer	2,80	4,90 »
2 Arbeiter an der Klappe	5,00	9,80 »
1 Schachtmeister zu 3,60 bzw. 7,40 M und 18 Mann zu 2,50 bzw. 3,00 zum Gleisrücken, wovon 2/3 auf Gewinnung und Verladung gerechnet werden möge	32,40	40,93 »
2 Mann zum Aufräumen des Bodens, der neben die Wagen fällt	5,00	6,00 »
6,5 metr. Centner Kohle zu 2,00 M bzw. 1,60 M Wasser	13,00	10,40 »
Schmiermittel, Putzwolle	4,00	3,00 »
für Zinsen, Ausbesserungen, Tilgung des Kaufbetrages usw.	5,00	4,00 »
	45,00	45,00 »
Summe der Kosten in 12 Stunden	119,70	137,93 M

Die 45,00 M finden sich wie folgt:

Ein Bagger kostet	50 000 »
hierzu 1 Kohlenwagen und 1 Wasserwagen	3 300 »
die Schienen für den Erdgraber wiegen per lfd. Mtr. 30 ^{kg} , also alle 3 Schienen zusammen per lfd. Mtr. 90 ^{kg} , und kosten 9,90 M. Die Schwellen kosten je 5,00 M oder für 1 ^m Gleis 6,60 M, während, wenn sie nur das Fördergleis zu tragen hätten, ein Betrag von 80 Pfg. genügen würde. Die Anlagekosten von 1000 ^m Grabegleis betragen daher 1000 × (9,90 + 6,60 - 0,80) =	15 700 »
	69 000 M
Zinsen von 69 000 M zu 5 pCt.	3 450 »
Tilgung des Kaufbetrages und Ausbesserung bei Tag- und Nachtbetrieb zu 15 pCt.	10 350 »
Verfrachtung, Aufstellung, Anteil an Errichtung einer Schmiede usw.	5 000 »
Verlegung von etwa 1000 ^m Gleis kostet 1500 M; hiervon seien 2/3 auf Gewinnung und Verladung gerechnet	1 000 »
	19 800 M
oder, das Jahr zu 220 Arbeitstagen gerechnet, für 12 Stunden	45 »

Schachtet der Bagger in 12 Stunden 1700^{cbm} trockenen Sand aus, so entfallen von obigen 119,70 bzw. 137,93 M auf 1^{cbm}

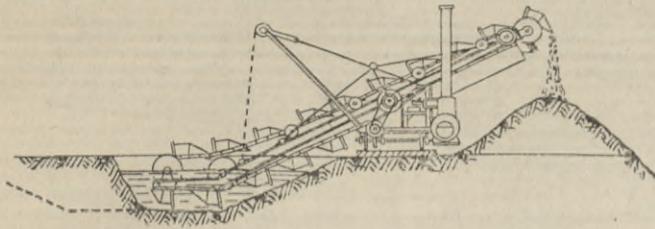
¹⁾ Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1886 Bd. XXX Sp. 922.

²⁾ Nach gef. Mitteilungen der Lübecker Maschinenbaugesellschaft, des Hrn. Ingenieur Knappe in Bremen und auf Grund der Besichtigung der Bauplätze in Hamburg und Bremen.

Aushub 7 bis 8,1 Pfg.; für den Aushub unter Wasser mit 1200^{cbm} entfallen auf 1^{cbm} 10 bis 11,5 Pfg. Endlich wird man noch berücksichtigen, dass ein Teil des Bodens von Hand gewonnen und verladen werden muss, und dass allgemeine Auslagen für Trockenhaltung der Baugrube hinzutreten.

Zum Schlusse werde erwähnt, dass die Lübecker Maschinenbaugesellschaft auch eine Vorrichtung zur Herstellung mächtig breiter Kanäle konstruiert hat, deren Benutzung, wie Textfig. 20

Fig. 20.



andeutet, eine Förderung durch Lokomotiven und Wagen sowie eine Verrückung der Gleise entbehrlich macht. Ist die eine Kanalhälfte fertig, so wird der gegenüberliegende Längsstreifen in gleicher Weise vollendet.

Eine Vorrichtung mit ähnlicher Eimerkettenführung arbeitet am Aushube eines Kanales Ferrara-Bologna.

Verschiebbarer Bagger von Buette und Le Brun, Pillé & Daydé. Bei Veranschlagung der Ausschachtung mit einem Couvreux'schen Bagger musste berücksichtigt werden, dass täglich ein Rottenführer und 14 Mann zur Verschiebung der Gleise notwendig sind. Zur Ersparung dieser Arbeit setzt Buette den Erdgraber auf eine Schiebebühne und lässt die Schiebebühne auf 2 Gleisen laufen. Ein durch einen Steg gehaltenes Band ohne Ende besorgt die Förderung der Berge. Die Firma Le Brun, Pillé & Daydé hat in Gemeinschaft mit Buette Patent¹⁾ auf diese Erfindung genommen und 4 Bagger für die Panama-Kanal-Gesellschaft gebaut. Die ganze Vorrichtung (s. Textfig. 21 auf S. 58) wiegt mit der Erde, dem Ballast (18 bis 20^t) und dem auf sie entfallenden Teil (8,5^t) des Fördersteggewichtes 168,7 bis 172,7^t, wovon das eine Geleise bis zu 144^t zu tragen hat. Auf jedem Strang eines Geleises laufen 6 Räder, von denen die beiden äusseren einzeln tragen, während die 4 mittleren paarweise durch einen Balancier verbunden sind. Diese Einrichtung dürfte bei der Schwierigkeit, zwei Geleise in der nämlichen Ebene zu erhalten, selten genügen, um die bedeutende Last von 144^t gleichförmig auf 12 Räder zu verteilen.

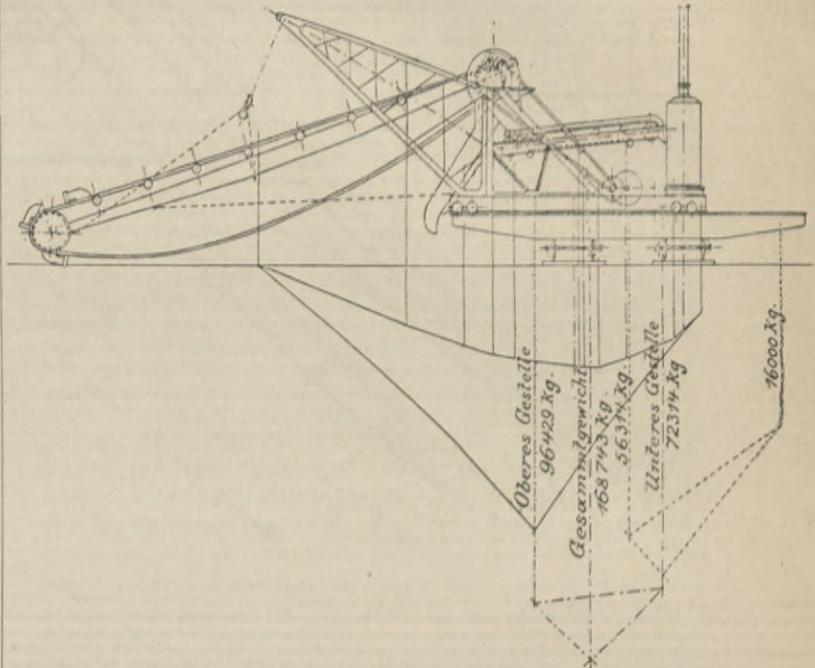
Um das Durchfahren enger Kurven zu erleichtern, hat man nur die äusseren Räder mit Spurkränzen versehen. Die 15pferdige Fahrmaschine *F* befindet sich auf der unteren Plattform und bezieht ihren Dampf aus den auf der Schiebebühne stehenden Kesseln. Um dies zu ermöglichen, sind in die Dampfleitung ein fester und zwei auf Rollen fahrbare Behälter auf der Schiebebühne und ein fester Behälter auf der unteren Plattform eingeschaltet und münden die Verbindungsrohre des ersten mit dem zweiten und die des zweiten mit dem dritten Behälter in Stopfbüchsen, in welchen sie sich drehen können.

Die Uebertragung des Maschinenganges auf die Radachsen erfolgt durch Kegelhäder, Schneckengetriebe und Gall'sche Ketten. Die Kettenscheiben mit am Wagenrahmen gelagerten Wellen hat man nicht unmittelbar mit den Radachsenscheiben verbunden, weil bei der veränderlichen Belastung der Tragfedern des Wagengestelles die Entfernungen zwischen Wellen und Radachsen wechseln. Es ist vielmehr über jedem Geleise eine schwebende Welle mit 2 Kettenscheiben zwischengelegt und mit der betreffenden Rahmenwelle und Radachse verkettet. Sowohl von der Rahmenwelle als auch von der Radachse geht je ein Flügelstangenpaar zur schwebenden Welle *w* und bewirkt die Unveränderlichkeit des Abstandes der mit einander verkuppelten Scheiben.

4 mittlere Längswände des aus Blechwänden zusammengesetzten Wagengestelles bilden zugleich die Fahrbahnen für die auf 16 Rollen laufende Schiebebühne. Je 4 Rollen tragen auf 2 mit den Fahrbahnen parallelen gleicharmigen Balanciers einen quer gerichteten Balancier und empfangen daher dieselbe Belastung. An der Schiebebühne sitzen 2 wagerechte lange Schrauben und auf dem Wagengestell 2 Muttern, deren Drehung durch die Maschine *F* ein Vor- oder Rückwärtsrollen der Schiebebühne auf dem Wagen bewirkt. Damit die Schrauben sich nicht verbiegen, sind sie nur an einem Ende fest mit der Bühne verbunden, während sie am anderen in lotrechten Führungen spielen.

Textfig. 22 zeigt die Lage des Schwerpunktes der Ge-

Fig. 22.



samtvorrichtung während der äussersten Stellung der Schiebebühne, wobei zu beachten ist, dass bei vorgeschobener Schiebebühne der Böschungsrund am weitesten von den Geleisen abliegt. Ein Abheben der Schiebebühne vom unteren Wagen bei starker Anstrengung des Becherwerkes verhüten rückwärtige Ansätze, welche unter Längswinkel des Wagenrahmens greifen.

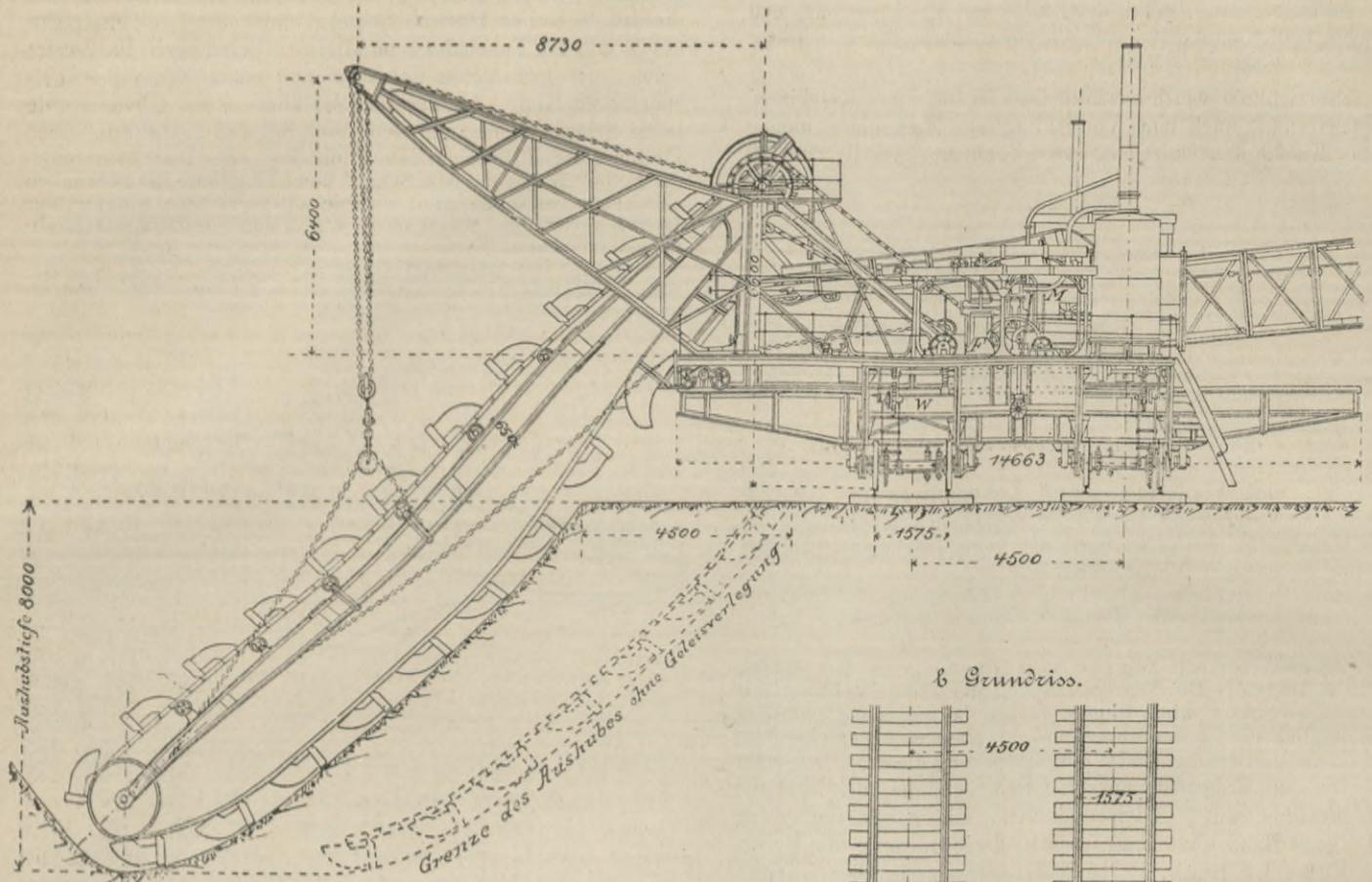
Die Schiebebühne trägt den eigentlichen Bagger. An einem vorteilhafterweise als Fachwerk ausgebildeten Ausleger hängt das Becherwerk mit 23 Gefässen von 300^l Inhalt, welches eine 100pferdige stehende Zwillingmaschine *M* treibt. Sämtliche Handgriffe für die Bewegung des Wagens, der Schiebebühne, des Becherwerkes und der Leiter und für die Handhabung einer Dampfpeife sind an einer Stelle vereinigt.

Der Bagger gräbt 8^m tief und, da die Schiebebühne sich um 4,50^m verrücken lässt, hebt er bei Benutzung von 2 Geleisen im allgemeinen Streifen von 4,50^m Breite aus. Während eine Ausschachtung im Gange ist, verlegt man ein drittes Geleise, um später den Bagger auf dieses und das alte zweite Geleise zu fahren und einen neuen 4,50^m breiten Streifen in Angriff zu nehmen. Der allererste Einschnitt in ebenen Boden ist an der Sohle 4,50^m, oben 20^m breit und besitzt eine Querschnittsfläche von 115^{qm}. Beobachtet wurde, dass, wenn 23 Eimer in der Minute verstürzt werden, die stündliche Leistung 335^{cbm} beträgt; doch war bei den Versuchen in Pantin das Förderband nicht imstande, diese Erdmasse fortzuführen.

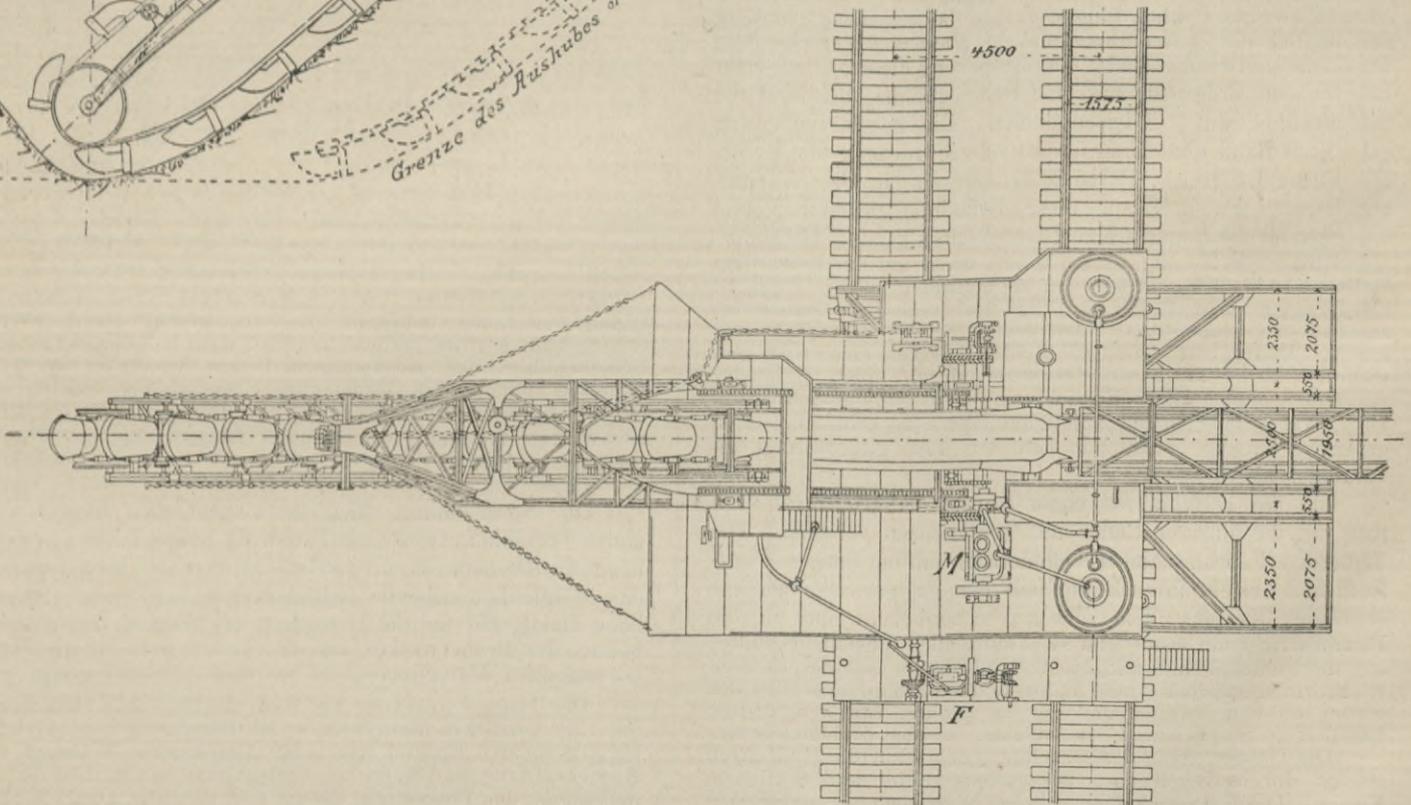
Der mächtige Apparat mag für den Panamakanal zweckentsprechend sein; unter gewöhnlichen Umständen erscheint sein Vorzug vor einfacheren Eimerkettenbaggern aber fraglich, da Zinsen und Abschreibung seiner Mehrkosten in Verbindung mit den Kosten des dritten Geleises die Ersparnis an Arbeitslöhnen übersteigen.

¹⁾ Engl. Pat. Spec. 12704 v. 23. Sept. 1884.
Le génie civil 1886 Bd. VIII S. 216, 257.

Fig. 21. a Aufsicht.



b Grundriss.



Drehbarer Eimerkettenbagger von Gabert. Erteilt man einem Trockenbagger mit Eimerkette eine Bewegung in der Richtung der Eimerkette, so befähigt man ihn, mit langer Leiter einen Graben zu ziehen und mit kurzer unter einem gewissen Ausschlag nach rechts und links bewegter Leiter eine Einschnittsrösche auszuschachten, welche breit genug ist, den Exkavator selbst zu beherbergen. Die Arbeitsanordnung ähnelt dann der bei Löffelbaggern üblichen; doch wird der Boden in den Bechern nicht durch Drehung der Leiter im Kreise von der Böschung zu den Rollwagen geführt, sondern einfach in eine Rutsche geschüttet, welche die Weiterleitung zu dem hinter dem Erdgraber aufgestellten Rollwagen übernimmt. Drehbare Eimerkettenbagger¹⁾ haben

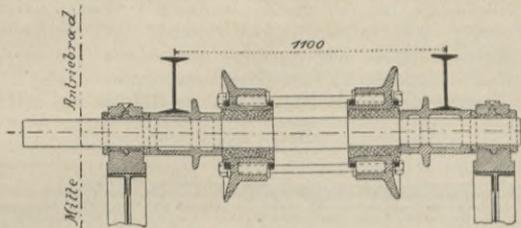
vor nicht drehbaren den Vorzug, auch in welligem Boden einen Schlitz ausheben zu können. Damit sie auch bei dessen Erweiterung Anwendung finden, baut man sie derart, dass ihre Kette sich um mindestens 90° schwenken lässt. Ihre gesteigerte Verwendbarkeit trachtet man ferner im allgemeinen dadurch zu unterstützen, dass man sie leicht und entsprechend billig gestaltet, so dass sich ihre Anschaffung auch für Erdarbeiten geringen Umfanges empfehlen kann.

¹⁾ Den ersten drehbaren Eimerkettenbagger dürften Frey fils & A. Sain gebaut haben; vgl. Badois in Mém. et compte rendu d. trav. d. l. société d. ingénieurs civils 1864 S. 506.

Der Gedanke liegt nahe, einen drehbaren Bagger in der Weise zu erhalten, dass man einen Bagger gewöhnlicher Bauart auf eine Drehscheibe stellt. So benutzten Gebr. Gabert in Lyon einen Bagger¹⁾ mit grader Leiter, (Fig. 4, 5, Taf. VI) stehender eincylindriger Triebmaschine M_1 , Zahnradübersetzung zwischen dieser Maschine und der oberen Turaswelle und Schwungrad. Die Folgen der bei Anwendung eines Schwungrades besonders gefährlichen Stöße mildert Gabert dadurch, dass er die Leiter über die obere Turaswelle verlängert und sich gegen Doppelfedern stemmen lässt. Die Federn sind an einem I-Träger befestigt, der in Längsschlitzern der Eimerleiter liegt und durch 2 Zugstangen Z mit dem Gestell verbunden ist. Auf der Turaswelle (vgl. Textfig. 23) liegt die Leiter frei auf, und ist erstere unter den Leiterbäumen durch lose Hülsen geschützt.

Auf der Schwungradwelle sitzen zwei konische Räder. Der Maschinist kann von seinem Stand aus ein drittes Kegelrad mit einem von ihnen zum Eingriff und hierauf die Welle w im einen oder anderen Sinne zum Umlauf bringen. Die Welle ist am unteren Ende mit einer Schnecke s versehen, die mittels Schneckenrades, Zahnradgetriebe, Trommel T und zwei

Fig. 23.



Ketten k_1 die an einem Ausleger hängende Leiter hebt oder senkt. Zum Wenden der Drehscheibe und zum Fahren dient eine eigene auf dem unteren Wagen stehende Maschine M_2 , welche mittels ausrückbaren und umstellbaren Kegelradvorgeleges ein Spill in Drehung versetzt. Um letzteres schlingt eine mit ihren Enden an der Drehscheibe befestigte Kette k einige Windungen und wickelt sich auf der einen Seite ab unter gleichzeitiger Aufwicklung des gegenüberliegenden Kettenrummes.

Dieselbe Maschine M_2 veranlasst durch Zahnradvorgelege, Schnecke und Schneckenrad und Gall'sche Kette das Vor- oder Rückwärtsfahren des Wagens. Die Eimer schütten den Boden in den Trichter U , und von hier muss die Schüttrinne R ihn nach veränderlicher Richtung weiterleiten können; die Rinne ist daher auf einen lotrechten Drehzapfen d und eine auf kreisförmiger Bahn laufende Rolle r gesetzt und lässt sich von Hand durch Kette oder Führungsgabel stellen.

Diese Angaben mögen durch folgende Zahlen ergänzt werden:

Leistung der Triebmaschine . . .	18 Pfkr.
Minutl. Umdr.-Zahl der Triebmaschine	60
Minutl. Umdr.-Zahl der Turaswelle .	12,5
Minutl. verstrzte Eimer	25
Kettenspannung während der Arbeit	3225 kg
Kesselheizfläche	20 qm
Größte Kesselspannung	6 Atm.
Leistung der Fahrmaschine	5 bis 6 Pfkr.
Eimerinhalt	100 ^l
Theoret. Leistung stündl. $0,1 \times 25 \times 60$	150 cbm

Man darf die Drehscheibe so weit drehen, dass die Röschenbreite 9^m beträgt; bei stärkerem Ausschlag oder Erbreiterungsarbeit müssten, um ein Kippen zu verhindern, weitere Wagenlaufräder und eine dritte Schiene hinzugefügt werden.

Drehbarer Eimerkettenbagger von van Rietschoten und Howwens. Van Rietschoten und Howwens haben sich einen Erdgraber patentiren²⁾ lassen, bei welchem ebenfalls

¹⁾ Nach gefl. Mitteilung des Hrn. A. Pinguely, Nachfolger von Gebr. Gabert, s. a. Le génie civil 1884 Bd. V S. 394.

²⁾ Engl. Pat. Spec. 1691 v. 24. April 1880. Dieser Bagger ist vermutlich identisch mit der in einigen Veröffentlichungen erwähnten Grabemaschine von Edwards, welchen die Patentbeschreibung 1691 als Patentagenten angeht.

der Mechanismus vom Kessel bis zur Schüttrinne auf einer Drehscheibe D (vergl. Fig. 1, Taf. VII) steht. Die Leiter ruht mit hohlen Zapfen drehbar in den von einem hohen Bock getragenen Lagern und hängt an einem Ausleger A . Durch die Zapfen-seelen ist eine Welle durchgesteckt, welche ihre Bewegung durch die Kette k_1 (oder Riemen) von der Kurbelwelle a der Triebmaschine empfängt und durch die Kette k_2 auf das obere Vierkant V überträgt. Die konische Zahnradübersetzung z und das Ritzel r , welches in einen inneren Zahnkranz des kreisförmigen Wagenrahmens eingreift, veranlassen eine Drehung der Scheibe D . Das Wagengestell fährt vorwärts, wenn eine auf der Welle angebrachte Trommel eine oder mehrere Ankerketten aufwindet, deren Befestigung in passender Weise außerhalb des Baggers stattfindet; wenn gedreht wird, müssen, wie es scheint, die Ketten gelüftet werden. Die nach beiden Seiten weit vorkragende Schüttrinne R soll das von den Eimern abstürzende Haufwerk weiterleiten. Die Erfindung gestattet, Boden, der sich nicht leicht von der Böschung löst, mit schwach geneigter Leiter abzugraben; dieser Vorteil wird durch den Nachteil erkauft, dass der Höhenunterschied zwischen Schüttrinne R und Vierkant V , also die verlorene Hubhöhe, meist groß ist und bei steinigem Boden, wenn nicht weitere Vorsorge getroffen wird, selbst zu Beschädigung der Rinne Anlass geben kann. Anwendung scheint der Erdgraber bis jetzt noch nicht gefunden zu haben.

Drehbarer Eimerkettenbagger von Bourdon. Bourdon's Eimerkettenbagger¹⁾ zeichnet sich dadurch aus, dass nur der Bock, der Ausleger und die Leiter drehbar sind, die übrigen Teile aber nicht. Der auf einer starken über den Rahmen gelegten Gussplatte stehende Kessel bildet sogar die feste Drehachse. Wie bei seinem in Pantin versuchten jüngeren, nicht drehbaren Exemplar (s. oben S. 50) sondert Bourdon die Triebquellen für die verschiedenen Bewegungen nicht. Bei den leichten drehbaren Baggern erscheint auch die Häufung der Motoren weniger am Platze. Der Kessel (vergl. Fig. 1 bis 3, Taf. VI) speist 2 eincylindrige umsteuerbare Maschinen M , deren Umlauf im entgegengesetzten Sinne erfolgt, deren Kurbeln unter 90° verstell sind, und deren jede mit einem Kegelrad in ein gemeinschaftliches Kegelrad mit lotrechter Welle a eingreift. Von a aus geschieht der Umtrieb des auf wagrechter Welle aufgekeilten Zahnrades b . Diese Welle ist stets zum oberen Turas parallel und treibt ihn durch Gall'sche Kette. Eine Spannvorrichtung für die Gall'sche Kette (vergl. Textfig. 9) hat Bourdon erst bei seiner späteren Konstruktion angewendet. Zur Drehung der Leiter dienen zwei Stirnräder p , welche in lose Räder r einer Zwischenwelle eingreifen. Mit Hilfe von Kuppel-muffen kuppelt man je nach dem gewünschten Umlaufsinne das eine oder andere Losrad an die Zwischenwelle, welche hierauf mit Schraube ohne Ende das Schraubenrad q und seine lotrechte Spindel treibt. Letztere greift mit einem Ritzel (in Fig. 2 gestrichelt) in den Zahnkranz des Drehturmes und verursacht seine Schwenkung. Endlich beherrscht man mit der Verlängerung dieser Spindel und einem Kegelradgetriebe die Fahrbewegung des auf einer ungefederten und einer gefederten Achse ruhenden Wagens. Die Eimer entladen in einen an den Drehturm genieteten Schüttkasten; von da fällt das Haufwerk in eine Rutsche, welche von den Wänden des Maschinistenstandes gehalten wird, sich also nicht dreht, aber nach oben so weit erbreitert ist, dass sie eine Schwenkung des Turmes um 60° nach jeder Seite gestattet. Wenn man nicht schlitzt, sondern erbreitert, wird der Turm um einen rechten Winkel verstellt und eine andere Rutsche benutzt.

Die Hauptangaben des Baggers lauten:

Durchmesser beider Cylinder . .	120 ^{mm}
Hub	200 ^{mm}
Minutl. Umdr.-Zahl	150
Größte Spannung des Kessels . .	10 Atm.
Heizfläche des Kessels	7,6 ^{qm}
Inhalt des Wasserbehälters . . .	1 ^{cbm}
Eimerzahl der Kette	15
Eimerinhalt	50 ^l

¹⁾ Revue industrielle 1884 S. 253.

Das Gewicht des Baggers ist leider in der Quelle nicht angegeben. Der gedrungene Bau und die sinnreiche Anordnung aller Teile lassen auf geringes Gewicht bei verhältnismäßig großer Leistungsfähigkeit schließen.

Drehbarer Bagger von Macdonald. Bei Trockenbaggern, die nur untergraben, fällt die Notwendigkeit hinweg, die Neigung des Becherwerkes leicht verändern zu können. Macdonald¹⁾ bildet daher unter Weglassung einer an Trageketten hängenden Leiter den Lageraufbau (vergl. Tafel VII, Fig. 2 u. 3) gleichzeitig als Führungsrahmen aus, welcher den Eimern während der Schneidarbeit festen Widerstand gewährt. Statt der angewandten 3 Vierkante würden sich mit Rücksicht auf sanfte Führung allerdings Sechskante besser empfehlen. Der Aufbau lässt sich auseinanderschrauben und ruht auf einer Drehscheibe; letztere wird von einem Untergestelle gehalten, das auf 2 Schienengleisen fährt und vor einer Bahnverfrachtung in die drei Teile A_1 , A_2 , A_3 zu zerlegen ist. Kraftquelle ist eine liegende Zwillingsmaschine M . Sie treibt das Becherwerk durch die Stirnradübersetzung b und die Kegelräder c , während gleichzeitig die Drehscheibe durch die Getriebe efg in langsame Drehung versetzt wird. Hierbei läuft sie auf Rollen r um einen hohlen Mittelzapfen m . Diesen durchsetzt eine lotrechte Spindel, welche an ihrem Oberende mit der Kurbelwelle der Triebmaschine, an ihrem Unterende mit einer Radachse des Wagens durch konische Getriebe in Verbindung steht und daher das Vor- oder Rückwärtsfahren des Wagens bewirken kann. Zur besseren Feststellung des Wagens kann ein Sperrkegel dienen, der in eine zwischen die Gleise gelegte Zahnstange z greift. Zur Unterstützung der Eimerkette sind Rollen t an dem Aufbau angebracht. Zwischen die Körbe legt Macdonald Hauen H , die aus einzelnen verbolzten Blättern bestehen. Damit er unter Umständen Einschnittböschungen mit seinem Bagger vollenden kann, macht er das der Böschung zugewendete — übrigens recht kurze — Leiterstück beweglich. Das mittlere Vierkant ist dann, z. B. durch einen Zahnkranz, welcher sich durch eine Handwinde vordrücken lässt, in gewünschte Lage zu bringen und die Kette um einige Glieder zu verlängern. Von den Eimern fällt der Boden in eine Rutsche R mit oberem Drehzapfen und unteren Rollen s , die auf der Decke des ringstückförmigen Wasserbehälter W laufen. Einige Zahlenangaben²⁾ sollen folgen:

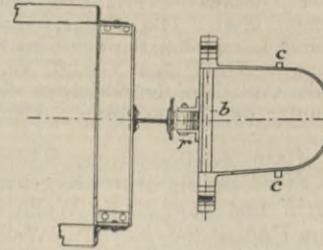
Zwillingsmaschine: Kolbendmr.	228 ^{mm}
Hub	406 ^{mm}
Röhrenkessel: Dmr.	1,219 ^m
Länge	3,353 ^m
Leergewicht des Baggers etwa	32,4 ^t

Der Preis einer Maschine beträgt 40 000 \mathcal{M} (in der Werkstätte), und der Erfinder rechnet auf eine Leistung von über 900^{cbm} in 10 Arbeitsstunden.

Eimerkettenbagger von Jacquelin & Chèvre. Bei dem eben behandelten Bagger bleiben die Gefäße nur kurze Zeit an der abzutragenden Böschung und unterhöhlen deren Fuß. Jacquelin und Chèvre³⁾ nutzen die Hubhöhe der Becher aus, um lange Schnitte längs der Erdwand zu führen, sichern dadurch die vollständige Füllung der Gefäße und steigern die Tiefe, welche dem Einschnitt gegeben werden darf, ohne dass durch Nachstürze Gefahr droht, auf 10^m. Von der oberen Leitertrommel L_2 (vergl. Fig. 4 u. 5 Taf. VII), an der Böschung zur Kipptrommel L_3 müssen die Körbe einen fast wagerechten Weg zurücklegen, auf welchem sie sich, wenn sie in gewöhnlicher Weise mit der Kette verbunden wären, wieder teilweise entleeren würden. Sie können sich jedoch um die an der Eimerkante durchlaufenden Stahlbolzen b (Fig. 4) drehen, während je zwei Knaggen c durch

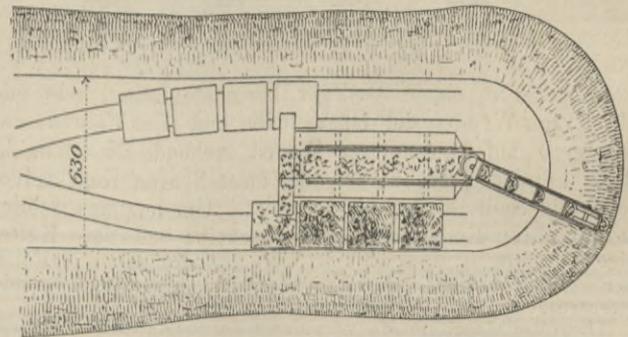
Anlegen an das nachfolgende Bolzenpaar den Ausschlag begrenzen, und so bleiben sie nach Verlassen der Trommel L_2 vermöge ihres Gewichtes in aufrechter Stellung. Während des Schneidens finden sie ihren Widerhalt einerseits am erwähnten Stahlbolzen, andererseits an einem genieteten Führungsbogen, gegen den sie sich mit Rollen r legen. Der Führungsbogen ist derart an die Leitertrommel L_1 , L_2 angegeschlossen, dass der Uebergang der Eimer stofslos erfolgt. Textfig. 24 stellt einen Schnitt längs der Linie xy der Fig. 4 Taf. VII dar und erläutert die Gefäßführung; etwas andere Ausbildung zeigen die Patentschriften und die Veröffentlichung von Jacobs. Wenn Rollwagen von 1^m Spurweite und 2 bis 3^{cbm} Inhalt zu beladen sind, lässt man

Fig. 24.



den Boden aus den Eimern durch einen Trichter auf ein Förderband fallen, dann nach einem Schüttkasten mit Klappe wandern und je nach der Klappenstellung — ähnlich wie bei der Einrichtung von C. & H. Vering — über Rutschen, vergl. Textfig. 25, abwechselnd rechts und links in die Wagen gleiten. Bei vollspurigen Erdwagen ist es zweckmäßig, das Förderband drehbar anzuordnen, es 20^m weit über ein Traggerüst nach rückwärts zu führen und mit seinem

Fig. 25.



beweglichen Ende abwechselnd über das rechte und linke Geleise entladen zu lassen. — Was die übrige Einrichtung des Erdgrabers betrifft, so ist eine 25 pferdige Maschine M für die Gewinnung und Förderung und eine zweite kleinere Zwillingsmaschine N für die Drehung des um eine lotrechte Spindel beweglichen Kettenrahmens und das Vor- und Rückwärtsfahren vorhanden. Näheres erhellt aus den Abbildungen. Ein in Belgien gebautes Exemplar hat Becher von 63^l Inhalt, eine Kettengeschwindigkeit von 30^{cm} in der Sekunde, was einer theoretischen Leistung von ungefähr 56^{cbm} stündlich entspricht, und lieferte bei einer Probe zu Fleurus bei Charleroi infolge der Häufung der Becher 60 bis 65^{cbm}. Für den Panamakanal¹⁾ sind 12 Stück geliefert worden. Aufgrund der dort gemachten Erfahrungen hat Bourdon neuerdings den Bagger umkonstruiert. Er setzt die von ihm sehr gedungen gestaltete Grabevorrichtung²⁾ auf eine Drehscheibe, letztere auf ein 4rädriiges Wagengestelle. Diese 3 Teile wiegen zusammen 30^t. Auf die Maschine N hat er verzichtet, weil sie nur selten in Thätigkeit tritt, und lässt er statt dessen den Vortrieb von Hand bewirken.

Bagger mit beweglichen Eimern von Horenburger.

Der genannte Erfinder hat sich eine Reihe von Veränderungen der gewöhnlichen Bauart patentieren³⁾ lassen, doch hat nur der Ersatz der steifen Leiter durch eine knickbare — eine bei Nassbaggern⁴⁾ schon von H. B. Angell und zu

¹⁾ Engl. Pat. Spec. 4452 v. 18. Sept. 1883.

²⁾ Nach gef. Mitteilung des Hrn. Macdonald.

³⁾ D. R. P. 23686.

Engl. Pat. Spec. 6012 v. 16. Dec. 1882.

Jacobs in Glaser's Annalen Bd. XV 1884 S. 184.

Die Figuren sind angefertigt nach einer von Hrn. Jacobs (Lüttich), Vertreter der Erfinder für das Deutsche Reich, freundlichst übersandten Zeichnung.

¹⁾ Nach gef. Mitteilung des Hrn. Jacobs.

²⁾ Le génie civil 1886 Bd. IX.

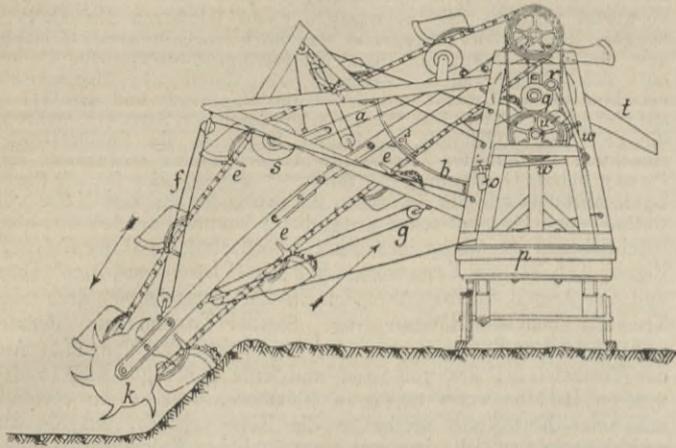
³⁾ D. R.-P. 35713 v. 26. Nov. 1885.

Glaser's Annalen 1886 Bd. XIX S. 112.

⁴⁾ s. o. S. 22 u. 24.

anderen Zwecken von Simons & Brown getroffene Einrichtung — praktischen Wert. Das Gelenk in der Leiter ermöglicht, dass man eine grössere Grundfläche wagerecht abräbt, ohne die (s. Textfig. 26) auf der Plattform *p* stehende Maschine häufig zu versetzen. Zur Feststellung der Leiter

Fig. 26.

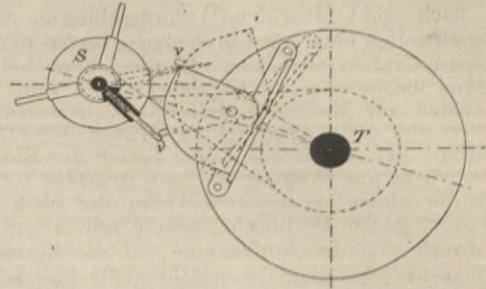


dienen Haken, welche in die Bogenschienen *b* eingreifen, und die Flaschenzüge *f* und *g*. Mit der Spannrolle *s* sorgt man dafür, dass die Kette bei geknickter Leiter nicht schlaff hängt. Die Spannrolle ruht in einem Rahmen *a*, letzterer sitzt an einem Ende mit einem Scharnier auf der Leiter und hängt am anderen an einem Flaschenzuge. Der obere Turas wird durch Zahnradvorgelege in Umlauf gesetzt. Bei klebrigem Boden verwendet man ein Zahnrad, das nur am halben Umfang Zähne trägt, so dass die Eimerkette eine Ruhepause macht, so oft ein Eimer zu entladen ist. Das Rückwärtslaufen der Kette während der Pausen verbietet eine Klinke, welche in ein mit dem Turas verbundenes Sperrrad einfällt, und das plötzliche Schnellerlaufen der Maschine bei der Entlastung verhindert eine unrunde Scheibe *q*. Sie drückt mit ihrem Umfang zeitweilig die Rolle *r* zurück, so dass der von einem Gewicht *o* belastete Winkelhebel *w* sich hin und her bewegt und der von ihm getragene Bremsbacken *u* nur zeitweise gegen die Bremscheibe presst. Die Eimer sitzen nur an einer Kante mit Gelenken fest an der Kette, während sie an der Mündung durch lösbare Einklinkungen *e* mit ihr verbunden sind. Ist ein Gefäß in Schütthöhe angekommen, so stößt seine Klinke an eine Nase der Leiter und das Gefäß schlägt um, wodurch seine Entleerung in die geneigte Rinne *t* ohne weiteres oder mit Unterstützung von Hand erfolgt. Der Eimer kehrt bei Weiterbewegung der Kette von selbst in die alte Lage zurück. Die Entleerung der Eimer hat also der Erfinder mit Aufbietung von Scharfsinn ermöglicht, aber sie lässt sich bei Couvreur'scher Gefäßbefestigung mit Hilfe eines Abstreifers ohne Ruhepausen und Einklinkungen ungleich einfacher und wohlfeiler bewerkstelligen; beachtenswerter ist, dass bei festem Boden Kreissägen *k*, welche auch allein in Thätigkeit gesetzt werden können, den Eimern durch Auflockern des Grundes die Grabarbeit erleichtern sollen.

Bagger mit Drahtseilbetrieb von van der Elst. Nur der Vollständigkeit wegen sei noch einer Erfindung¹⁾ Erwähnung gethan, welche bezweckt, nachdem man eine Strecke Gleis auf Langschwellen verlegt, eine Lokomobile und eine Seilscheibe aufgestellt und zwischen beiden ein Drahtseil ohne Ende gespannt hat, mit der auf dem Gleis fahrenden Vorrichtung die Erde in zwei Furchen zwischen den Schienen auszuheben. Aus den Skizzen der Patentschrift scheint hervorzugehen, dass der Erfinder sich mit ungefähr 10^{cm} Tiefe der Furchensohle unter Schienenunterkante begnügt. Die gewonnene Erde schleppt der Bagger selbst mit und liefert sie am Gleisende ab. Für das Entleeren beladener Eimer, welche von der Unterseite der Leiter auf die Oberseite treten, scheinen

nur Couvreur, Horenburger und van der Elst Verfahren, allerdings von höchst ungleichem Werte, angegeben zu haben. Der letztgenannte wendet ein Sternrad *S* an, das durch Riemen (s. Textfig. 27) vom oberen Turas *T* getrieben wird, mit seinen Daumen, nämlich mit durch Federn nach außen ge-

Fig. 27.



drückten Stiften, Vorsprünge *v* der drehbaren Eimer fasst und sie hebt. Zum Nachteil der Vollständigkeit der Entleerung können letztere in ihre frühere Lage zurückkehren, nachdem die Daumen losgelassen haben. Uebrigens stoßen jene Eimer, welche ihre frühere Lage nicht wieder eingenommen haben, vor der unteren Kettentrommel mit ihren Vorsprüngen gegen eine Knagge und kommen dadurch in die zum Graben taugliche Stellung.

Die Eimerkettenbagger stellen, wie die große Anzahl nach ihrem System gebauter Grabmaschinen beweist, heute deren wichtigste Klasse dar. Mit der Größe des Betriebes wachsen die Vorteile, welche die Benutzung der Dampfkraft bietet, und gerade bei den umfangreichsten Erdarbeiten, wie sie bei der Herstellung von Hafenbecken und Kanalstrecken vorkommen, sind die Bagger mit Eimerkette die leistungsfähigsten. Wie die Preisuntersuchung der Bagger von Couvreur und von der Lübecker Maschinenbau-gesellschaft gezeigt hat, mögen sie von etwa 100000 bis 120000^{cbm} mittlerer jährlicher Aushubmenge an den Vorzug vor den Löffelbaggern verdienen, aber wesentlichen Vorteil gewähren sie erst bei großen Ausgrabungen von mindestens 200000^{cbm} im Jahr und darüber. Auch die Form des Einschnittes ist von Bedeutung; so soll er bei seitlich grabenden Eimerketten nicht nur sehr breit, sondern, des Verrückens der Gleise wegen, mindestens 2½ bis 3 mal so lang sein wie die zu beladenden Züge. Der Teil des Bodens, welcher zur Vorbereitung des maschinellen Betriebes und zur Vollendung des Aushubes von Hand gelöst werden muss, wirkt ebenfalls auf die Gesamtkosten und ist bei Löffelbaggern geringer als bei Eimerkettenbaggern. Endlich eignen sich letztere besser für losere und weichere, erstere vergleichsweise für härtere Bodenarten.

In die Grundzüge der Eimerkettenbagger haben die letzten Jahre keine durchschlagende Veränderung gebracht. Die den Nassbaggern entlehnte gerade Leiter, der Ausleger mit Tragketten, das lose hängende vermöge seines Eigengewichtes einschneidende Becherwerk finden sich nicht bei allen, aber doch bei der Mehrzahl der Vorrichtungen wieder. Zahlreich sind dafür die Verbesserungen und Zuthaten: die drehbare Aufstellung, der Abstreifer, die Vering'sche Schüttkastenklappe, das Gerüst von Vollhering und Bernhardt usw. Diese und andere Erfindungen haben bei Vorführung der einzelnen Konstruktionen bereits ihre Besprechung und Würdigung erfahren. Doch sind manche Mängel noch nicht behoben. So muss, wenn ein Schlitz mit langer Leiter begonnen wird, letztere eine fast wagerechte Stellung annehmen, welche sowohl für die Standfestigkeit — also den Entwurf des ganzen Baggers, — als auch für die Eimerfüllung ungünstig ist. Könnte man die Leiter in eigener Richtung verschieben, so wäre diesen Uebelständen abgeholfen. Nach jedem Laufe würde man die anfänglich hoch gebogene Leiter um ein Stück nach unten bewegen und das Gleis zur Seite rücken. Ein solcher Bagger liefse sich auch zur Herstellung seichter Einschnitte, ferner bei Gründungen zum Heben der Erde benutzen,

¹⁾ D. R.-P. 28974 v. 18. Jan. 1884.

Man würde ihn zur Seite der Baugrube aufstellen, den ausgehobenen Boden mit der Schaufel zuwerfen oder mit der Schiebkarre zuführen und die Leiter stets so weit nach unten schieben, dass die Eimer etwas unter die jeweilige übrige Sohle greifen. Bisher hat man bei Gründungen — vom Abteufen von Brunnen abgesehen — nur Bagger angewendet, welche sich auf Gerüsten über der Baugrube bewegen, auch wohl Maschinen¹⁾ vorgeschlagen, welche auf von Langschwelen unterstützten Schienen laufen und zwischen diesen einen Graben ausheben. Ersteres kann bei größeren Gründungen insbesondere dann zweckmäßig sein, wenn das Gerüst später zur Mauerung weiterdient, letzteres wäre nur bei engeren und nicht ausgesteiften Gräben durchführbar.

Während bei Arbeit mit langer Leiter die Eimer um 1^m ansteigen, rückt das Wagengestell um ungefähr 0,1^m vor, so dass sich die Eimer bei festerem Boden, der nicht sofort abstützt, seitlich gegen die Böschungstufe reiben und bei losem viel Haufwerk von der Stufenkante auf die Einschnittssohle fällt. Daher scheint es nicht unrichtig, die Leiter im Grundriss schräg zu stellen, so dass der Eimerbauch nicht die untere Fläche der Böschungsabtreppung, sondern die Ichse (den einspringenden Winkel) der Stufe angreift. Bei drehbaren Baggern liefse sich die Nützlichkeit durch den Versuch entscheiden. Andererseits kann man bei drehbarer langer Leiter, wenn man deren Stellung zur Geleisachse nach jedem Laufe verändert, mehrere Läufe machen, ohne die Schienen zu rücken, wobei freilich die Böschung jedesmal eine andere Neigung erhält.

3. Radbagger.

Eine Eimerkette mit kreisförmiger Führung kann durch ein Rad ersetzt werden. Der große Raum, welchen ein Rad im Vergleich zur gewöhnlichen Kette einnimmt, die Unnagiebigkeit bei wechselndem Boden und die schwierige Entleerung haben die Radbagger niemals aufkommen lassen. Erwähnt werde das Patent von Hartmann⁴⁾ mit parallel

Die Eimerkette ist besonders dort am Platze, wo das Baggergut gehoben werden muss und es vorteilhafter ist, diese Hebung durch den Bagger als durch den Bahnzug bewerkstelligen zu lassen.

Die Leichtigkeit, mit einer Eimerkette das Haufwerk hoch zu heben, ist in sehr glücklicher Weise von der Unternehmung Gebr. Martin und James bei der Kiesgewinnung²⁾ für die Linie Arrou-Nogent verwertet worden. Sie verwandten einen fahrbaren Eimerkettenbagger, um aus der Kiesgrube das dort vorkommende Gemenge von Grobkies, Grant und Sand zu gewinnen, stellten eine Pumpe auf den Baggerwagen, brachten sie durch die Baggertriebmaschine mit in Umlauf und liefsen das Baggergut und das Wasser auf einen Rost fallen. Das Wasser schwemmte den Sand mit, während die größeren vollständig gereinigten Steine in die Schotterwagen rutschten. In jüngster Zeit hat die Unternehmung Delamare und Pauty behufs Gewinnung von 80000^{cbm} Bettungskies für die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn in einer Schottergrube in der Nähe von Oullins einen Gabert'schen Erdgraber³⁾ benutzt, welcher dem oben beschriebenen im allgemeinen gleich, jedoch statt der Rinne *R* (vergl. Fig. 4, Taf. VI) ein Trommelsieb von 2,20^m Länge und 1,10^m Dmr. und eine Anzahl zur fortwährenden Erschütterung der sich drehenden Trommel dienende Hämmer trug. Sowohl Trommel als Hämmer empfangen ihre Bewegung von der 25 pferdigen Maschine *M*₁. Aus der Trommel fiel der von Sand und Erde gereinigte Kies in den unteren Behälter eines fahrbaren Elevators, welcher ihn ebenfalls mit einer Eimerkette wieder in die Höhe schaffte, um ihn auf entgegengesetzter Seite in Form einer 7^m hohen Halde auszuschütten und aufzuspeichern.

zum Fahrgeleise gerichtetem geneigtem seitlich vom Fahrgeleise grabendem Rad, welches bei Drehung um eine wagerechte Achse seine Neigung ändert und bei Drehung in seiner eigenen Ebene arbeitet. Eine andere neuere an von Kalckstein⁵⁾ patentierte Grabmaschine soll nur von Pferden gezogen werden und landwirtschaftlichen Zwecken dienen.

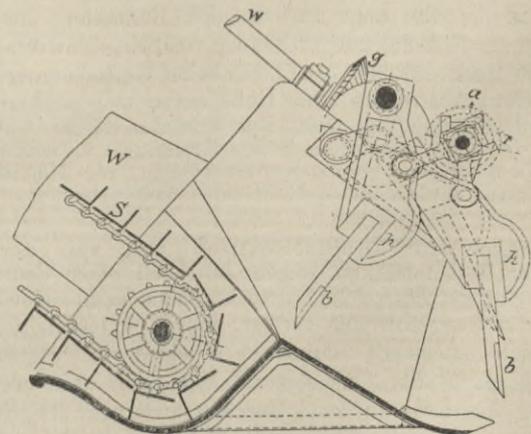
4. Bagger mit getrenntem Grab- und Förderzeug.

Bei den meisten Baggern besorgt das grabende Gefäß die Ueberführung des Haufwerkes bis in die Erdwagen. Bei einigen Baggern hat man jedoch die Eimerkette nur als Fortschaffungsmittel beibehalten und eigene Werkzeuge für die Lösung des Bodens hinzugefügt. Grundsätzlich erscheint eine Scheidung der Vorrichtungen für die Gewinnung und Förderung richtig, indem sie ermöglicht, das Grabzeug nur mit Rücksichtnahme auf die Lösearbeit zu gestalten und dessen Auswechslung bei Abnutzung sowie seine Vertauschung gegen ein geeigneteres bei veränderlichem Boden gestattet. Die bezüglichen Bestrebungen sind aber zu neu, als dass sie schon bestimmte praktische Ergebnisse geliefert hätten.

Bagger mit Hauen und Schaufelwerk von Parker⁶⁾. Vorhanden ist, wie bei einem Eimerkettenbagger, eine Leiter mit 2 Blechwangen, welche an ihrem Oberende drehbar an einer Turasachse befestigt ist und mit ihrem Unterende mittels

Kette an einem Ausleger hängt. Zwischen den Wangen *W* (vergl. Textfig. 28) befindet sich ein Schaufelwerk *S*, welches

Fig. 28.



die Förderung des Haufwerkes zur Rutsche besorgt. Die Gewinnung geschieht durch drei Hauen, deren jede aus einem Helm und zwei in den Helm *h* eingesetzten auswechselbaren Blättern *b* besteht. Die Helme sind an eine Kurbelwelle gekuppelt und an eine feste gerade Achse *a* angehängt, schwingen also bei Drehung der Kurbelwelle hin und her. Ein auf die obere Turaswelle gekeiltes Kegelrad bringt durch ein zweites

¹⁾ z. B. Sang, Engl. Pat. Spec. 4693 v. 3. Okt. 1882 u. 2622 v. 26. Mai 1883.

²⁾ Mazoyer, Annales des ponts et chaussées 1886 I. Sem. S. 366.

³⁾ Pesce, Le génie civil 1886/87 Bd. X S. 105.

⁴⁾ D. R. P. 33035 v. 3. Jan. 1885.
Engl. Pat. Spec. 373 v. 10. Jan. 1885.

⁵⁾ D. R.-P. 29215 v. 25. März 1884.

⁶⁾ Engl. Pat. Spec. 14166 v. 27. Okt. 1884.

Kegelrad, die Welle w und das konische Getriebe g die Kurbelwelle zum Umlauf. Die Auslegerkette ist um eine Rolle r geführt, welche auf der Achse a sitzt. Ein von Amos & Smith¹⁾ nach Parker's Patent gebauter »Digger« erhielt gebogene statt gerader Blätter, mit Rücksicht darauf, dass sich die gekrümmte Form zur Grabarbeit in der Regel besser eignen dürfte. Parker's Vorrichtung kann nur bei mildem oder gebrächem Gebirge — nicht bei rolligem — billiger arbeiten als gewöhnliche Eimerkettenbagger; doch liegen keine Betriebsergebnisse vor.

Bagger mit Hauen und Becherwerk von Kervern. Kervern²⁾ steckt durch die Oeffnungen eines Blechcylinders Holzstiele, die auf einer Seite eine Spitzhacke, auf der anderen eine Schaufel oder eine Kratze zu tragen haben. Der bei Umlauf des Hackcylinders abgelöste Boden fällt auf eine Brücke, die ihn zum Becherwerk weiterleitet. Die Vorrichtungen zum Verstellen des Hackcylinders und zur Fortführung des Haufwerkes sind zu umständlich, als dass auf eine häufige Benutzung der Kervern'schen Einrichtungen zu rechnen wäre.

5. Pflugbagger.

Bei sämtlichen bisher behandelten Baggerklassen rührte sich der Treibapparat nicht oder sehr wenig von der Stelle, und nur die Grabwerkzeuge wurden stärker bewegt. Es lassen sich aber auch die Werkzeuge mehr oder weniger starr mit einem Wagengestelle verbinden, so dass nur bei Bewegung des Wagens ein Aushub stattfindet. Bei solchem Vorgange muss die ganze Vorrichtung — ähnlich wie ein Pflug — über das tiefer zu legende söhliche oder schwach geneigte Feld laufen. Aus diesem Grunde möge sie mit dem Namen Pflugbagger bezeichnet werden, obwohl sie die wesentlichste Thätigkeit des Pfluges, das Wenden der Erdschollen, nicht ausübt, und dafür häufig die Förderung des gelösten Bodens, wenigstens über eine kurze Strecke, mitbesorgt. Nützlich erscheint eine Vereinigung der Grabe- mit der Abfuhrarbeit im allgemeinen nur, wenn mit ihr eine Vereinfachung des Gerätes und eine Verminderung der Anschaffungskosten verbunden ist.

Pflugbagger von Clark. Ein Wagen³⁾ (Fig. 8, Taf. VII) trägt beidseitig eine Reihe von Scharen, deren Rahmen je an einer Spindel s aufgehängt sind, so dass durch Drehung und Feststellung der mit Sperrrad und Sperrhaken versehenen Spindeln die eine oder andere Scharreihe durch Herablassen zum Einschneiden gebracht oder aufgehoben werden kann. Der Boden tritt von den Scharen auf ein endloses ansteigendes Tuch t_1 , welches nicht nur von Walzen gehalten wird, sondern auch zwischen zwei Walzen dergestalt stramm gespannt ist, dass, weil die untere der beiden letzteren auf dem Boden rollt, es bei Bewegung des Wagens mit derselben Geschwindigkeit umläuft, wie dieser fortschreitet. Vom Tuch t_1 fällt das Haufwerk auf ein über zwei Cylinder r_1 und r_2 gespanntes, gleichfalls von Walzen unterstütztes Tuch t_2 . Der Cylinder r_1 wird von den Wagenrädern aus durch konische Räder und Ketten getrieben. Die Art der Weiterschaffung des von r_1 abstürzenden Haufwerkes ist freigestellt. An eine thatsächliche Verwendung dieser Vorrichtung ist wohl nicht zu denken, ebensowenig wie an eine Ausnutzung der Pflugbaggerentwürfe⁴⁾ von Sang, welcher mehr

Gewicht auf die Menge als auf den Wert der Patente zu legen scheint.

Pflugbagger von Fowler. Dieser Bagger⁵⁾ wird zwischen zwei Lokomobilen hin und hergezogen, gerade wie ein Dampfpflug beim Zweimaschinensystem. Er gräbt jedoch nur bei Bewegung in dem in Fig. 6, 7, Taf. VII durch den Pfeil rechts angedeuteten Sinne, und zwar erhält hierbei die Schaufel G die in der Figur wiedergegebene Lage. Wenn die Schaufel voll genug ist, giebt der mitfahrende Mann dem Maschinisten rechts das Signal, stillzubalten und seine Windtrommel von der Triebmaschine loszukuppeln. Dann löst der Schaufelmann die Seilscheibe a durch Rückzug des Sperrkegels b aus und signalisirt dem Maschinisten links, er solle sein Seiltrum aufwinden. Der Anzug dieses Seilteiles bewirkt nun zunächst die Drehung der Scheibe a sammt ihrer Achse und den Spillen $c c_1$. Diese, durch Ketten dd_1 mit der Schaufel verbunden, klappen sie um die Drehzapfen e in die Höhe, bis der Schaufelmann den Sperrkegel b wieder in eine der Felgenvertiefungen der Seilscheibe a stößt. Mit der Hemmung der Scheibe a kommt der Pflug in Bewegung nach links. Sobald entladen werden soll, wird der Sperrkegel b wieder ausgelöst, die Schaufel hebt sich noch mehr und entleert sich auf der der Grabschneide entgegengesetzten Seite. Schliesslich wird nach links das Stillstands-, nach rechts das Ingangsetzungszeichen gegeben. Bei der abermaligen Rechtsfahrt ebnet zunächst der Saum der fast lotrecht gestellten Schaufel das entladene Haufwerk; dann erst wird durch Auslösung und Wiedereinfügung des Sperrkegels die Schaufel in die zum Graben taugliche Lage gebracht. Fowler's Vorrichtung ist in Australien⁶⁾ vielfach von Schafzüchtern zur Herstellung von Teichen von etwa 60 bis 90^m Länge, 50 bis 70^m Breite und 2,1 bis 7,8^m Tiefe benutzt worden und scheint gute Dienste geleistet zu haben. Zur Lockerung des Bodens kann man dem Bagger einen Kippflug vorangehen lassen. Zum Betrieb des Baggers, welcher leicht imstande sein soll, wöchentlich 1100 bis 1500^{cbm} auszugraben, seien ein Schaufelmann, 2 Maschinisten, ein Junge und für die Kesselspeisung ein Fuhrmann mit Pferd und Wasserkarren nötig.

6. Schlussbemerkungen.

Mit den besprochenen Löffel-, Eimerketten-, Rad- und Pflugbaggern ist die Zahl der zur Gewinnung von Erde in den letzten Jahren verwendeten oder vorgeschlagenen Maschinen nicht abgeschlossen. Wirkliche Pflüge — nicht Pflugbagger — haben bei Erdarbeiten zum Aufreißen des Bodens schon im vorigen Jahrhundert⁷⁾, allerdings ausnahmsweise, gedient. Diese landwirtschaftlichen Geräte sollen hier aber eben so wenig Schilderung finden, wie die Dampfpflüge zum Dräniren

oder jene zum Grabenziehen, welche John Fowler⁸⁾ für die Reiskultur nach Italien liefert.

Eine Art Pflug hat A. E. Buchanan⁹⁾ in Arkansas zur Herstellung von Bahngräben in flacher Gegend nach vollendeter Oberbaulegung benutzt. Ein von einer Lokomotive gezogener Wagen war nämlich mit einem Baum versehen, welcher eine Pflugschar trug. Man riss mit ihr zunächst eine Furche von ungefähr 0,3^m Tiefe und vertauschte sie dann mit einer unter

¹⁾ The Engineer 1885 Bd. LIX S. 492.

²⁾ D. R.-P. 28373 v. 18. Dec. 1883.

³⁾ D. R.-P. 12120 v. 22. Mai 1880.

⁴⁾ Engl. Pat. Spec. 2284 v. 5. Juni 1880; 9846 v. 7. Juli 1884.

⁵⁾ Engineering, 1878, Bd. XXV, S. 449.

⁶⁾ The Melbourne Leader v. 22. April 1882.

⁷⁾ Näheres bei Hottenroth, Zeitsch. für Baukunde 1882 Bd. V Sp. 503.

⁸⁾ Nach gefl. Mitteilung der Erbauer.

Eine von der Victoria Foundry Co. in Newark on Trent gebaute Vorrichtung zum Ausheben von Draingräben, Verlegen der Drainröhren und Wiederauffüllen der Gräben arbeitet, abweichend von den üblichen Vorrichtungen zu ähnlichen Zwecken, nicht wie ein Pflug, sondern mit zwei Eimerketten. Vgl. Scientific American 1882 Bd. 47, S. 66; Zeitsch. für Baukunde 1883 Bd. VI Sp. 98.

⁹⁾ Engineering 1880 II. Sem. S. 166;

Zeitsch. für Baukunde 1881 Bd. IV Sp. 155.

45° gegen die Bahnachse geneigten Streichplatte, welche, indem sie die Erde seitlich abschob, die Furche bis auf 1,2^m vertiefte. Ob diese Vorrichtung hierzulande ebenso wie im fernen Westen 1,6^{km} Bahngraben im Tag ausheben würde, bleibe dahingestellt.

In Amerika pflegt man nicht selten den Boden aufzupflügen und dann mittels Scrapers fortzuschaffen, d. i. mit Schaufeln, welche dem Pflugbagger Fowler's ähneln, aber von Pferden gezogen werden. Wie die an einer Baustrecke des Upper San Joaquin Irrigating Canal gezahlten Einzelpreise¹⁾ lehren, handelt es sich hierbei um den teilweisen Ersatz des Hackens und Schaufelns von Hand durch Arbeit mit Hilfe von Pferden. Der Lohn eines chinesischen Erdarbeiters hat auf jener Strecke nämlich ungefähr 4,6 *M* betragen, während Miete und Futter eines Pferdes auf ungefähr 3,1 *M* zu stehen kam. Die für californische Verhältnisse zweckmäßigen, sehr interessanten Vorrichtungen eignen sich also weniger für unseren Weltteil.

Gleichfalls in Californien ist eine Erdgewinnungsweise entstanden, welche von allen damals bekannten von Grund aus abwich, indem sie zur Lösung des Zusammenhanges statt eines stählernen Werkzeuges den austretenden Strahl einer unter Druck stehenden Wasserleitung benutzte. Das Wasser wird in den dortigen Goldwäschereien gewöhnlich 60 bis 150^m über die feste Felsunterlage der abzuschwemmenden goldhaltigen Kiesbank gebracht, dann durch 0,3 bis 0,5^m weite Röhren nach den eigentlichen auf dem Felsen befindlichen Arbeitsstellen geleitet. Der genietete Röhrenstrang endet in einer aus einem Gelenk und einem Mundstücke bestehenden Spritzvorrichtung. Die Wassermenge schwankt zwischen weiten Grenzen; doch soll es nichts ungewöhnliches sein, 4 Strahlen von 47 bis 94^l minutlich auf dieselbe Bank gerichtet zu sehen. Nach Dorsey beträgt der Wasserverbrauch für 1^{cbm} Aushub 11,3 bis 68^{cbm}. Die North Bloomfield Gravel Company bedurfte unter der Leitung von Hamilton Smith für 1^{cbm} Aushub

1874 bis 75 = 21^{cbm} Wasser

1875 bis 76 = 24 „ „

Behufs Ausschachtung²⁾ des in nassem, quellenreichem Letten gelegenen Voreinschnitt des Bozeman-Tunnels hat man Wasser aus einem Bach durch einen 4,3^{km} langen Graben und eine an letzteren anschließende Röhrenleitung derart zugeleitet, dass es im Einschnitt unter 18^m Druck stand. Die Kosten für 1^{cbm} Aushub sollen weniger als 1,23 *M* betragen haben.

Dorsey³⁾ hat für die Herstellung eines 24,4^m hohen Dammes die Verwendung von Wasser zur Ausschachtung und Fortschaffung des Bodens vorgeschlagen. Er will Wasser 61^m hoch pumpen und von dieser Höhe 24,4^m verwenden, um die Reibungshindernisse in der Zuleitung bis zur Aushubstelle zu überwinden und dem offenen Gerinne von 0,76^m im Geviert zwischen letzterer und dem Ablagerungsort das nötige Gefälle zu erteilen, während 36,6^m für die hydraulische Gewinnung

verfügbar bleiben. Zur Einschließung des Schlammwassers seien vor Anfang des Schwemmbetriebes Seitendämme von 3 bis 4,5^m aufzuschütten, welche später den Fuß des fertigen großen Dammes bilden. Nahe am Endausgusse sollen 4,3^m der Seitenwände des Gerinnes in ihrer Höhe von 0,76^m auf 0,15^{cm} abnehmen; dadurch strömt ein Teil des Wassers — und zwar der mit feinerem Sand und Schlamm — früher über. Legt man hier eine neue Rinne unter, so hat man das Haufwerk nach seiner Beschaffenheit getrennt und kann es zweckentsprechend über den Damm verteilen. Die Schwemmarbeit erscheint für ähnliche Aufgaben allerdings wohl geeignet; sie ist aber eingehender, als es hier möglich wäre, in bergmännischen Aufsätzen¹⁾ geschildert, auf welche daher verwiesen werden soll.

Auch zur Abflachung von Uferböschungen, welche eine Schutzdecke aus Faschinen und Draht erhalten sollen, ist die Schwemmarbeit in den Vereinigten Staaten angewendet worden. Bei Council-Bluffs am Missouri²⁾ liefs man beispielsweise sekundlich 50 bis 60^l Wasser von 14 Atm. Druck (Druckverlust in den Röhren abgezogen) aus einer 25^{mm} weiten Düsenöffnung austreten. Die Düse wird von einem Arm getragen, der sowohl nach oben als auch nach rechts und links beweglich ist und auf einem in etwa 1^m Abstand von der gewünschten Uferkante eingetriebenen Gusseisenpfahl ruht. Während man die Düse einen Bogen beschreiben lässt und so ein flach gekrümmtes Uferstück herstellt, wird in etwa 1^m Entfernung vom ersten Pfahl ein zweiter eingesenkt, auf welchen Arm und Düse aufgesetzt werden, sobald die Arbeit am ersten Pfahl vollendet ist. Am besten bewährt sich dieses Schwemverfahren in Sand, in welchem man bis zu 600^{cbm} in einem Tage wegschütten kann; doch hat man auch in Thon und selbst in Erde, welche von Wurzeln durchzogen war, gute Ergebnisse erzielt. Der mittlere Preis für 1^{cbm} beträgt 8 bis 12 Pfg. und sinkt im Sand noch unter 8 Pfg. herab. Man arbeitet mit der Schaufel doppelt so teuer und ist mit ihr nicht imstande, unter Wasser die künstliche Böschung in die natürliche überzuführen.

In manchen besonderen Fällen kann also das Schwemverfahren vorteilhaft sein; in der Regel wird jedoch die Wasserbeschaffung für 1^{cbm} Einschnitt mehr kosten als 1^{cbm} gewöhnlichen Aushubes, und man wird daher nur dort schwemmen, wo es sich, wie in den californischen Goldseifen, nicht nur um Gewinnung und Förderung, sondern auch um Aufbereitung der Berge handelt. Von allen heutigen mechanischen Hilfsmitteln bleiben demnach trotz deren großer Anzahl für das Graben im Trockenen nur die Löffelbagger und Eimerkettenbagger übrig. Erstere können auch für kleinere Einschnitte und harten wechselnden Boden angewendet werden, letztere bleiben das richtige Werkzeug für ausgedehnte Arbeiten.

¹⁾ Specht, die Wasserleitungen in den hydraulischen Bergwerksdistrikten usw. Zeitschr. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1885 Bd. XXXVII S. 35;

Raymond, Statistics of Mines and Mining in the States and Territories west of the Rocky Mountains, Washington 1873, XVII. Kapitel, S. 390 von Waldeyer;

Bowie, Practical Treatise of Hydraulic Mining in California New York 1885.

²⁾ Cadart, Annales des ponts et chaussées 1885 I. Sem. S. 469.

¹⁾ Specht, Wochenschr. des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines 1883 Bd. VIII S. 221.

²⁾ The Engineering and Mining Journal 1883 vol. XXXV S. 55.

³⁾ Transactions of the American Society of Civil Engineers 1886 vol. XV S. 348.

III.

Einrichtungen

zur

Beseitigung des Baggergutes

von

B. Salomon.

Die Beseitigung des Baggergutes bildet die Ergänzung der Baggararbeit; sachgemäße Einrichtungen und Anordnungen vermögen, besonders wenn es sich um Fortschaffung verhältnismäßig großer Massen handelt, die ganze Arbeitsausführung sowohl hinsichtlich der Schnelligkeit wie auch der Kosten wesentlich zu beeinflussen.

Als Mittel zur Beseitigung des Baggergutes kann man unterscheiden:

1. Fahrzeuge mit Laderäumen; sie werden entweder

geschleppt oder sind behufs Fortbewegung selbst mit Motor und Treibvorrichtung ausgerüstet.

2. Fernleitungen, welche das Baggergut ununterbrochen und in gleichem Maße, wie es gewonnen wird, fortschaffen. Sie sind entweder unmittelbar mit der Grabmaschine verbunden, oder sie sind getrennt von ihr aufgestellt, und die Verbindung zwischen beiden wird durch besondere Fahrzeuge bewirkt. Im letzteren Falle ist gebotenfalls noch eine Umladevorrichtung erforderlich.

1. Fahrzeuge mit Laderäumen.

Kippwagen.

Bei Trockenbaggern bieten sich zur Aufnahme und Fortführung des Baggergutes, sobald es nicht in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle zu Dammschüttungen oder dergl. benutzt wird, als einfachstes und allgemein übliches Mittel Kippwagen dar, welche auf leicht verlegbaren Geleisen durch Lokomotiven bewegt werden; solche für einen ununterbrochenen Betrieb erforderlichen Anordnungen sind bei Besprechung der Trockenbagger erörtert worden. (s. u. a. S. 47, 60.)¹⁾

Prahme.

Zur Bedienung der Nassbagger werden in entsprechender Weise Schiffe, Baggerprahme, benutzt, welche mit Aufnahmeräumen für das Baggergut versehen sind. Wird hierbei dessen spätere Ausleerung und Ablagerung wieder im Wasser selbst vorgenommen, so erscheint nur bei ganz kleinen und untergeordneten Baggararbeiten die Verwendung dichter Prahme, aus welchen der Boden von Hand ausgeschaufelt wird, gerechtfertigt; in allen anderen Fällen sind die Schiffe so einzurichten, dass sie mit geringerer Mühe eine schnelle Entleerung gestatten. Hierzu werden meistens um Gelenke drehbare Klappen benutzt, die vermittels Winden durch Ketten geschlossen werden bzw. durch Nachlassen derselben sich selbstthätig öffnen. Bei genügender Tiefe der Entladestelle werden Bodenklappen, bei geringen Tiefen Seitenklappen verwendet. Wasserdruck-Vorrichtungen zum Bewegen von Bodenklappen gestatten zwar ein schnelleres Öffnen und Schließen, haben sich aber dauernd nicht immer bewährt, da nach längerer Nichtbenutzung die Stopfbüchsen der Presszylinder nicht mehr dicht halten und alsdann zu Störungen Veranlassung geben. Die Scharniere der immer paarweise nebeneinander angeordneten Bodenklappen sind entweder an einem durch den ganzen Laderaum sich erstreckenden starken Kielschweine, meist von kastenförmigem Querschnitt, befestigt, so dass die Klappen

sich mit ihren Enden beim Schließen des Laderaumes unter dessen Seitenwände legen, während sie bei geöffnetem Laderaume unter der Schiffsmitte hängen¹⁾; oder es wird die umgekehrte Anordnung getroffen, bei welcher die geöffneten Klappen unter den Seitenwänden des Laderaumes hängen²⁾; die letztere Anordnung sichert eine etwas schnellere Entladung und ist auch mit Rücksicht auf die geringere Inanspruchnahme der Kielschweine bei beladenem Prahm vorzuziehen. Die Drehachsen der Seitenklappen werden zweckmäßig oben angebracht, so dass die Klappen nach außen sich aufwärts drehen³⁾; die Klappen leiden hierbei weniger durch die ausstürzenden Erdmassen als bei der umgekehrten Anordnung. Da die Klappen in keinem Falle einen wasserdichten Abschluss ermöglichen, so muss durch besondere wasserdichte Abteilungen die Schwimmfähigkeit des Schiffes hergestellt werden; diese Abteilungen werden, außer im Vorder- und Hinterschiffe, bei Verwendung von Bodenklappen zu beiden Seiten des Laderaumes und bei Seitenklappen unter demselben gebildet. Vorder- und Hinterschott dienen zugleich als Aufenthaltsräume für die Mannschaft und bei Dampfprahmen zur Aufnahme von Kessel und Maschinen.

Die meisten neueren Baggerprahme sind zweckmäßigerweise ganz in Eisen gebaut; die Klappen indessen und zuweilen auch die Wände des Laderaumes werden mit Holz bekleidet. Die Seitenwände werden durch Querträger mit einander verbunden, deren Entfernung von einander der Länge einer Klappe entspricht.

Abweichend von diesen normalen Anordnungen haben Blohm & Voss⁴⁾ in Hamburg eine Konstruktion für Baggerprahme angegeben, bei welcher zur Aufnahme des Bagger-

¹⁾ s. u. a. Engineering 1880 Bd. XXIX S. 354 m. Abb. u. 1883 Bd. XXXV S. 294 m. Abb.

²⁾ s. u. a. Oppermann, Portefeuille économique des machines. 1884 Sp. 33. m. Abb.

Armengaud, Publication industrielle. 1886 S. 13 mit Abb.

³⁾ s. S. 24.

⁴⁾ D. R.-P. 28599 v. 29. Januar 1884.

¹⁾ s. a. Taf. VI Fig. 3. Drehscheibe von Couvreux, welche ein rasches Auswechseln der Wagen von 1^m Spur gestattet; die beiden einander benachbarten Schienen der Fördergeleise bilden das Geleise von 1,400^m Spur, auf welchem der Erdgraber läuft.

gutes in dem mit entsprechenden Bodenöffnungen versehenen Schiffe besondere Gefäße angebracht sind, welche behufs Entleerung um 180° gedreht werden können; es sind lange an einer Seite offene Cylinder, von etwas mehr als halbkreisförmigem Querschnitt, deren Längsachse parallel zur Schiffs-längsachse liegt, und welche an beiden Enden mit Zapfen in Querwänden des Schiffes drehbar gelagert sind. Die Gefäße sind selbst als Schwimmkörper ausgebildet, um die Schwimmfähigkeit des Schiffes zu erhöhen; sie erscheinen besonders zu Entladungen an seichten Stellen geeignet, da sie nicht unter dem Schiffsboden vortreten, sowie, weil dicht, zur Beseitigung von schlammigen und flüssigen Massen.

Um die Entleerung durch Klappen, wobei meistens die Arbeiter nachhelfen müssen, zu vermeiden, werden von der Barney Dumping Boat Company¹⁾ in Bergen-Point (New-Jersey) Baggerprahme gebaut, welche aus zwei langen symmetrischen Schiffskörpern, deren Querschnitte nahezu rechtwinklige Dreiecke sind, bestehen; zwischen den gegen einander geneigten Hypothenusen liegt ein langgestreckter Laderaum. Die beiden vollständig wasserdicht hergestellten Schiffskörper sind an beiden Enden durch Halbverdecke und in der Mitte durch einen sehr kräftigen Querträger mit einander verbunden und an diesen um Achsen nach außen drehbar gemacht, so dass sie in ihrer ganzen Länge auseinander klappen können. In geschlossenem Zustande werden sie durch Zugstangen und Klemmvorrichtungen zusammengehalten; behufs Entladung werden die letzteren gelöst, und es drehen sich alsdann die beiden Körper durch die Wirkung der auf ihnen lastenden Erdmassen nach außen, so dass die vorher geneigten Seitenwände des Laderaumes nahezu senkrecht hängen. In den äußersten Stellungen sowie in jeder Zwischenlage können die beiden Körper durch die Klemmvorrichtungen festgehalten werden; die gleichmäßige Drehung beider Hälften wird durch starke in einander eingreifende Zahnsektoren gesichert. Um das Schiff wieder zu schließen, werden beide Hälften von Hand zurückgedreht, welche Arbeit durch die Wirkung des Auftriebes unterstützt wird. Prahme dieser Konstruktion sind u. a. seit mehreren Jahren im Hafen von New-York zur Wegschaffung des Strafsenkehrichts in Anwendung und sollen sich besonders auch bei starkem Wellengange gut bewähren. Diese Schiffe sind 33,35^m lang, 8,54^m breit und haben beladen 2,90^m Tiefgang; die Länge der Laderäume beträgt 28^m und ihr Inhalt 575^{cbm}.

Sehr häufig gestatten die örtlichen Verhältnisse nicht die Ausschüttung der Erdmassen in das Wasser; sie müssen alsdann auf die Ufer des Wasserlaufes geschafft werden. Bei großen Arbeitsausführungen und besonders bei Neubauten werden hierzu zweckmäßig besondere Umladevorrichtungen verwendet, welche weiter unten noch zur Besprechung kommen; bei kleineren Arbeiten lohnen solche Anlagen meistens nicht, und es wird deshalb gewöhnlich vorgezogen, die Prahme von Hand auszuschaufeln und den Boden wegzukarren. Um diese Handarbeit, welche die Gesamtkosten ungemein verteuert, zu vermeiden, hat der Unternehmer Denuelle mit Erfolg die Beladung von Kippwagen, die in flachgängigen Booten auf Geleisen standen, unmittelbar durch den Bagger ausführen lassen.²⁾ An die unter 1:60 im Prahm nach hinten geneigten Aufstellungsgeleise, welche 6 Wagen von je 1^{cbm} Inhalt aufnahmen, schloss sich im Schiffsbug ein kurzes

unter 1:6 geneigtes Geleisstück, welches durch ein bewegliches Stück von 2^m Länge mit den am Anlegeplatz befindlichen Geleisen der Rollbahn leicht verbunden werden konnte. Die beladenen Wagen wurden durch Pferde herausgezogen und abgefahren, während die leeren vermittle eines gebremsten Taus von Hand in das Boot hineingelassen werden konnten; die Dauer des Ent- und Beladens eines Bootes betrug 5 Min. Der Ersparung an Arbeitslöhnen steht nur die Abnutzung einer größeren Anzahl von Kippwagen entgegen; gegenüber der Beladung der letzteren von Hand ergaben sich für 1^{cbm} Baggergut je nach den Transportweiten Ersparnisse von 20 bis 22 pCt., bezogen auf die Gesamtausgaben, und solche von 33 bis 35 pCt., bezogen auf die Transportkosten allein. Ein Hauptübelstand dieser Einrichtung liegt in der Schwierigkeit, ein Verspritzen der Baggererde beim Beladen der Wagen zu vermeiden; dem kann jedoch durch geeignete Konstruktion der Prahme und Kippwagen oder durch Anbringung von abstellbaren Fülltrichtern am Bagger entgegengewirkt werden.

Die Größe der Laderäume in den Prahmen wird z. t. durch die örtlichen Verhältnisse, besonders durch den zulässigen Tiefgang, bedingt. Zu passenden Verhältnissen gelangt man im allgemeinen, wenn man den Fassungsraum der Prahme mindestens so groß bemisst, dass er die vom Bagger in $\frac{3}{4}$ bis 1 Std. gegrabenen Massen aufzunehmen vermag; bei den üblichen Geschwindigkeiten der Schleppboote kann alsdann bei Transportweiten bis zu 15^{km} ein Schlepper, der jedesmal 2 bis 3 Prahme mitnimmt, einen Bagger bedienen. Für den letzteren sind je nach der Größe 6 bis 8 Prahme erforderlich. Auf die Vorteile, welche große Dampfprahme bieten, wurde schon früher hingewiesen (s. S. 29 u. 30); sie liegen teils in der Ersparung von Arbeitskräften, teils in der Möglichkeit, größere Fahrgeschwindigkeiten anzuwenden zu können, so dass die Laderäume der Dampfprahme kleiner sein dürfen, als diejenigen der entsprechenden Anzahl von gewöhnlichen Prahmen zusammen; außerdem ist die weniger häufige Arbeitsunterbrechung, welche durch das Anlegen der Boote entsteht, sowie die geringere Beugung des Fahrwassers infolge der kleineren Anzahl von Fahrzeugen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Hauptsächlich erscheinen Dampfprahme in Flussmündungen und Häfen zweckmäßig, wenn die Entladung des Baggergutes auf See stattfindet, und wenn es sich um den Transport großer Massen auf hinreichend weite Entfernungen handelt. Gegenüber unvollkommenen Transporteinrichtungen ergeben sich gerade unter diesen Verhältnissen bedeutende unmittelbare Ersparnisse; es wird beispielsweise vielfach angegeben, dass auf dem Clyde die Kosten für geschleppte Prahme zu denjenigen der Dampfprahme sich wie 3:1 stellen. Diese Angaben erscheinen sehr hoch und sind jedenfalls auch zu hoch, wenn man in beiden Fällen gleich vollkommene Einrichtungen voraussetzt. Gemäß den früher gegebenen Aufstellungen (s. S. 28) betragen beispielsweise die Frachtkosten auf den Flüssen Wear und Tee — wenn man $\frac{2}{3}$ der Gesamtausgaben einschließlic Verzinsung und Abschreibung auf die beladene Hinfahrt und $\frac{1}{3}$ auf die leere Rückfahrt verrechnet — durchschnittlich noch nicht 1 Pfg. für ein Tonnenkilometer; es ist nicht wahrscheinlich, dass hiervon sich noch viel ersparen lässt.

Ueber die Fortschaffung der ausgehobenen Massen durch das Baggerschiff selbst wurde bei Besprechung der betreffenden Bagger erforderliches gesagt.

2. Fernleitungen.

Geschlossene Rohrleitungen.

Zur Erzielung geringer Beförderungskosten erscheint es vorteilhaft, dass Baggergut in demselben Maße, wie es gewonnen wird, zu beseitigen und diese Arbeit dem Bagger

selbst zu übertragen. In einfacher und naturgemäßer Weise ist dies bei den Pumpenbaggern möglich, indem die Druckleitung bis zur Entladestelle geführt wird; dabei ist es gleichgültig, ob die Ausschüttung im Wasser oder an höher gelegenen Stellen der Ufer stattfindet, sobald die Druckwirkung

¹⁾ D. R.-P. 26154 v. 24. August 1883.

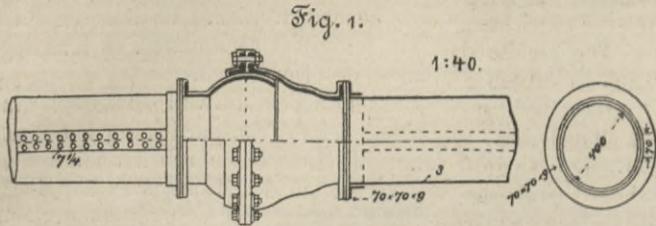
Oppermann, Portefeuille économique des machines 1884 Sp. 195 mit Skizze.

Engineering 1887 Bd. XLIII S. 497 m. Abb.

Der Techniker 1887 S. 97 m. Abb.

²⁾ Annales des ponts et chaussées 1880 I. Sem. S. 29 mit Abb.
Annales des travaux publics (Paris) 1883 S. 949 mit Abb.

der Pumpe hinreichend ist. Die Rohre der Druckleitungen werden neuerdings fast immer aus Eisen, vielfach auch aus dünnen Stahlblechen, anstatt, wie früher, aus fassdaubenartig geschnittenen Hölzern hergestellt; sie werden auf dem Wasser durch Schwimmbalken, an denen sie befestigt sind, getragen, müssen dabei aber durch biegsame Kupplungen unter einander verbunden sein, einerseits, um den Bewegungen des Baggers folgen, und andererseits, um sich auf dem Lande den Bodenunebenheiten anpassen zu können. Meistens werden diese Kuppelstücke aus Leder angefertigt und durch umgelegte Bänder an den Rohren befestigt; starker Verschleiß dieses wenig haltbaren Materials ist jedoch unausbleiblich. Von A. Robert¹⁾ (forges et usines de Gilly) ist deshalb bei neueren Baggern für den Panamakanal die in Fig. 1 dargestellte gusseiserne Rohrverbindung ausgeführt worden; sie besteht aus zwei ineinandergeschobenen Kugelstücken, von



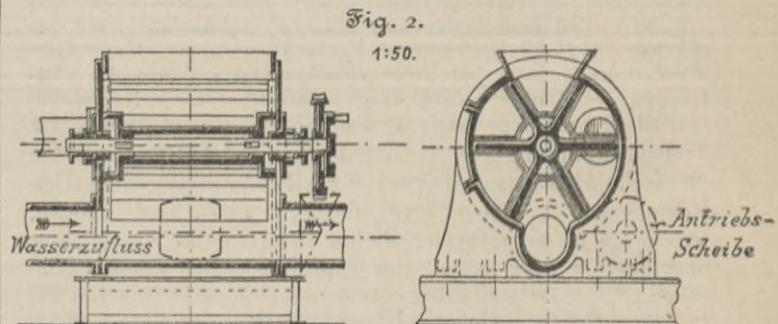
welchen das äußere aus zwei Hälften zusammenschraubt ist, die durch einen eingelegten Kautschukring gedichtet werden und den Rohren es ermöglichen, sich nach allen Seiten hin bis zu 30° Neigung gegen einander zu verstellen.

Die Einfachheit der Wegschaffung des Baggergutes vermittle Wasser spülung in geschlossenen Rohrleitungen hat dazu geführt, dieses System auch bei Eimerkettenbaggern anzuwenden; zuerst geschah dies bei dem Bau des Amsterdamer Seekanals. Bei den dort benutzten Eimerkettenbaggern²⁾ fiel das Baggergut aus einem Schüttkasten durch eine geneigte seitliche Leitung in einen senkrechten Cylinder, an dessen Boden eine Kreiselpumpe sich anschloss, welche das erforderliche Wasser von unten ansaugte und durch eine seitliche Rohrleitung das Gemisch von Erde und Wasser weiter beförderte. Seitdem ist dieses System, welches sich gut bewährte, vielfach wieder verwendet und mehrfach abgeändert worden.

Bei den neuen Baggern der Panamagesellschaft (s. Tafel III) ist zu diesem Zwecke folgende Einrichtung getroffen³⁾. Eine der zum Beladen von Prahmen dienenden seitlichen Schüttrinnen wird abgenommen, die zweite durch bewegliche Türen abgesperrt und an Stelle der Schüttklappe werden zwei übereinanderliegende Roste, aus einzelnen oben zugespitzten Stäben bestehend, eingebaut, welche größere Stücke als 12^{cm} im Quadrat nicht durchlassen. Die Stäbe des unteren Rostes liegen senkrecht zu denen des oberen und sind seitlich geneigt, so dass sie die Verlängerung der zweiten, gewöhnlich abgesperrten, Schüttrinne bilden; große Steine, welche der untere Rost zurückhält, können nach Öffnen der Türen von Zeit zu Zeit durch diese Schüttrinne beseitigt werden. Das zur Erzielung der gehörigen Dünflüssigkeit erforderliche Wasser wird von einer besonderen unter Deck stehenden Dampfmaschine von 10^{cbm} minutlicher Höchstleistung oberhalb des ersten Rostes zugeführt, und es gelangt das Gemisch von Erde und Wasser nach Durchgang durch den zweiten Rost in einen geschlossenen trichterförmigen Kasten, von dessen Boden eine Röhrenleitung von 0,400^m Dmr. abzweigt; die einzelnen Rohre sind 5^m lang und aus 3^{mm} dickem Stahlblech genietet. Abweichend von den früheren Einrichtungen wird nun nicht unmittelbar auf dem Baggerschiffe eine Pumpe zur Weiterbeförderung des Gemisches in die

Rohrleitung eingeschaltet; vielmehr wird zur Ueberwindung der Widerstände in der ersten Rohrstrecke die Gefällhöhe von dem Schütttrichter bis zum Wasserspiegel, welche etwa 3,5^m beträgt, benutzt, und nur bei großen Entfernungen bzw. wenn große Höhen zu überwinden sind, werden an bestimmten Stellen Hilfspumpen eingeschaltet, welche das Baggergut ansaugen und durch die folgende Strecke weiterdrücken. Die erste dieser Hilfspumpen ist auf einem Prahm aufgebaut und wird durch eine 80 pferd. Verbundlokomobile betrieben; das Kreisrad hat 0,900^m Dmr. und kann bei 400 Min.-Umdr. in der Stunde 1200^{cbm} Gemisch von 1,2 Eigengewicht auf 8^m Höhe fördern. Vor und hinter der Pumpe sind große Absperrhähne in die Saug- bzw. Druckleitung eingeschaltet; ersterer ist ein Dreiweghahn, welcher es ermöglicht, je nach Bedürfnis noch Wasser anzusaugen, falls das Gemisch nicht dünnflüssig genug ist. Nimmt man die Druckhöhe, welche den Bewegungswiderständen entspricht, zu $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{120}$ der Länge an, so dürfte bei dem vorhandenen Gefälle von 3,500^m die erste Hilfspumpe in 350 bis 400^m Entfernung von dem Bagger aufgestellt werden; der Sicherheit halber wird jedoch nur eine Länge von 200 bis 250^m genommen. Die Rohrleitung wird dabei so angeordnet, dass der Bagger die ganze Breite des Kanals in einer Länge von etwa 30^m bearbeiten kann, ehe eine Verlegung der Hilfspumpe notwendig wird. Die Fortsetzung der Rohrleitung ist auf dem Lande bis zur Entladestelle weitergeführt; unter Berücksichtigung der zu überwindenden Höhen sind in bestimmten Entfernungen ähnliche Hilfspumpen eingeschaltet, welche auf Wagen aufgebaut und auf Geleisen leicht verschiebbar sind.

Wie schon bei Besprechung der Pumpenbagger hervorgehoben, werden alle in Bewegung befindlichen Teile der Pumpen durch den Sand des geförderten Gemisches stark angegriffen und bei ungenügendem Schutze schnell zerstört. Wenn die Wasserspülung nur zum Wegschaffen des Baggergutes benutzt wird, wie in den vorher besprochenen Fällen, so lässt sich dieser Uebelstand vermeiden, indem man die Bodenmassen erst hinter der Pumpe in die Druckleitung einführt; es ist hierzu nur eine Verteilungsvorrichtung notwendig, welche, um Verstopfungen zu vermeiden, möglichst gleiche Mengen regelmäßig in das Druckwasser gelangen lässt. Eine solche Vorrichtung ist von Th. Figée nach dem Patente von J. Allard¹⁾ mit Erfolg ausgeführt worden (s. Fig. 2). Das von den Eimern des Baggers ausgeschüttete Material fällt



zunächst wieder behufs Zerteilung und Abscheidung zu großer Stücke auf einen Rost; von diesem aus gelangt es durch einen Trichter in ein cylindrisches Gehäuse, in welchem ein cylindrischer Verteiler mit 6 Kammern, die durch radiale Flügel gebildet werden, sich langsam dreht; der Antrieb erfolgt von der Hauptmaschine durch Riemen und Räderübertragung bzw. durch Schneckengetriebe. Die von der Pumpe kommende Druckleitung ist unten durch das Gehäuse hindurchgeführt, so dass die einzelnen Kammern des Verteilers ihren Inhalt in allmählicher Folge hineinschütten können. Bei einem mit dieser Vorrichtung ausgerüsteten Bagger für den Bau des Kanals von Havre nach Tancarville kamen minutlich 14 Eimer von 150^l Inhalt zur Ausschüttung, während der Verteiler 6 Kammern von je 170^l Inhalt hatte und minutlich 3 Umdrehungen machte oder 18 Kammern entleerte; in dieser Weise waren Verstopfungen vermieden. Der Kraftbedarf der Verteilungsvorrichtung betrug etwa 3 Sek.-Pferd.

¹⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 202.

²⁾ Wiebe, Zeitschr. für Bauwesen 1872 Bd. XXII S. 397. Engineering 1872 Bd. XIV S. 329 mit Abb. Min. of proc. of the Inst. of Civil Eng. 1880 Bd. LXII S. 1 u. f. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Bd. III. Abt. S. 333 mit Abb.

³⁾ Le génie civil 1885/86 Bd. VIII S. 202.

¹⁾ Le génie civil 1885 Bd. VII S. 391.

derjenige der Pumpe, welche minutlich 10^{cbm} Wasser lieferte, etwa 30 Pfr.; das Gemisch enthielt durchschnittlich $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ feste Bestandteile und wurde in Entfernungen von 150^m auf $6,5^m$ Höhe gefördert.

Gabert frères¹⁾ in Lyon haben für dieselbe Beförderungsweise für Bagger, welche ebenfalls in dem Kanal von Tancarville arbeiten, eine andere Verteilungsvorrichtung ausgeführt. Das Baggergut wird nach Durchgang durch einen Rost mittels Schüttrinnen in den einen oder anderen von zwei nach unten kegelförmig verengten Behältern geleitet, welche entweder auf dem Baggerschiffe selbst oder auf einem besonderen Prahme aufgestellt sind. Die Bodenplatten dieser Behälter liegen in flachen Kasten und lassen sich, damit man kleinere oder größere Durchflussöffnungen schaffen kann, heben und senken. Durch diese Bodenkasten ist die Druckleitung einer kräftigen Kolbenpumpe hindurchgeführt, und das Druckwasser kann durch einen Umschaltehahn in die eine oder andere Kammer eingelassen werden, während Rückschlagklappen den Rücktritt des Wassers bzw. des Gemisches von Wasser und Erde aus der Hauptleitung in die Behälter verhindern. Ebenso macht es eine an der Einfüllöffnung befindliche und nur nach innen sich öffnende Klappe unmöglich, dass die Massen aus den Behältern nach oben hinausgedrückt werden. Sobald der eine Behälter gefüllt ist, wird das Baggergut durch Umstellen einer zwischen den Schüttrinnen angebrachten Klappe in den zweiten leeren geleitet und der erstere durch die Saugwirkung des durchströmenden Wassers und durch das Gewicht des Inhaltes entleert; gebotenfalls kann auch noch von oben in die Behälter Druckwasser eingeführt werden, um den Ausfluss der Erdmassen zu beschleunigen. Bei größeren Transportweiten als 1000^m wird in die Leitung wieder eine Hilfspumpe eingeschaltet.

Bei diesen Einrichtungen, wie überhaupt bei Förderung fester Massen mittels Wasserspülung, müssen die Pumpen nach erfolgter Abstellung des Baggers noch eine kurze Zeit weiter arbeiten, um die Druckleitung vollständig zu entleeren und Verstopfungen zu verhüten.

Die Fortschaffung des Baggergutes mittels Wasserspülung in geschlossenen Leitungen ist bis jetzt nur für mäfsig grofse Transportweiten — höchstens etwa 1500^m — ausgeführt worden; für gröfsere wagerechte Entfernungen als etwa 1500 bis 2000^m erscheint diese Beförderungsart, wenigstens in Verbindung mit Eimerkettenbaggern, auch kaum mehr vorteilhaft; vielmehr wird man in diesen Fällen im allgemeinen die Fortführung des Baggergutes durch Prahme vorziehen. Unter Umständen kann dann jedoch in zweckmäfsiger Weise die Entleerung der Baggerprahme durch eine stationäre oder gebotenenfalls durch eine leicht verlegbare Pumpenanlage und die Weiterbeförderung des Baggergutes bis zur Ablagerungsstelle durch Rohrleitungen erfolgen; vor allem werden solche Einrichtungen bei schlammigen oder schlickigen Bodenmassen, welche an höher gelegenen Stellen der Ufer des Wasserlaufes abgelagert werden sollen, vorteilhaft sein. Eine solche stationäre Anlage ist, allerdings zum teil aus anderen Gründen, in Bremerhafen²⁾ eingerichtet; es werden daselbst 3 Saug- und Druckpumpen von $0,4^m$ Dmr. und $0,6^m$ Hub durch eine 20 pferd. Maschine betrieben. Die im Hafen ausgegrabenen Massen werden in dichten Prahmen den Pumpen zugeführt und durch diese entweder auf bestimmte Landstrecken oder in die Weser befördert. Die tägliche Leistung der Anlage beträgt 1000 bis 1200^{cbm} Schlick.

Für ähnliche Zwecke haben Vasset und Dukham³⁾ gespannte Luft verwendet. Die vom Bagger ausgehobenen Bodenmassen werden anstatt in offenen Prahmen in verschließbare Behälter ausgeschüttet, welche entweder in besonderen Fahrzeugen oder im Baggerschiffe selbst aufgestellt

sind (s. Taf. I Fig. 6); im allgemeinen wird hierbei das vom Bagger mitgeförderte Wasser dazu hinreichen, um eine genügende Verteilung der Massen in den Behältern und deren spätere leichte Entleerung zu ermöglichen; anderenfalls muss noch Wasser besonders in die Behälter gepumpt werden. Behufs Entleerung werden diese Behälter einerseits mit einer Rohrleitung, welche zur Ablagerungsstelle führt, andererseits mit einer Luftpumpe bzw. einem Hilfsbehälter, in welchen Luft hineingedrückt wird, verkuppelt; die erforderliche Spannung der Luft hängt naturgemäfs von der Länge der Förderleitung und den zu überwindenden Höhen ab, während die Leistung der Pumpe aufer durch diese Spannung noch durch die Gröfse der zu entleerenden Behälter bedingt ist. Wenn diese letzteren im Baggerschiffe selbst aufgestellt sind und dieses somit zugleich als Transportschiff dient, wie z. B. bei einem derartigen in den Millwall-Docks in London arbeitenden Bagger, so kann die Betriebsmaschine des Baggers auch zum Antriebe der Luftpumpe benutzt werden. Im anderen Falle ist wieder eine besondere feste oder verlegbare Pumpenanlage in der Nähe der Entladestelle erforderlich.

Der vorerwähnte Bagger in den Millwall-Docks soll gute Ergebnisse geliefert haben; seine Transportleitung hat $0,380^m$ Dmr. und ist 130^m lang; die Luftpumpe arbeitet mit bis zu 4 Atm. Ueberdruck und vermag in der Minute ungefähr $4,5^{cbm}$ Erde zu befördern. Hierbei beträgt der Ueberdruck der Luft im allgemeinen kaum 1 Atm., steigt jedoch zuweilen auf annähernd 2 Atm. Bei gröfseren Leitungen mit Höhenunterschieden, welche eine höhere Spannung bedingen, dürften die Ergebnisse weniger günstige werden, da geringe Undichtheiten, welche bei Wasserspülung ohne Einfluss sind, unter Umständen erhebliche Störungen verursachen können. Jedenfalls erfordern die Leitungen sehr sorgfältige Unterhaltung, welche durch die bedeutenden Reibungswiderstände der festen, nur wenig mit Wasser vermischten Massen und die infolgedessen nicht unerhebliche Abnutzung noch erschwert wird. Dass letztere bedeutend ist, geht daraus hervor, dass bei obigem Bagger in einem halbjährigen Betriebe mit ungefähr 37000^{cbm} Gesamtleistung die Kosten für Unterhaltung und Erneuerung der Rohrleitung allein über $3200 \mathcal{M}$ oder etwa 9 Pfg. für 1^{cbm} betragen haben.

Zweckmäfsiger, als durch gespannte Luft, erscheint deshalb die Entleerung solcher geschlossener Behälter mittels Wasserspülung in ähnlicher Weise, wie sie in unmittelbarer Verbindung mit dem Bagger ausgeführt und im vorhergehenden besprochen worden ist. Um hierbei die Entleerung zu erleichtern, schlägt F. A. Bishop¹⁾ vor, aufer der Hauptleitung noch eine Anzahl kleinerer Leitungen mit vielen Auströmungsöffnungen in die Behälter bzw. in das Baggergut einzuführen, welche letzteres durch die einzelnen Wasserstrahlen gelockert werden soll. Im übrigen können hierbei auch die bereits erwähnten Verteiler, wie z. B. die von Gabert frères ausgeführte Einrichtung, mit Vorteil verwendet werden.

Offene und geschlossene Laufrinnen.

Bei mäfsiger Breite der Wasserläufe kann die Beseitigung des Baggergutes, wenn es unmittelbar an den Ufern in nicht zu grofsen Höhen abgelagert werden soll, in einfacher Weise mittels offener oder geschlossener Laufrinnen unter Wirkung der Schwerkraft erfolgen; es ist hierzu nur erforderlich, dass der Bagger den Boden hoch genug hebe, um genügendes Gefälle herzustellen. In ausgedehntem Mafse wurde von dieser Beförderungsweise zuerst beim Bau des Suezkanales Anwendung gemacht²⁾; es waren dort 70^m lange, unter 1:10 bis 1:13 geneigte halbcylindrische Schüttrinnen auf besonderen, mit dem Baggerschiffe jedoch verbundenen Fahrzeugen auf entsprechenden Gerüsten aufgebaut und leiteten das von den Baggereimern ausgeschüttete Gut, dem behufs besseren Gleitens noch Wasser zugepumpt wurde, unmittelbar auf die Ufer. Bei späteren Bauausführungen, so z. B. bei dem Bau

¹⁾ Revue industrielle 1886 S. 288 mit Abb.

²⁾ Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Bd. III. Abt. S. 334 m. Abb.

³⁾ Revue industrielle 1877 S. 454 m. Abb.
Annales des travaux publics (Paris) 1883 S. 973 m. Abb.
Engineering 1876 Bd. XXI S. 136; 1882 Bd. XXXIII S. 339 m. Abb.

Centralbl. der Bauverw. 1882 S. 136 m. Abb.

¹⁾ D. R.-P 16926 v. 5. März 1881.

²⁾ M. Leseure, Travaux de percement de l'isthme de Suez. Bulletin d. l. Société de l'industrie minérale 1868/69 Bd. 14 S. 177 m. Zeichnungen.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Bd. III. Abt. S. 333 m. Skizze.

des Kanales von Gent nach Terneuzen¹⁾, wurde die offene Rinne durch eine geschlossene Leitung ersetzt, welche ähnlich, wie bei dem früher besprochenen Bagger von Angell (s. S. 21 mit Zeichnung.), mittels Drahtseile an einem auf dem Baggerschiffe selbst aufgebauten Gerüste aufgehängt war; für diese Rohrleitung wurde ein Gegengewicht auf der anderen Seite des Schiffes geschaffen durch Aufstellung der Pumpe nebst zugehöriger Maschine, welche Wasser in die schwach geneigte Leitung förderte, um die Massen zum Abfluss zu bringen. Die geschlossene Leitung hat vor der offenen Rinne den Vorzug, dass sie schwächer geneigt sein kann; dagegen sind Rohrbrüche infolge von Verstopfungen leicht möglich, da das Baggerschiff durch die hierbei entstehende große Belastung der Leitung sich unter Umständen seitlich neigt, bis das Ausgussende der letzteren auf dem Boden aufruft und alsdann die lange Leitung nur an beiden Enden unterstützt ist. Bei solchen Brüchen liegt in dem vorhandenen Gegengewichte eine weitere Gefahr, da nunmehr das Baggerschiff nach der anderen Seite hin zu stark belastet ist. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, ist neuerdings von Couvreur²⁾ für den Panamakanal die in Fig. 3 dargestellte Anordnung getroffen; sie bietet zugleich den Vorteil, dass in leichter Weise die ganze Transporteinrichtung mit einem beliebigen Eimerkettenbagger, dessen Eimer im übrigen hoch genug ausschütten, verbunden werden kann. Es ist hierzu nur erforderlich, oberhalb der Schüttrinnen einen besonderen Kasten, an welchen die Abflussleitung angeschlossen wird, einzubauen (Fig. 4); letztere ist im vorliegenden Falle 40^m lang und hat eine Neigung von 1/20. Um die Massen, welche bei der Höchstleistung des Baggers ungefähr 280^{cbm} i. d. Std. betragen, zum Abflusse zu bringen, können durch

eine Kreiselpumpe stündlich 450^{cbm} Wasser zugepumpt werden, so dass das Gemisch ungefähr 3/5 Wasser und 2/5 Erde enthält. Zum Betriebe dieser Pumpe dient eine 30pferd. Maschine, welche mit ihrem Kessel in dem seitlich an dem Baggerschiffe befestigten Prahme aufgestellt ist.

Die Beseitigung des Baggergutes durch Laufrinnen kann vorteilhaft auch getrennt von der Grabmaschine in solchen Fällen ausgeführt werden, in welchen die Ablagerung zwar in der Nähe der Ufer des Wasserlaufes, jedoch entfernt von der Arbeitsstelle erfolgen soll. Es ist hierbei eine Umladevorrichtung erforderlich, welcher das Baggergut durch dichte Prahme zugeführt wird, und welche es in die Laufrinnen befördert. Derartige Einrichtungen haben sich u. a. bei den Hafengebäuden in Toulon¹⁾ und Antwerpen, bei den gegenwärtigen Arbeiten in der Donau in Niederösterreich, bei den Hafengebäuden in Saigon²⁾ und anderweitig gut bewährt und sind auch bei dem Panamakanal von Couvreur & Hersent³⁾ wieder zur Anwendung gebracht. Die für letztere Arbeitsstelle getroffenen Anordnungen gehen aus Fig. 5 bis 7 hervor. Als Umladevorrichtung ist ein Eimerkettenwerk benutzt, dessen schmiedeisernes Gerüst auf zwei Booten so aufgebaut ist, dass zwischen diesen genügend Platz, 6,500^m, verbleibt, um die 6^m breiten Ladeprahme zwischen sich aufzunehmen; die Laderäume der letzteren haben 120^{cbm} Inhalt und sind durch stark geneigte Wände begrenzt, um die Entladung zu erleichtern. Die Eimerkette wird mittels einer Dampfwinde mehr oder weniger tief hineingesenkt, während die Ladeprahme bei fortschreitender Entleerung durch eine zweite Winde allmählich weiter vorgezogen werden. Die Betriebsmaschine für das Eimerwerk ist in einem der Hauptboote aufgestellt und überträgt mittels Riemen ihre Bewegung auf eine Zwischenwelle, von welcher aus der obere Turas durch Gelenkketten angetrieben wird. In dem zweiten Boote ist eine direkt wirkende zweicylindrige Dampfmaschine aufgestellt, welche das zum Abfluss der geförderten Massen nötige Wasser liefert. Die von Zeit zu Zeit erforderliche Verschiebung der ganzen Anlage wird durch Handwinden bewirkt.

Diese schwimmenden Umladevorrichtungen mit Laufrinnen sind demnach genau so wie die Eimerkettenbagger angeordnet und nur den besonderen Zwecken entsprechend ausgebildet. Vor allem erscheint die große Grundbreite der beiden Schiffe vorteilhaft; sie macht die ganze Anlage sehr standfest und gestattet eine hohe Lage oder unter Umständen eine große Länge der Laufrinnen. Da der aus den Ladeprahmen zu hebende Boden stark gelockert ist, so kann das Eimerwerk wesentlich kleiner und leichter als dasjenige des zu bedienenden Baggers sein; hierbei ist auch noch zu berücksichtigen, dass Arbeitspausen viel seltener als bei dem Bagger und hauptsächlich nur bei dem Anlegen eines neuen beladenen Prahmes entstehen. Für das Entfern eines entleerten und Anlegen eines neuen Prahmes sind durchschnittlich etwa 5 Minuten erforderlich.

Bei dem Eimerwerk kann man gemäß den früher gemachten Angaben (s. S. 28 u. 44) für die Grabarbeit allein ungefähr 15^{cbm} geförderten Boden für 1 Std. und 1 Pfrk. rechnen. Bei der in Fig. 5 dargestellten Anlage haben die Eimer 160^l Inhalt, und es kommen minutlich 30 Eimer zur Ausschüttung, so dass die theoretische Leistung ebenso wie diejenige der zu bedienenden Bagger 280^{cbm} i. d. Std. und die tatsächliche etwa 200^{cbm} i. d. Std. beträgt. Die Länge der Kettenglieder ist 0,600^m

Fig. 3.

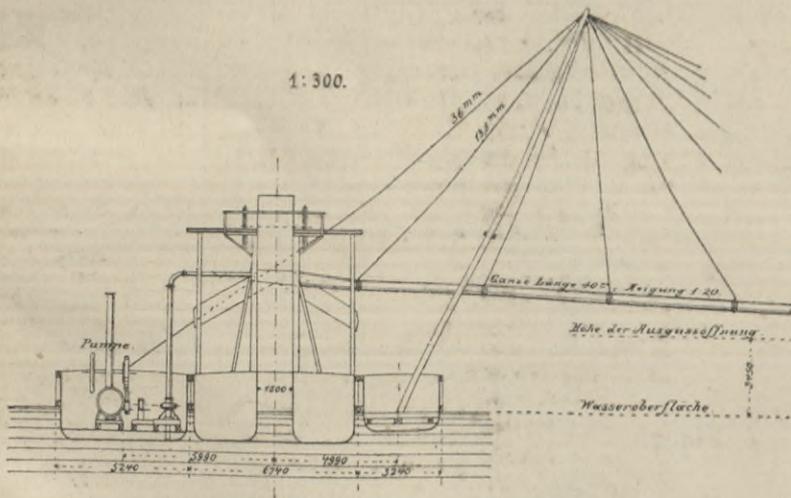
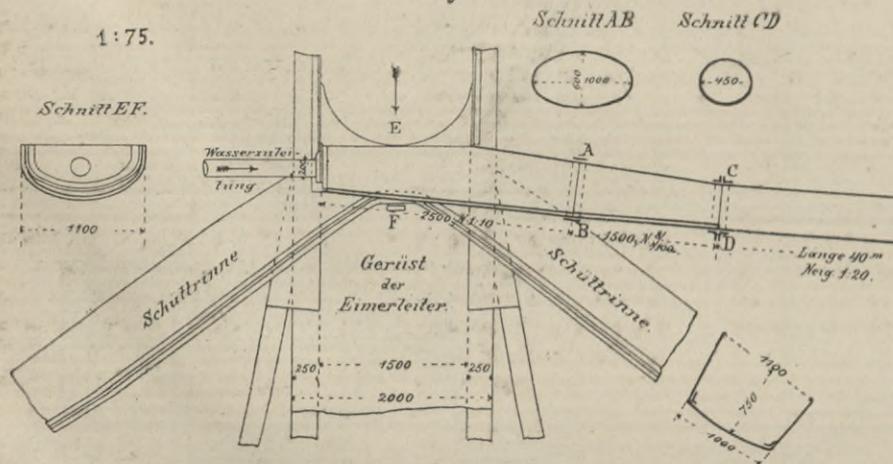


Fig. 4.



¹⁾ Revue industrielle 1878.
Engineering 1878 Bd. XXVI S. 312 m. Skizze.
²⁾ Le génie civil 1884 Bd. V S. 19 m. Abb.

¹⁾ Engineering 1879 Bd. XXVII S. 376 mit ausführlichen Zeichnungen.
²⁾ Oppermann, Portefeuille économique des machines 1885 Sp. 165 mit Zeichnungen.
³⁾ Le génie civil 1884 Bd. V S. 20 mit Zeichnungen.

und demnach die Geschwindigkeit der Kette $\frac{2 \cdot 0,6 \cdot 30}{60} = 0,6^m$ in der

Sek. Die Betriebsmaschine des Eimerwerkes leistet normal 35 Pfkr.; hiervon entfallen bei 11,5^m Hubhöhe und unter Annahme obiger Leistungen auf die Hebearbeit etwa 13 Pfkr. und auf die Grabearbeit ebenfalls etwa 13 Pfkr. Die Pumpe kann i. d. Std. 450^{cbm} Wasser in die Abflussrinne fördern, so dass, bezogen auf die Höchstleistungen, das Gemisch wiederum ungefähr $\frac{2}{5}$ Erde und $\frac{3}{5}$ Wasser enthält. Im übrigen ist naturgemäß umso mehr Wasser zuzusetzen, je gröber die Bodenart ist.

Bei größeren Entfernungen der Ablagerungsstelle, bis zu 300 und 400^m, kann man die geschlossene Rinne in eine zweite offene münden lassen, welche auf dem Lande mit mindestens $\frac{1}{100}$ Gefälle aufgestellt ist¹⁾; gröfsere Steine, welche durch die geschlossene Leitung anstandslos befördert werden, müssen jedoch gleich bei der Ausschüttung in die offene Rinne beseitigt werden, da sie leicht Verengungen in letzterer und dadurch Ueberlaufen des Fördergutes verursachen. Dieses nimmt bei der Ausschüttung, welche bei Beginn der Arbeit hinter leichten Dämmen erfolgen muss, eine Böschung von ungefähr $\frac{1}{100}$ an. Sehr feiner Sand setzt sich nur schwer ab.

¹⁾ A. Couvreur und H. Hersent. Canal maritime de Gand à Terneuzen; travaux de creusement et de Pélargissement (autographirt).

Fig. 5.

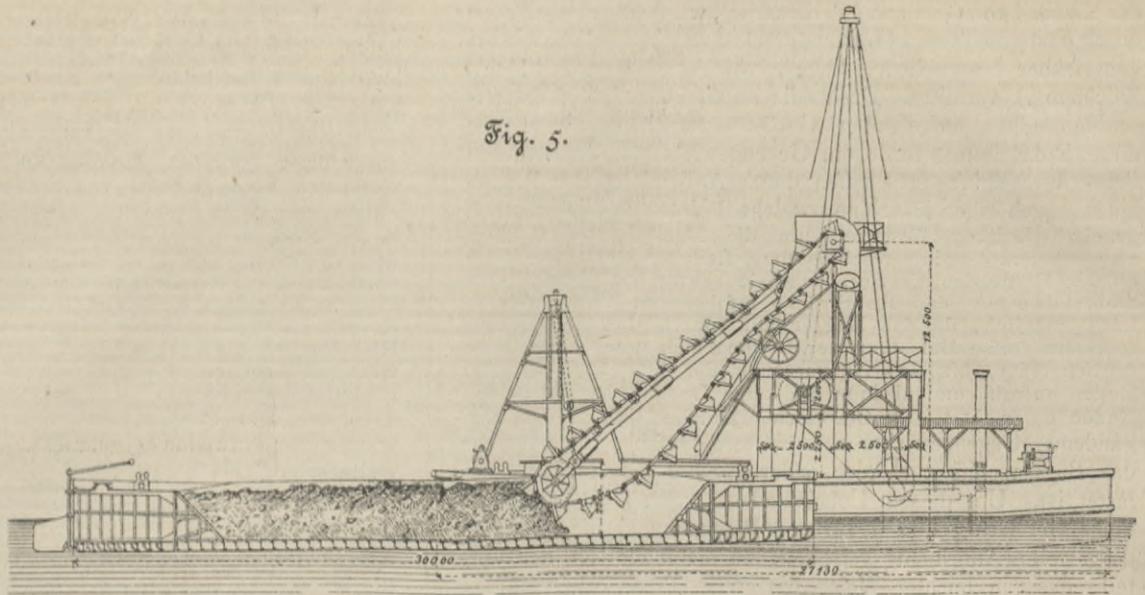


Fig. 6.

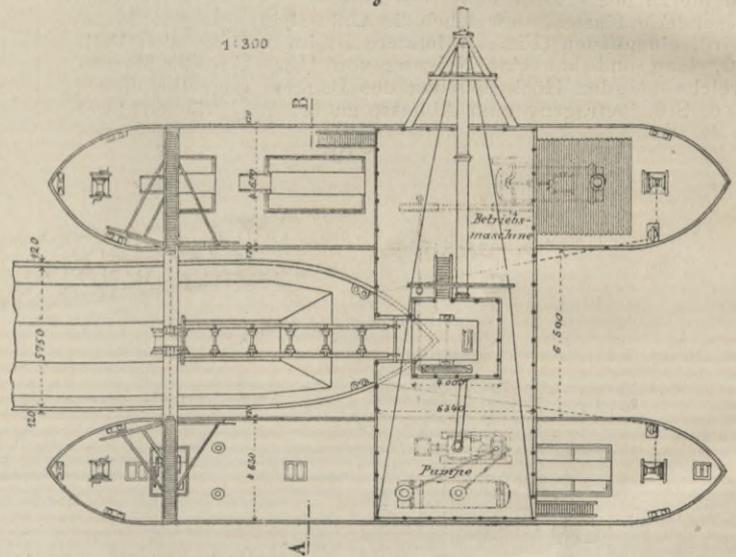
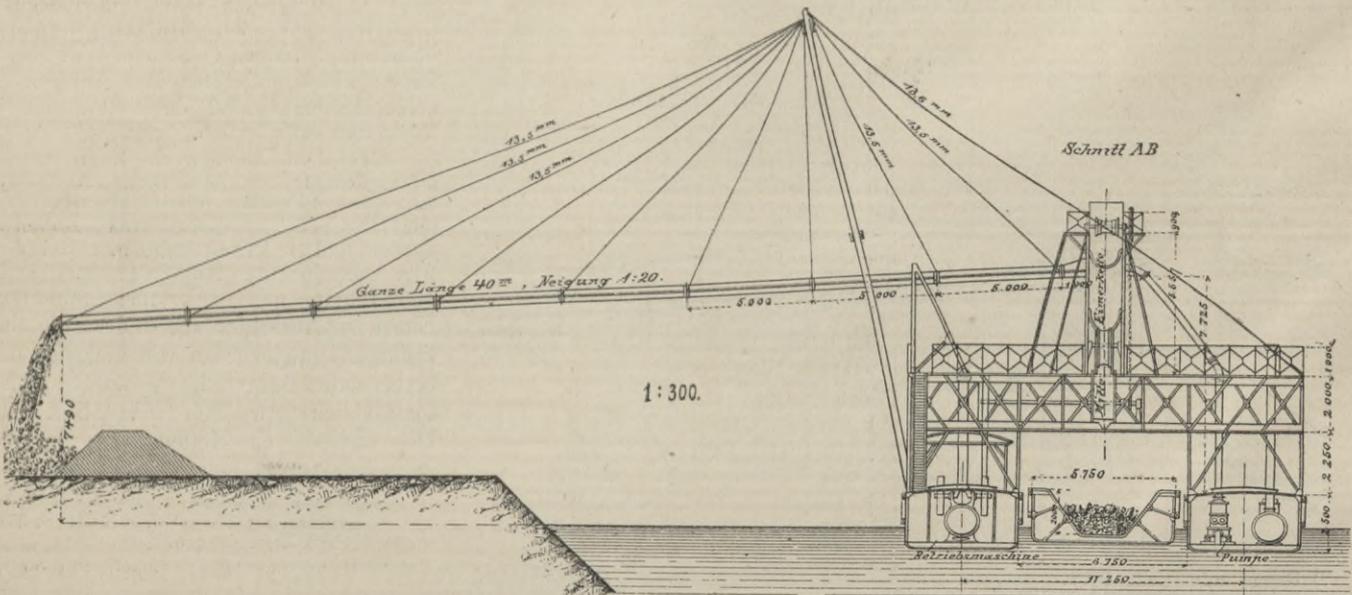


Fig. 7.

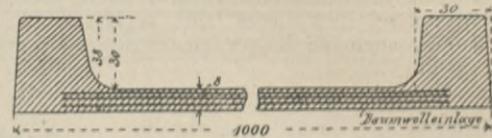


Bänder ohne Ende.

Eine zweite Art, das Baggergut auf mässiige Entfernungen von der Grabmaschine fortzuführen und ununterbrochen abzulagern, ist diejenige mittels Bänder ohne Ende. Sie ist ebenfalls zuerst bei dem Bau des Suezkanales versucht und seitdem vielfach anderweitig angewandt worden, und wird neuerdings ganz allgemein bei Trockenbaggern nach Couvreux'schem System benutzt, sobald der ausgehobene Boden nicht durch Kippwagen abgefahren wird. Die Hauptschwierigkeit, welche sich früher der Anwendung dieses Transportmittels entgegenstellte, war die Beschaffung eines haltbaren und zweckmäßigen Förderbandes. Zu den ersten Versuchen¹⁾ benutzte man leinene, in der Mitte und an beiden Seiten mit Leder- oder Metallstreifen besetzte Tücher ohne Ende, welche über zwei an den Enden eines entsprechend langen Trägers gelagerte Trommeln geführt und außerdem durch eine Anzahl Tragrollen unterstützt wurden; ihre ununterbrochene Bewegung erfolgte durch Antrieb einer der Haupttrommeln von der Grabmaschine aus, während das Baggergut in der Nähe der einen Trommel aufgegeben und bei dem Uebergange über die zweite abgeworfen wurde. Diese Tücher längten sich stark, nutzten sich schnell ab und ließen viel Fördermaterial seitlich herunterfallen; um letzteren Uebelstand zu vermeiden, wurden die Bänder mit dicken vorspringenden Tauen besetzt, jedoch ebenfalls ohne Erfolg. Durch die alsdann versuchte Befestigung der Tücher an Gelenkstangen, welche durch dünne Querachsen mit einander verbunden waren und mit ihren auf letztere aufgesteckten Rollen auf Trägern liefen, wurden sackartige Taschen zur Aufnahme des Baggergutes zwischen den Gelenkstangen gebildet; bedeutendes Eigengewicht der ganzen Konstruktion,

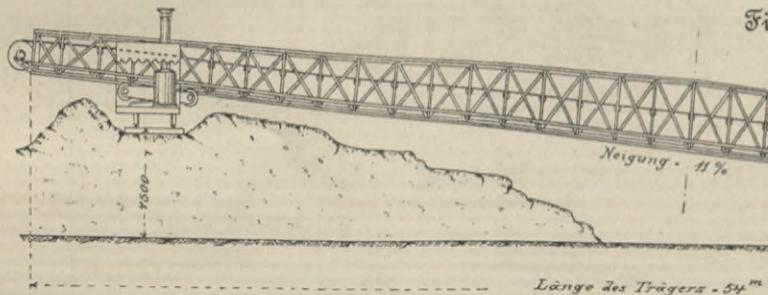
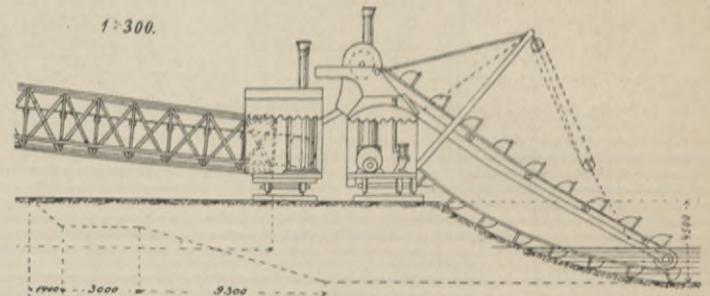
und mit 30^{mm} hohen Seitenrändern hergestellt (s. Fig. 8); behufs Erhöhung der Festigkeit und Verringerung der Dehnung sind in den Kautschuk drei gleichgerichtete Baumwollbänder eingelegt. Zur Aufnahme und Unterstützung des Förderbandes dient eine leichte, aus zwei mit einander verbundenen Fachwerkträgern gebildete Brücke, welche auf zwei auf Schienen laufenden Wagengestellen ruht und durch diese parallel und in gleichem Maße mit der Grabmaschine seitlich verschoben wird (s. Fig. 9). Wenn ein Nassbagger zu bedienen ist, so tritt an Stelle des einen Wagens ein mit dem Baggerschiffe verbundener Ponton. Das obere Trum des Förderbandes

Fig. 8.



wird in je 1,5^m Entfernung, das untere in je 3^m Entfernung durch in der Brücke gelagerte Rollen von 0,250^m Dmr. unterstützt (Fig. 10); zur seitlichen Führung sind außerdem kleine stehende Rollen zu beiden Seiten des Bandes angebracht. Sein Antrieb erfolgt durch eine besondere Maschine, welche auf dem der Grabmaschine zunächst befindlichen 3achsigen Wagen aufgestellt ist; die Antriebtrommel von 1,3 Dmr. ist ebenfalls auf diesem Wagen festgelagert, während die gleich große Umkehrtrommel in der Brücke liegt. Letztere kann in der Richtung des Bandes etwas verschoben werden, um dieses anzuspinnen; bei großer Ausdehnung muss jedoch das

Fig. 9.

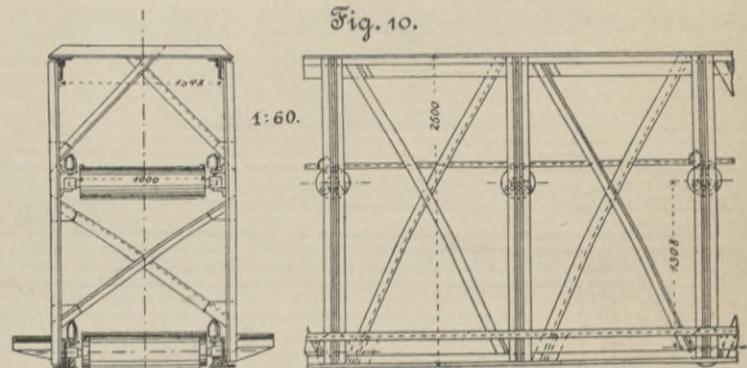


große Reibungswiderstände, schneller Verschleiß der dünnen Laufachsen und Tücher waren die Uebelstände, welche alsbald wieder zur Aufgabe dieser Anordnung zwangen. Auch der Ersatz der Tücher durch trichterförmige Kübel, welche in ähnlicher Weise an Gelenkstangen befestigt waren, erwies sich als unzweckmäßig. Schliesslich wurden anstatt der Tücher Plattenketten versucht, bei welchen dünne, seitlich aufgebogene Blechtafeln, die unter sich ähnlich wie vorbeschrieben durch Gelenkketten verbunden waren, zur Beförderung des Baggergutes dienten; jedoch auch diese erwiesen sich nicht als zweckmäßig, sodass beim Suezkanal diese Beförderungsweise überhaupt verlassen wurde. Plattenketten sind später, angeblich mit gutem Erfolge, noch mehrfach verwendet worden, und zwar hauptsächlich bei dem Bau des Amsterdamer Seekanals²⁾, bei dem Wiener Donaudurchstich bei den umfangreichen Baggerarbeiten am Lago di Fucino³⁾ u. a.

Hauptsächlich bei Trockenbaggern hat sich in den letzten Jahren eine von Buette & Le Brun⁴⁾ angegebene Ausführung und Anordnung des Förderbandes sehr gut bewährt. Das Band ist aus Kautschuk von 8^{mm} Dicke

Band verkürzt werden. Die Zuführung des Baggergutes auf das Förderband erfolgt entweder durch eine in gewöhnlicher Weise angeordnete feste Schüttrinne oder, falls die Bodenmassen nicht von selbst rutschen, durch ein geneigtes Band ohne Ende, welches an Stelle des Schüttrinnenbodens tritt und durch die Grabmaschine angetrieben wird. Der neben

Fig. 10.



dem Bagger laufende Wagen wird von diesem geschleppt, während der zweite, zur Unterstützung der Brücke dienende Wagen mit einer kleinen Betriebsmaschine nebst Kessel ausgerüstet ist, durch welche ihm die Längsbewegung erteilt wird. Um ungleichmäßige Verschiebungen beider Wagen unschädlich zu machen, sind diese mit Drehscheiben ausge-

¹⁾ Oppermann, Portefeuille économique des machines 1884, Sp. 137 u. f. nach L. Monteil, Percement de l'isthme de Suez.

²⁾ a. a. O.

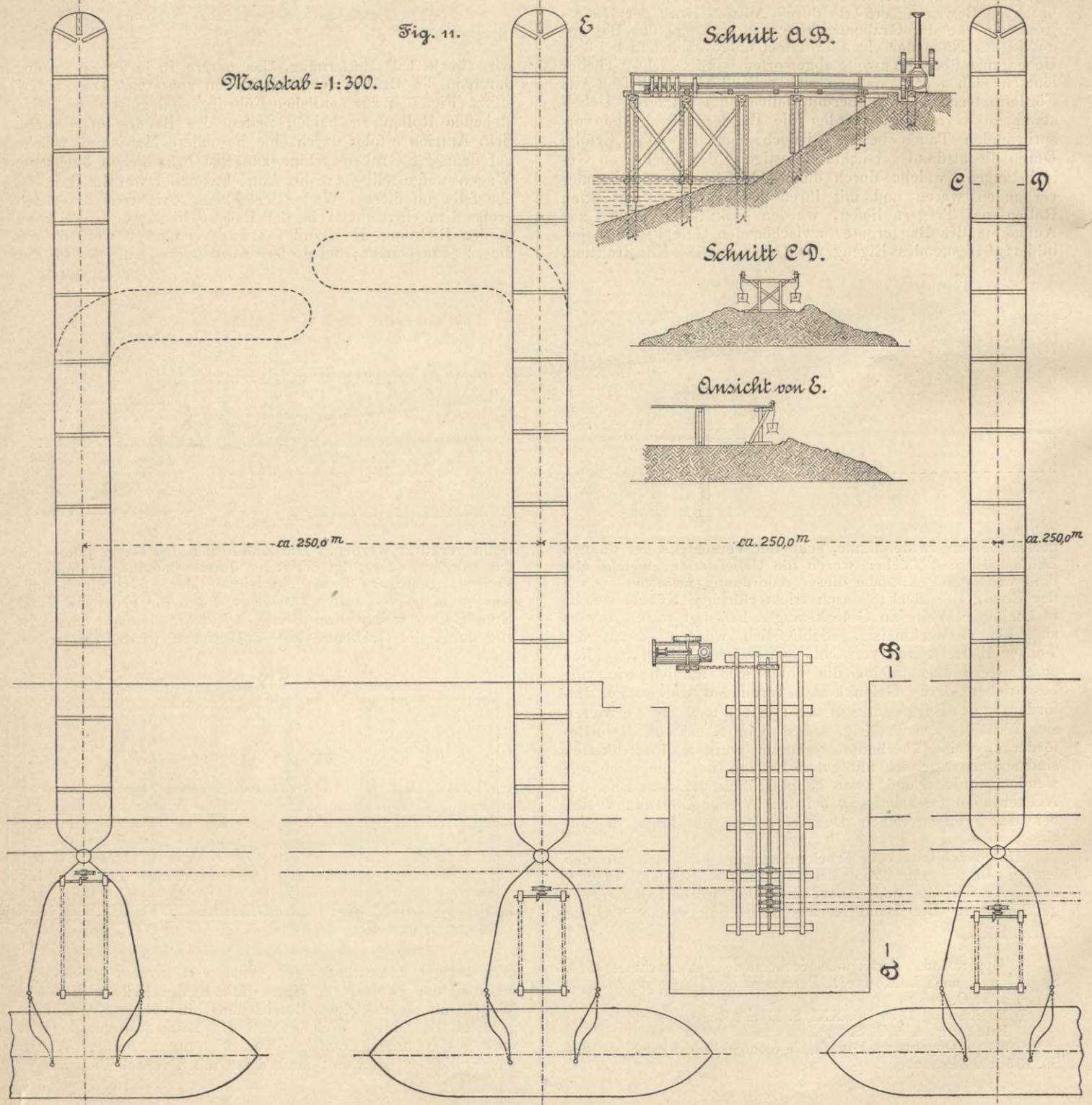
³⁾ Engineering 1876 Bd. XXI S. 17 mit Zeichnungen.

Bücking, a. a. O. S. 388.

⁴⁾ s. u. a. Oppermann, Portefeuille économique des machines 1884 Sp. 137 mit Zeichnungen.

rüstet; der obere Wagen trägt außerdem eine um eine wagerechte Achse drehbare Schwinge, welche mit 2 Rollen von 0,350^m Dmr. die Brücke unterstützt, sodass diese auch verschiedene Neigungen annehmen kann. Die größte zulässige Neigung der Brücke bezw. des Förderbandes hängt von der Art des Baggergutes ab, dessen Reibungswinkel größer als der Neigungswinkel des Bandes gegen die Wagerechte sein muss; Steigungen bis zu 25 pCt. sind bei Trockenbaggern anstandslos verwendet worden. Es erscheint dies besonders wertvoll, wenn das Baggergut zu Dammschüttungen Verwendung finden soll. Eine Verschiebung der Wagengeleise an der Ablagerungsstelle kann, weil große Neigungsänderungen zulässig sind, in längeren Zwischenräumen vorgenommen werden, während die neben dem Bagger befindlichen Geleise immer gleichzeitig mit denjenigen, auf welchen dieser läuft, verlegt werden müssen. Dies ist jedoch auch bei Kippwagentransport erforderlich.

Trotz der scheinbaren Schwerfälligkeit bewährt sich die ganze Anordnung, nach den zahlreichen neueren Ausführungen zu schließen, gut. Die Erneuerungskosten des Förderbandes werden bei etwa 50^m Transportweite zu 0,8 Pfg. für 1^{cbm} Baggergut angegeben; das Gewicht des in Fig. 8 dargestellten Bandes beträgt annähernd 12^{kg} für 1 lfd. m. Die Leistungsfähigkeit des im ganzen 1^m und im lichten etwa 0,9^m breiten Bandes ist ungefähr 150^{cbm} i. d. Std.; dabei sind die Transportweiten natürlich gleichgültig und beeinflussen nur den Kraftbedarf für die Bewegung. Es erscheint deshalb auch unbedingt erforderlich, für den Antrieb des Förderbandes eine selbständige Maschine zu verwenden und diese Arbeit nicht der Betriebsmaschine des Baggers zu übertragen, um die Geschwindigkeit des Bandes jederzeit der Leistung der Grabemaschine und der Art des Baggergutes anpassen zu können. Nimmt man die mittlere Schichthöhe zu etwa 0,030^m an —

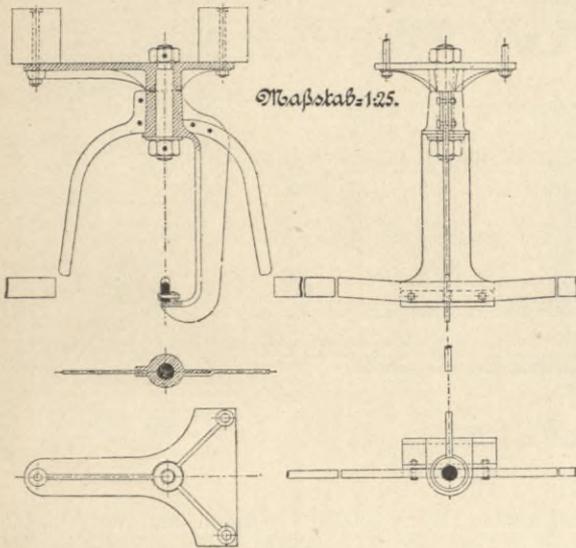


Th. Obach¹⁾ vor, die Zwischen- und Endstationen auf leicht verschiebbaren Wagen — oder gebotenenfalls auf Schiffen — aufzubauen; die Beweglichkeit des Baggers selbst wird dabei von der Seilbahn dadurch in gewissem Grade unabhängig erhalten, dass auf ihm die Trageleine durch ein Gerüst gestützt werden, welches zugleich als Drehscheibe und Schiebepöhlne ausgebildet ist.

Hängebahnen sind neuerdings in ausgedehnter Weise bei den noch in der Ausführung begriffenen neuen Hafenbauten in Hamburg zur Anwendung gelangt. Die Anordnung der ersten dieser Anlagen, welche von Th. Otto in Schkeuditz gebaut wurden, geht aus Fig. 11 u. 12 hervor²⁾. An passenden Stellen des Ufers sind in Entfernungen von etwa je 250^m hölzerne Ladebrücken mit daran anschließenden zweigeleisigen Hängebahnen errichtet. Die aus hochkantig gestellten Flachschiene gebildeten Geleise sind in je 2^m Entfernung durch hölzerne, leicht verlegbare Böcke unterstützt und am Ende der Bahn durch eine Halbkreislinie mit einander verbunden; das eine Geleise dient für den Hinlauf der beladenen Wagen zur Entladestelle, das zweite für den Rücklauf der entleerten zur Ladebrücke. Durch Anbringung von Weichenschienen können die Wagen auch in beliebiger Richtung seitwärts abgeleitet werden, wie in Fig. 11 punktirt. Die Verbindung zwischen der Ladebrücke und dem Bagger wird durch dicke Prahme bewirkt; behufs Umladung des Baggergutes werden die Hängebahnwagen durch Bremswinden in die Prahme hinabgelassen und mit Schaufeln von Hand gefüllt; jede Ladebrücke ist mit zwei solcher Windevorrichtungen versehen, um einen Pramm immer an zwei Stellen zugleich

in welcher es durch eine Federklinke festgehalten wird, und lässt das beladene Fahrzeug aufsitzen. Um die Winden ununterbrochen in Betrieb halten zu können, befindet sich neben jeder derselben ein Hilfsgeleise zur Aufnahme leerer Wagen, welches durch drehbare Schienenstücke mit dem zugehörigen Hauptgeleise verbunden werden kann. Auf letzterem werden die beladenen Wagen von Hand bis zu einer hängenden Drehscheibe geschoben, welche in dem Kreuzungspunkte der sich rechtwinklig durchschneidenden beiden Hauptgeleise eingeschaltet ist und es ermöglicht, jede Winde entweder mit dem Geleise für den Hinlauf oder mit demjenigen für den Rücklauf in Verbindung zu setzen; die Konstruktion der Drehscheibe geht aus Fig. 13 hervor. Das Geleise für die Fortführung der beladenen Wagen ist landeinwärts geneigt angeordnet, so dass die letzteren durch das Gefälle bis zur Kipp-

Fig. 13.

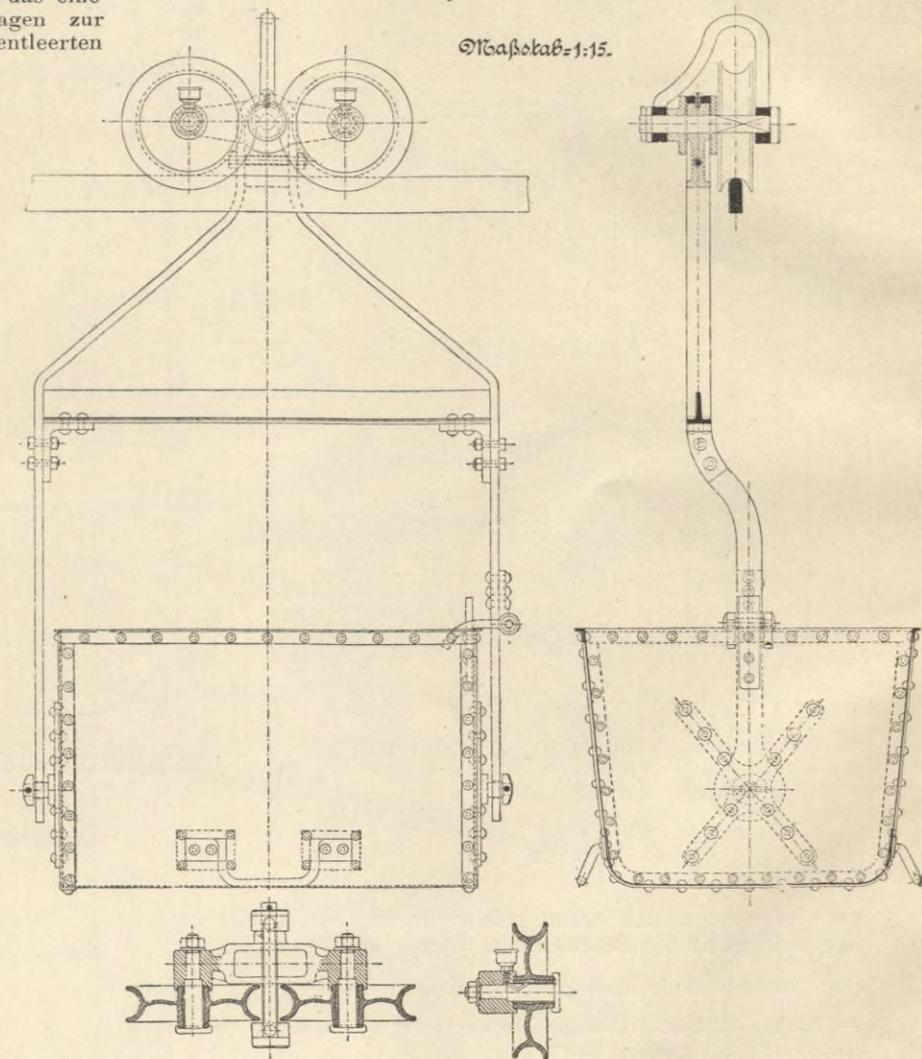


angreifen zu können. Der Antrieb der Winden zum Heben der beladenen Wagen erfolgt vermittels Drahtseilübertragung von einer Lokomobile aus, welche gleichzeitig 5 bis 6 solcher Ladebrücken bedient; von der getriebenen Seilscheibe jeder Ladebrücke wird durch ein Kegelräderpaar eine Querachse in Umdrehung versetzt, welche ihre Bewegung durch Riemen auf die mit Fest- und Losscheiben versehenen Winden überträgt. Die Wagen können nur senkrecht auf- bzw. abwärts bewegt werden; sie müssen daher an den Bahnschienen frei vorbeigehen können. Zu diesem Behufe ist das unmittelbar unter dem Seil- oder Kettenhaken liegende Schienenstück in 2 senkrechten Schwingen gelagert und kann durch Ziehen an einer Kette nach außen gedreht werden; sobald der Wagen hoch genug gehoben ist, lässt man das Schienenstück wieder in seine richtige Lage zurückfallen,

¹⁾ Th. Obach, Drahtseilbahnen zum Transport von gebaggertem Material. Wien 1887.

²⁾ Nach gef. Mitteilungen des Hrn. Th. Otto in Schkeuditz.

Fig. 14.



stelle laufen; wenn jedoch das Gefälle für die Bewegung nicht genügt, so werden die Fahrzeuge durch Arbeiter, welche in etwa je 30^m Entfernung aufgestellt sind, weitergestoßen; das Umkippen der in gewöhnlicher Weise ausgebildeten Wagen (Fig. 14) erfolgt von Hand, ebenso das Zurückführen der entleerten bis zur Drehscheibe und von dieser bis zu den Winden.

Abweichend von diesen ersten Ausführungen ist bei den später gebauten Anlagen hauptsächlich die Umladevorrichtung in zweckmäßiger Weise geändert worden, indem die Beladung der Hängebahnwagen nicht in den Baggerprahmen von Hand erfolgt, sondern aus einem Füllrumpf, vor welchem sie in allmählicher Folge vorbeigeführt werden; die hängende Drehscheibe wird hierbei überflüssig. Die Ueberladung des Baggergutes aus den Prahmen in den Füllrumpf geschieht durch

Drehschaufelbagger (Konstruktion von Wild und von Jessop s. S. 11), welche an Stelle der einzelnen Winden treten. Es erscheint diese Abänderung für einen billigen und gleichmäßigen Betrieb vorteilhaft.

In Hamburg waren bis Ende 1884 im ganzen 37 solcher Ladebühnen mit Hängebahnen eingerichtet, welche durch 5 Dampfmaschinen betrieben werden. Die Anlagekosten für 5 Bühnen mit einer gemeinschaftlichen Antriebsstation belaufen sich einschl. Lokomobile auf etwa 52 000 *M.* Der Fassungsraum eines Wagens beträgt $0,28^{cbm}$ und sein Gewicht im beladenen Zustande ungefähr 620^{kg} . Die stündliche Leistung einer Bühne mit 2 Winden ist 20^{cbm} und die tägliche Durchschnittsleistung 175^{cbm} ; es hebt demnach durchschnittlich jede

Winde stündlich 35 Wagen. Die gleiche Leistungsfähigkeit besitzen die mit Drehschaufelbaggern ausgerüsteten Bühnen, deren Gefäße $0,58^{cbm}$ Inhalt haben. Bei einer mittleren Transportweite von 150^m betragen die Kosten einschl. Abschreibung, Unterhaltung usw. der ganzen Anlage rund 37 Pfg. für 1^{cbm} gefördertes Baggergut¹⁾, gegenüber etwa 67 Pfg. bei Schubkarrentransport.

Die Anlagen haben sich in mehrjährigem Betriebe gut bewährt.

¹⁾ Deutsche Bauztg. 1884 S. 574.

Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884 S. 515.



Die Hebezeuge

Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen.

Ein Handbuch
für
Ingenieure und Architekten, sowie zum Selbstunterricht für Studierende
von
Ad. Ernst
Professor am Königl. Polytechnikum in Stuttgart.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten und
einem Atlas von 46 lithographirten Tafeln.

In zwei eleganten Leinwandbänden. — Preis *M* 36.—.

Die Dampfkessel

mit Rücksicht auf ihre industrielle Verwendung.

Von
J. Deufer.

Beschreibung der wichtigsten Kesselsysteme, Angaben über Fabrik-
schornsteine u. Beschreibung vorzüglicher Constructionen derselben,
Untersuchungen und praktische Angaben über die Verbrennung
im Allgemeinen, sowie über die Rauchverbrennung im Besonderen
und über die Verdampfung, Erläuterung verschiedener Arten von
Kesselfeuerungen und Notizen über Dampf- und Speiseleitungen.

Autorisirte Deutsche Ausgabe

Von
Theodor d'Estér,
Ingenieur.

Mit 81 colorirten Tafeln mit Zeichnungen und eingeschriebenen
Maassen. Ein Band in Gr.-Folio. Fest gebunden. Preis *M* 36.—.

Die practische Anwendung
der

Schieber- und Coulissensteuerungen

Von
William S. Auchincloss, C. E.
mem. amr. soc. civ. eng.

Autorisirte deutsche Uebersetzung und Bearbeitung
von

A. Müller
Oberingenieur der Borsig'schen Maschinenbau-Anstalt in Moabit.

Mit 18 lithogr. Tafeln u. zahlr. in den Text gedruckten Holzschn.

Preis geb. in Leinwand *M* 8.—.

Hilfsbuch

für

Dampfmaschinen - Techniker.

Mit einer theoretischen Beilage.

Unter Mitwirkung
von Adalbert Káš, k. k. Bergakademie-Adjunct in Pribram
herausgegeben
von

Josef Hrabák
Professor an der k. k. Bergakademie in Pribram.

Mit eingedruckten Diagrammen in Holzschnitt.
In Leinwand gebunden Preis *M* 16.—.

Die Steuerungen der Dampfmaschinen

Von
Emil Blaha

Maschinen-Ingenieur und Professor an der k. k. Staatsgewerbeschule
in Reichenberg i. B.

Mit 238 Figuren auf 30 lithographirten Tafeln.

■ **Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.** ■
Eleg. gebunden. Preis *M* 10.—.

Fehlands

Ingenieur-Kalender.

Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure

herausgegeben von

Th. Beckert und **A. Polster**
Hütteningenieur u. Direktor d. Rhein- Westf. Hütterschule in Bochum Direktor d. Lausitzer Maschinen-
fabrik in Bautzen i. S.

Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Eisenbahnkarte.

In zwei Theilen.

I. Theil in Leder mit Klappe. — II. Theil (Beilage) geheftet.
Preis zusammen *M* 3.—.
Briefaschen-Ausgabe mit Ledertaschen etc. Preis *M* 4.—.

Fördermaschinenanlage

auf Schacht I der Steinkohlen-Actien-Gesellschaft
Bockwa-Hohndorf-Vereinigtfeld bei Lichtenstein.

Von
B. Otto.

Mit 4 lithographirten Tafeln.
Preis *M* 2.40.

Hilfsbuch für den Schiffbau

Von

Hans Johow,

Kaiserl. Marine-Schiffbau-Ingenieur.

Mit 96 Holzschnitten und 2 lithogr. Tafeln.
Preis in Leinwandband *M* 16,—; in Lederband *M* 18,—.

Die Landmessung.

Ein Lehr- und Handbuch

von

Dr. C. Bohn,

Professor der Physik und Vermessung an der Königl. Bayr. Forstschule
in Aschaffenburg.

Mit 370 in den Text gedruckten Holzschnitten und
2 lithographirten Tafeln.

Preis *M* 22,—; geb. *M* 23,20.

Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen

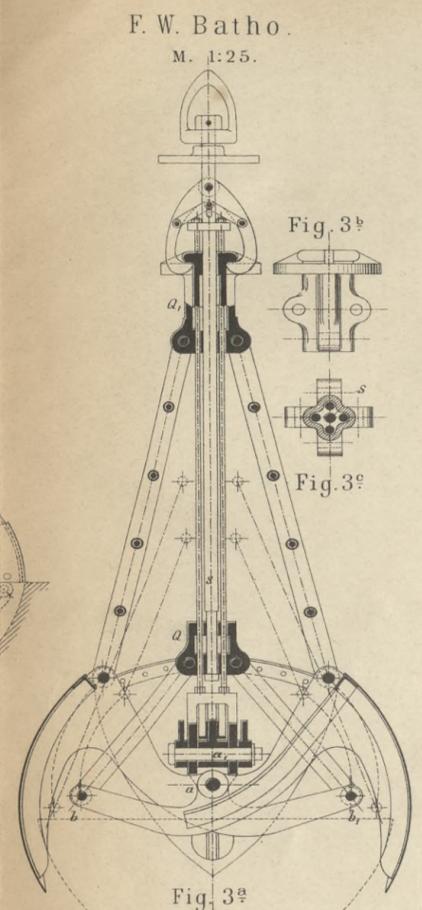
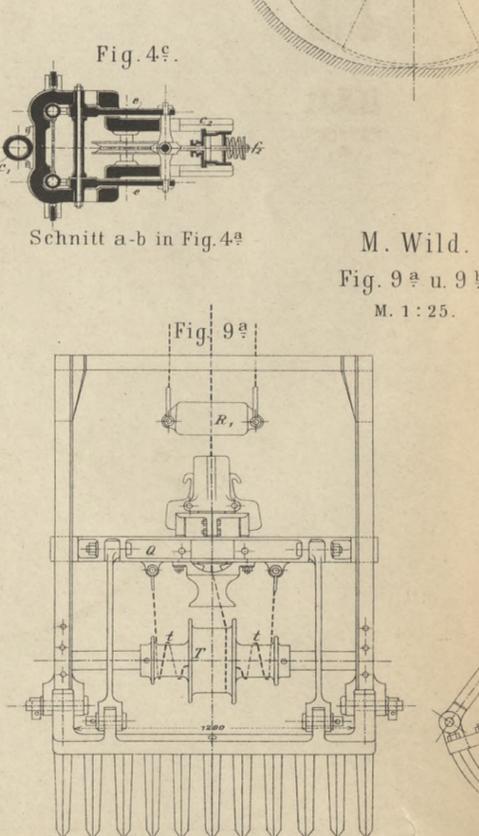
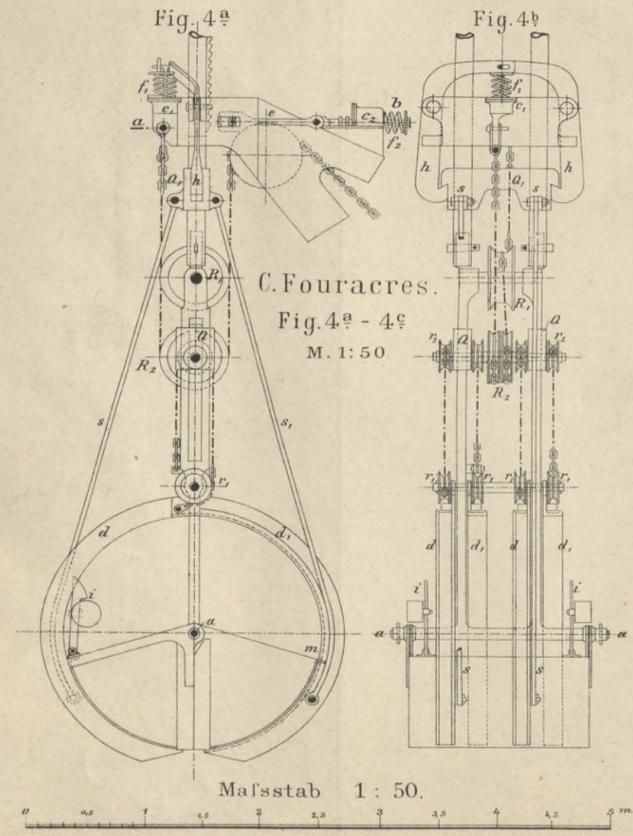
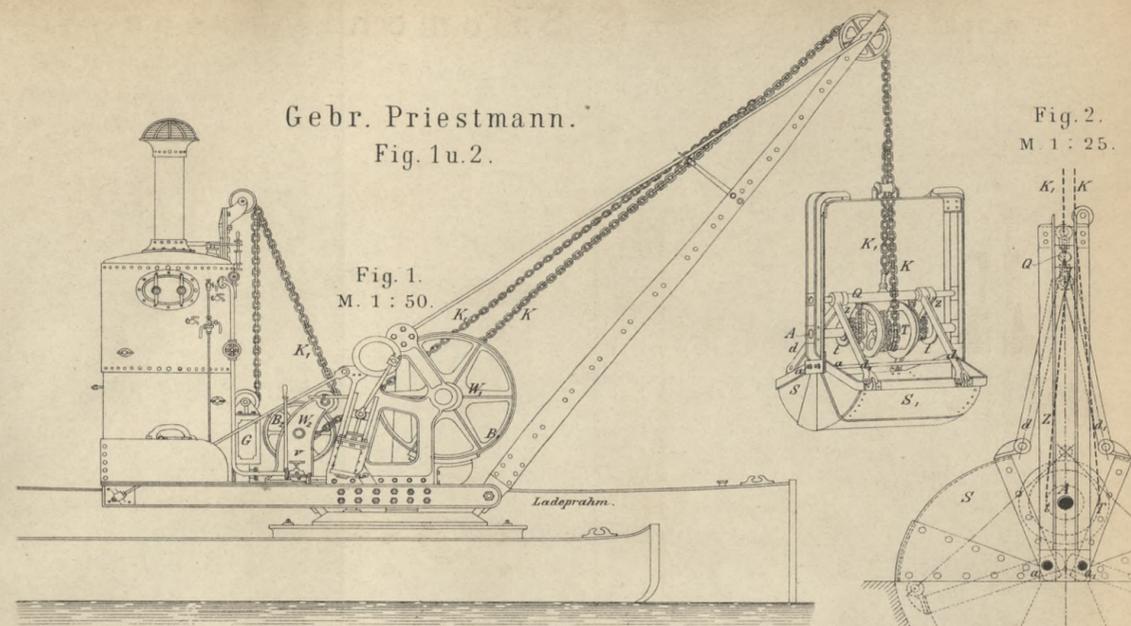
mit und ohne Uebergangskurven für Eisenbahnen
und Strassen.

Mit besond. Berücksichtigung der Eisenbahnen untergeord. Bedeutung
bearbeitet von

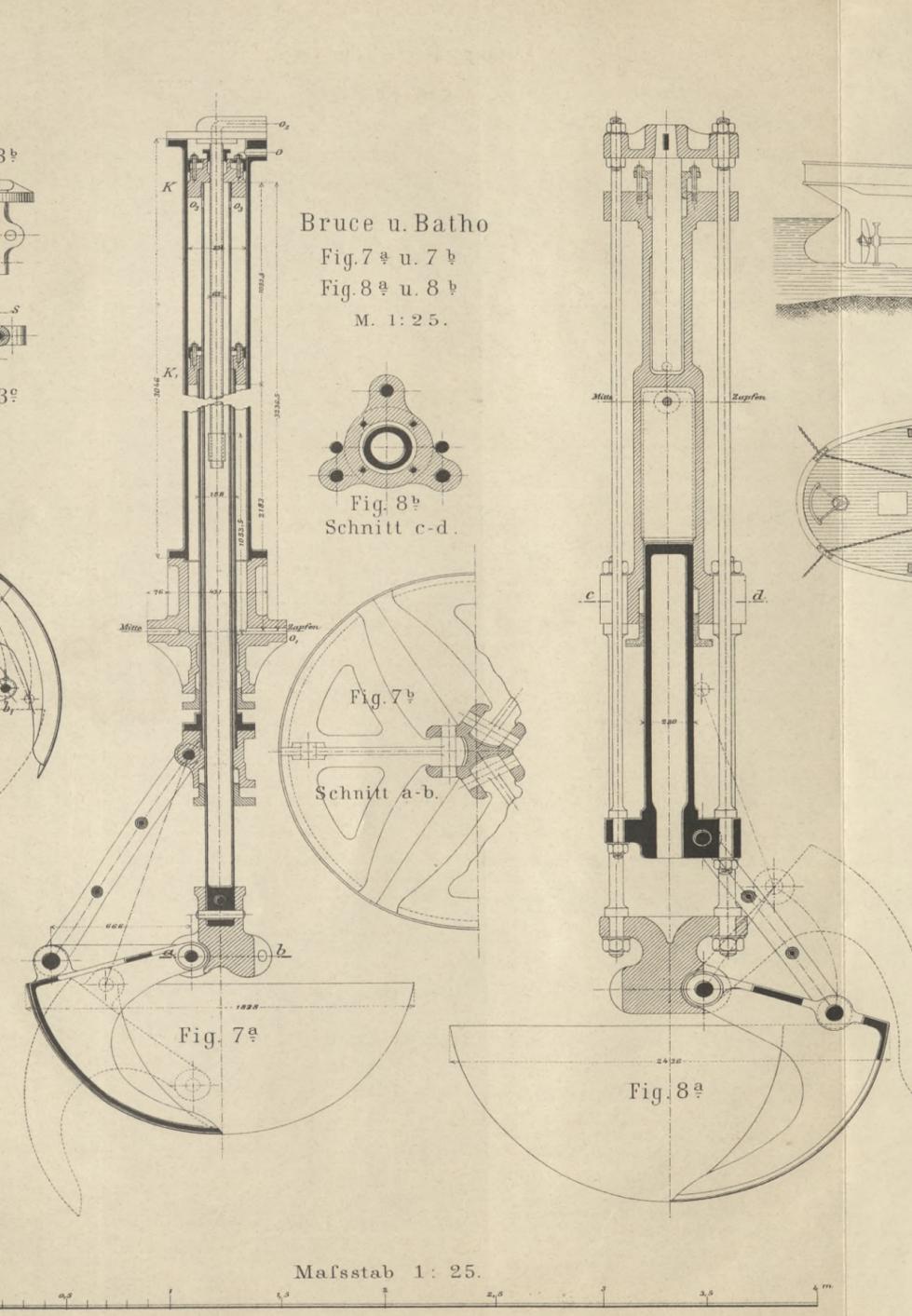
O. Sarrazin und H. Oberbeck.

Dritte durchgesehene Auflage.
Preis geb. *M* 3.—.

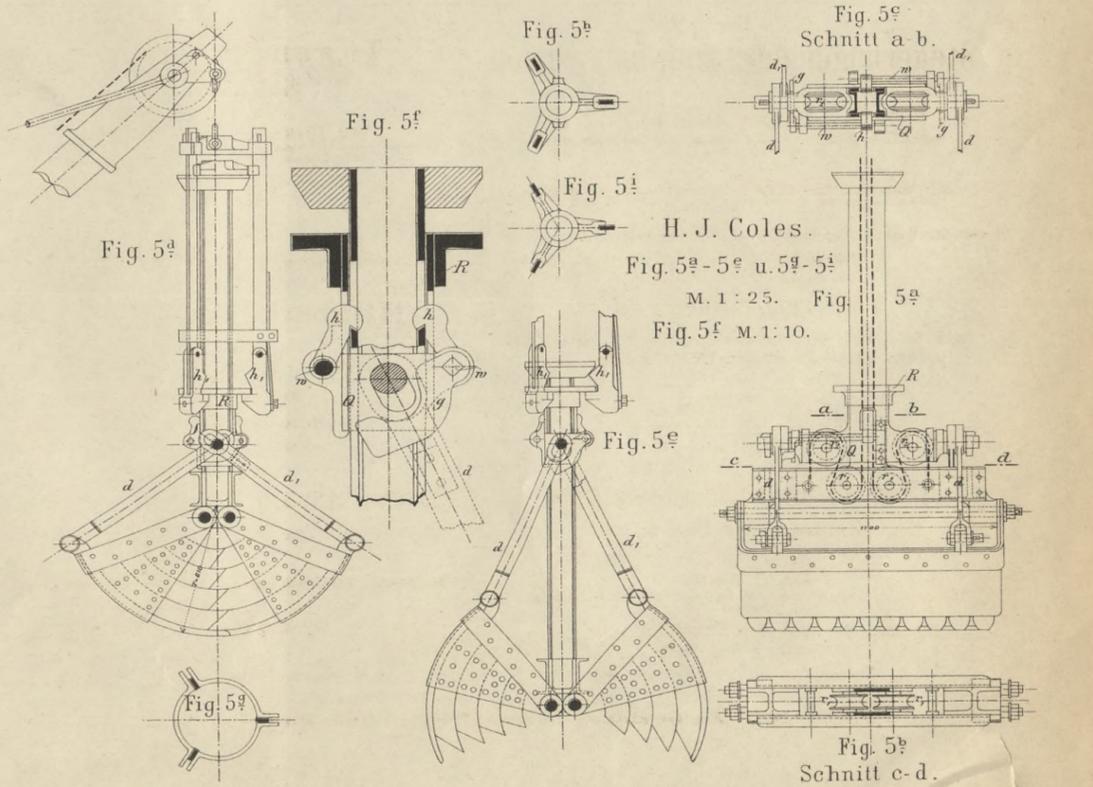
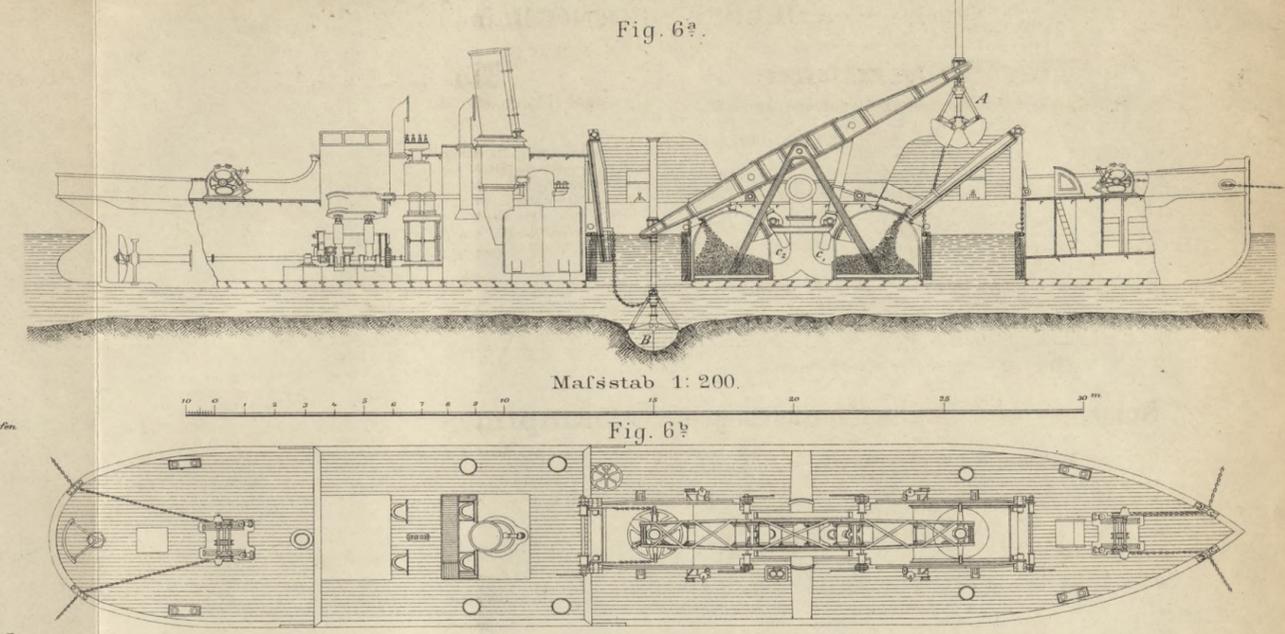




B. Salomon: Nassbagger.



Balancier-Bagger mit dreiteiligem Drehschaufelgefäß von Bruce und Batho.



B. Salomon: Nassbagger.
Eimerkettenbagger
der Panama-Kanal-Gesellschaft.

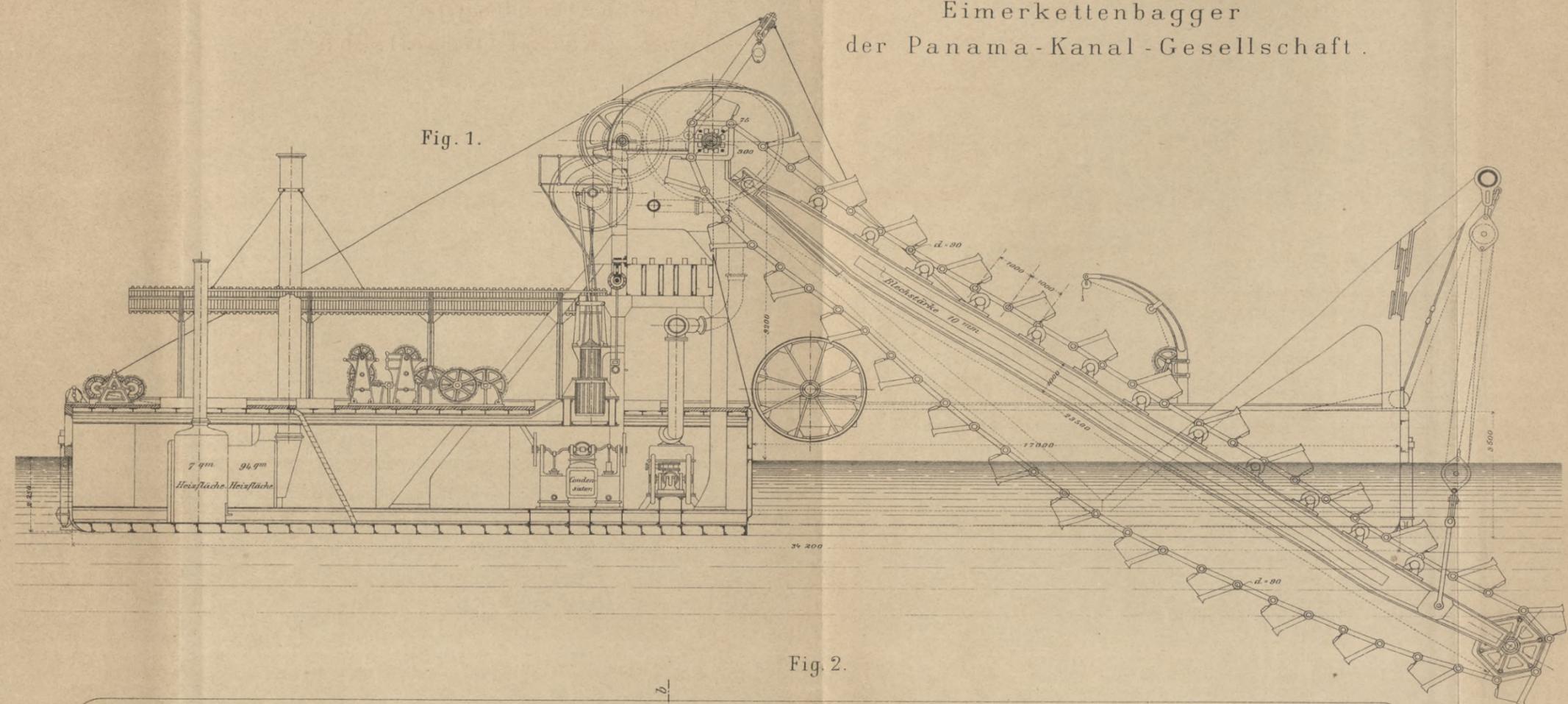


Fig. 1.

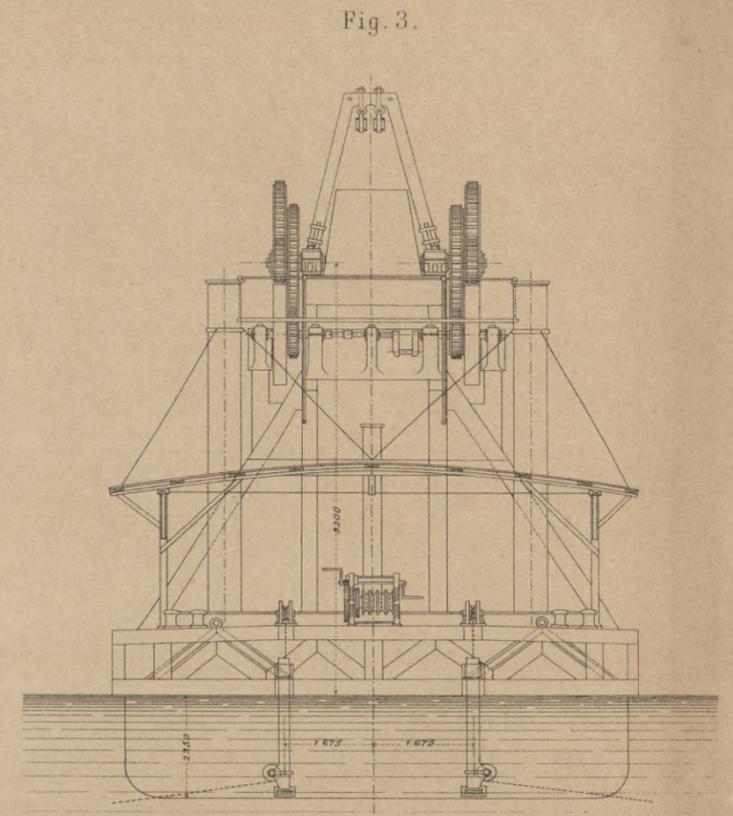


Fig. 3.

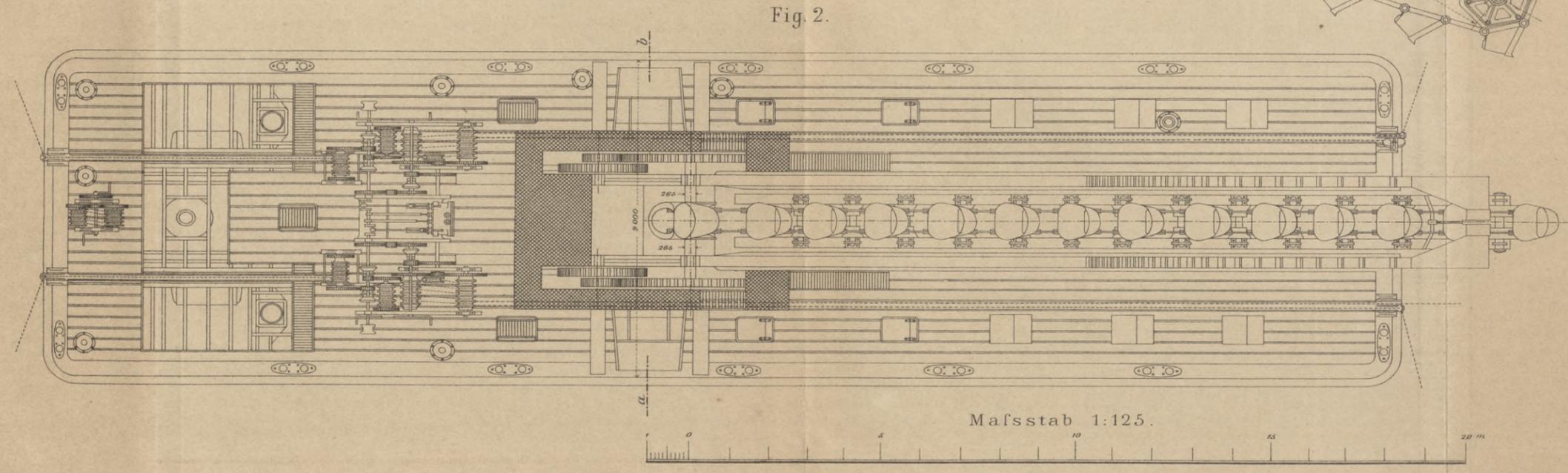


Fig. 2.

Maßstab 1:125.

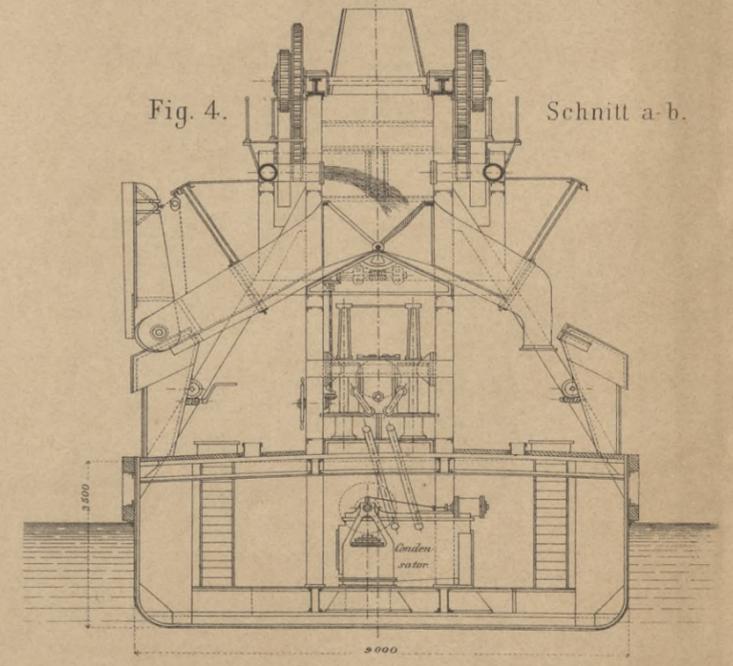


Fig. 4.

Schnitt a-b.

B. Salomon : Nassbagger.

Eimerkettenbagger mit wagrecht verschiebbarer Eimerleiter
von W. Simons & Co in Renfrew.

Fig. 1.

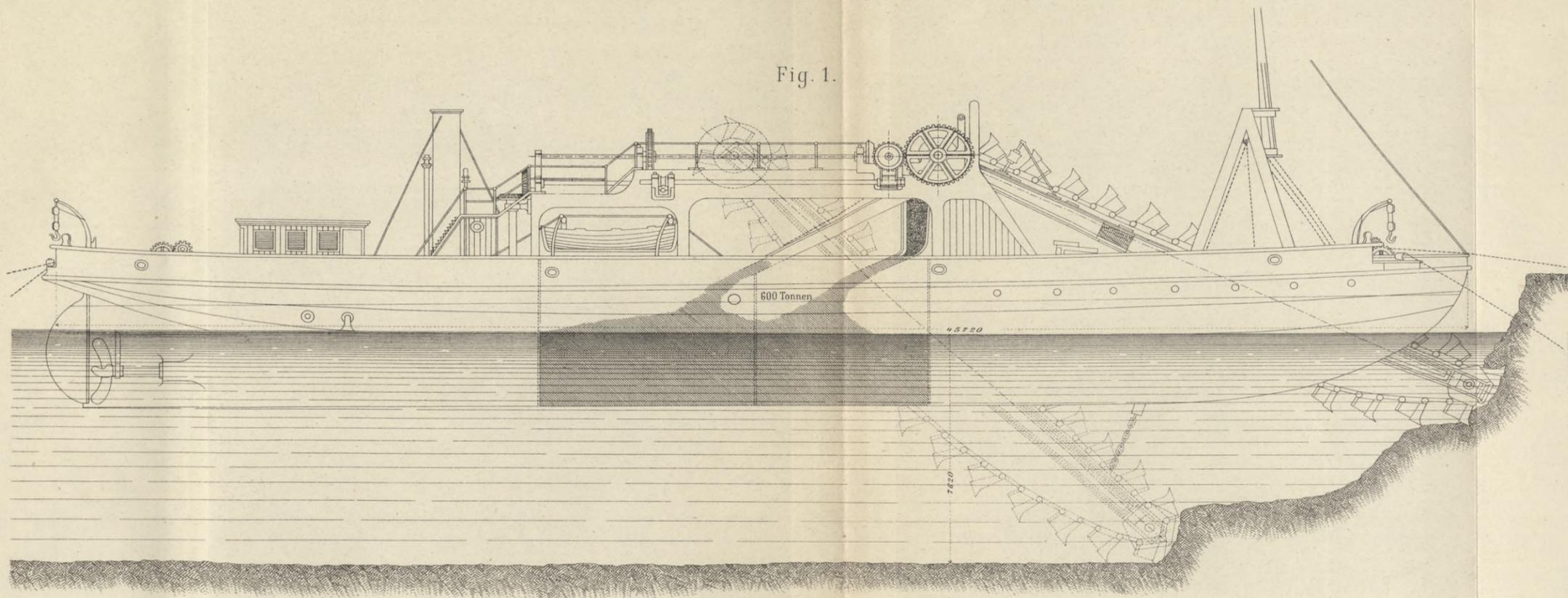
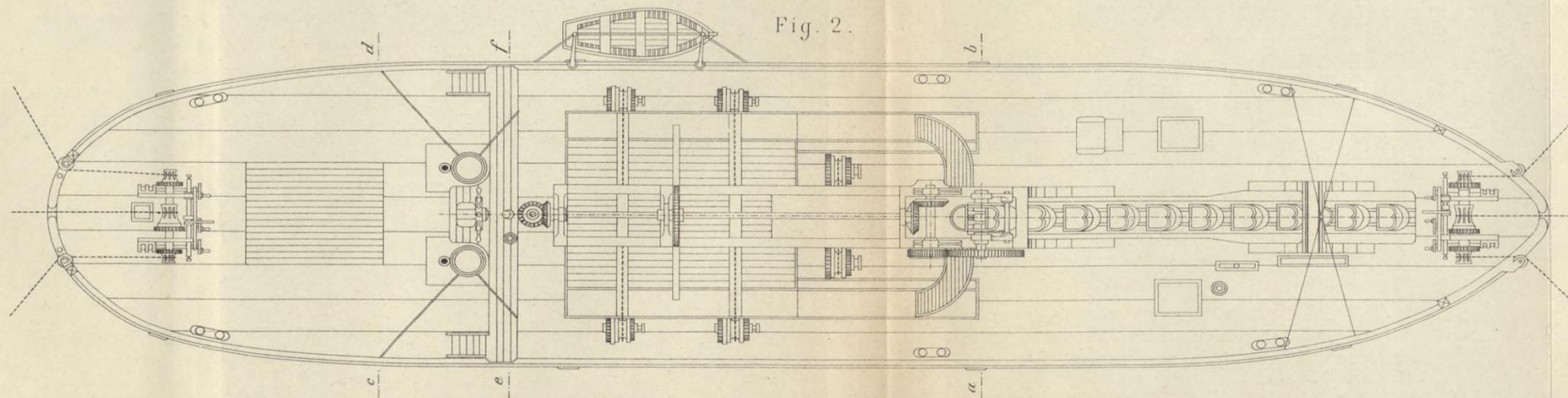


Fig. 2.



Mafsstab 1: 150.



Fig. 3. Schnitt a-b.

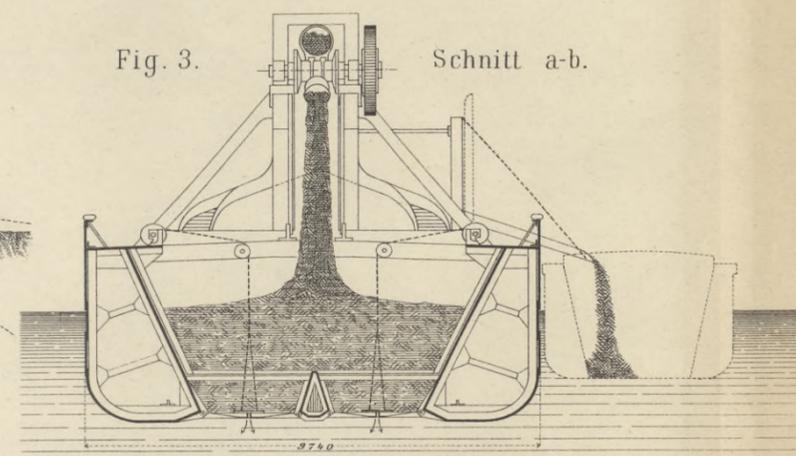


Fig. 4. Schnitt c-d.

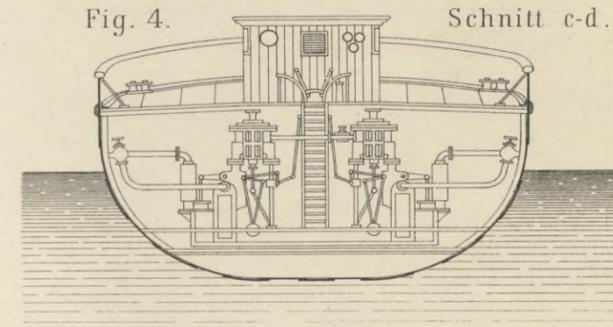
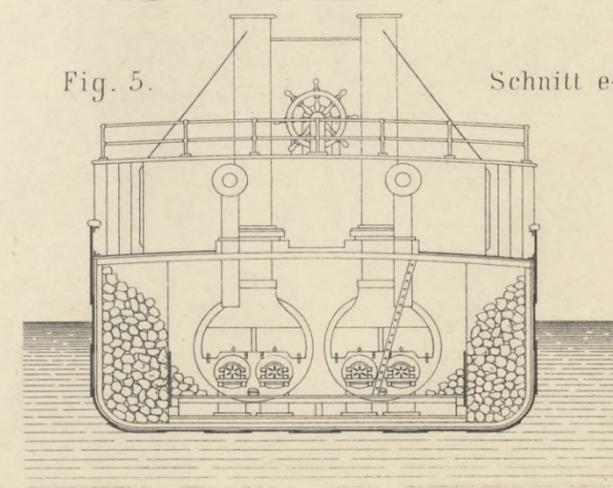


Fig. 5. Schnitt e-f.



Forchheimer: Trockenbagger.

Löffelbagger von Osgood.
Fig. 1-3.

Fig. 1. Seitenansicht. 1:75.

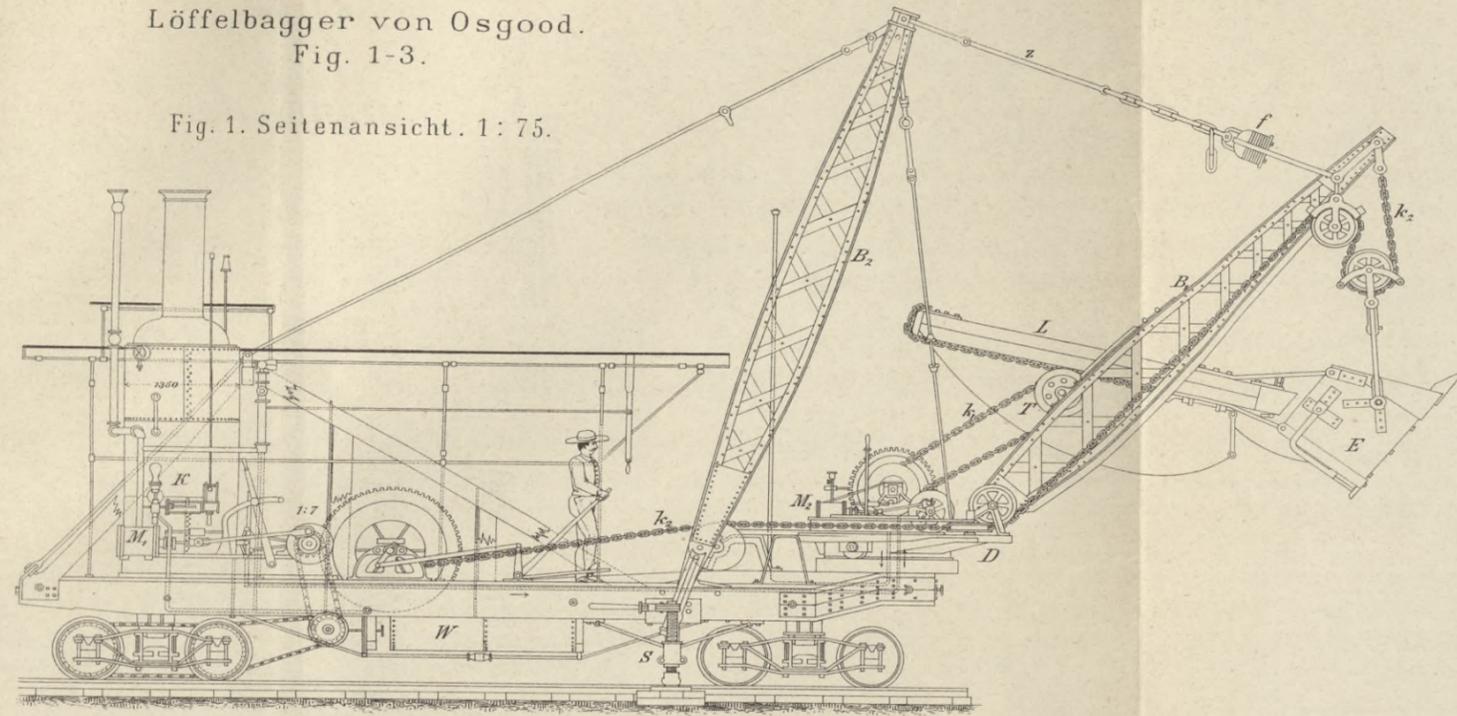


Fig. 2. Grundriss. 1:75.

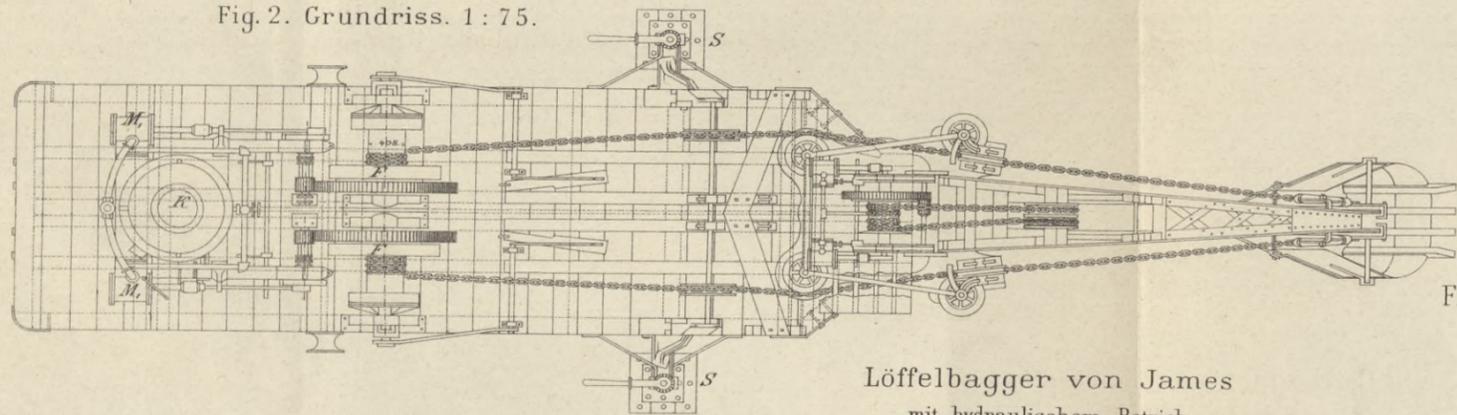
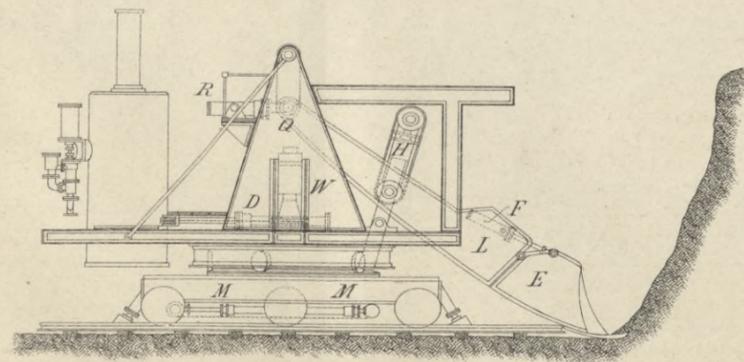


Fig. 6. Arbeitsbeginn. 1:75.



Löffelbagger von James
mit hydraulischem Betrieb.
Fig. 6-7.

Fig. 7. Entladung. 1:75.

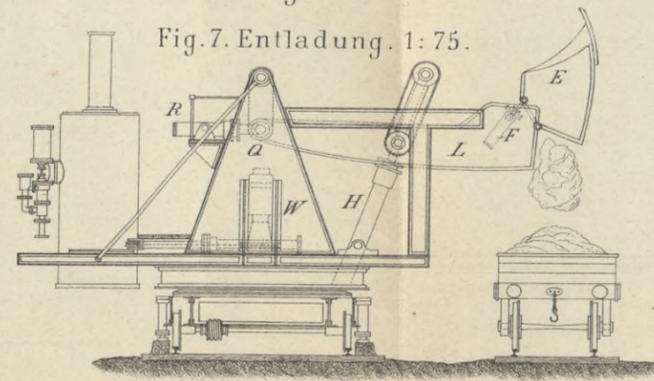
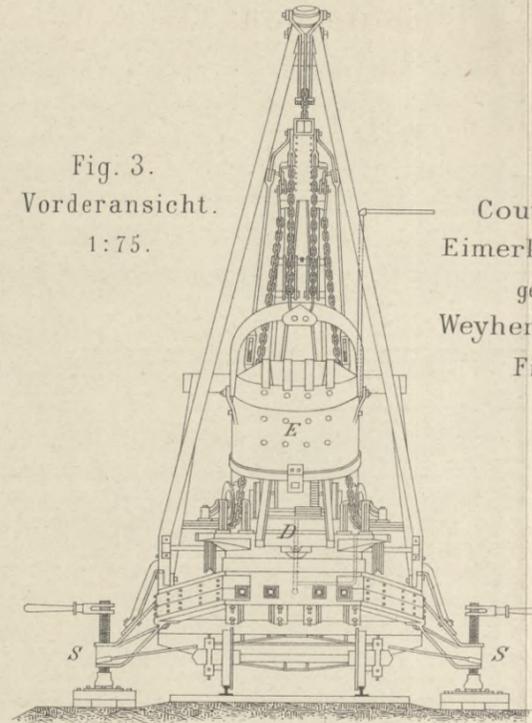


Fig. 3.
Vorderansicht.
1:75.



Couvreux'scher
Eimerkettenbagger
gebaut von
Weyher u. Richmond.
Fig. 8-10.

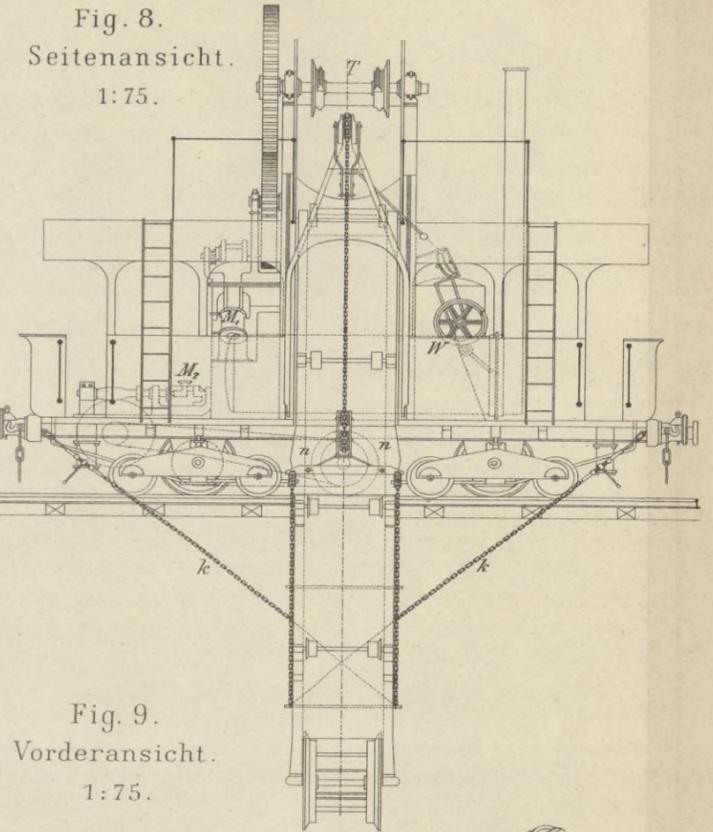
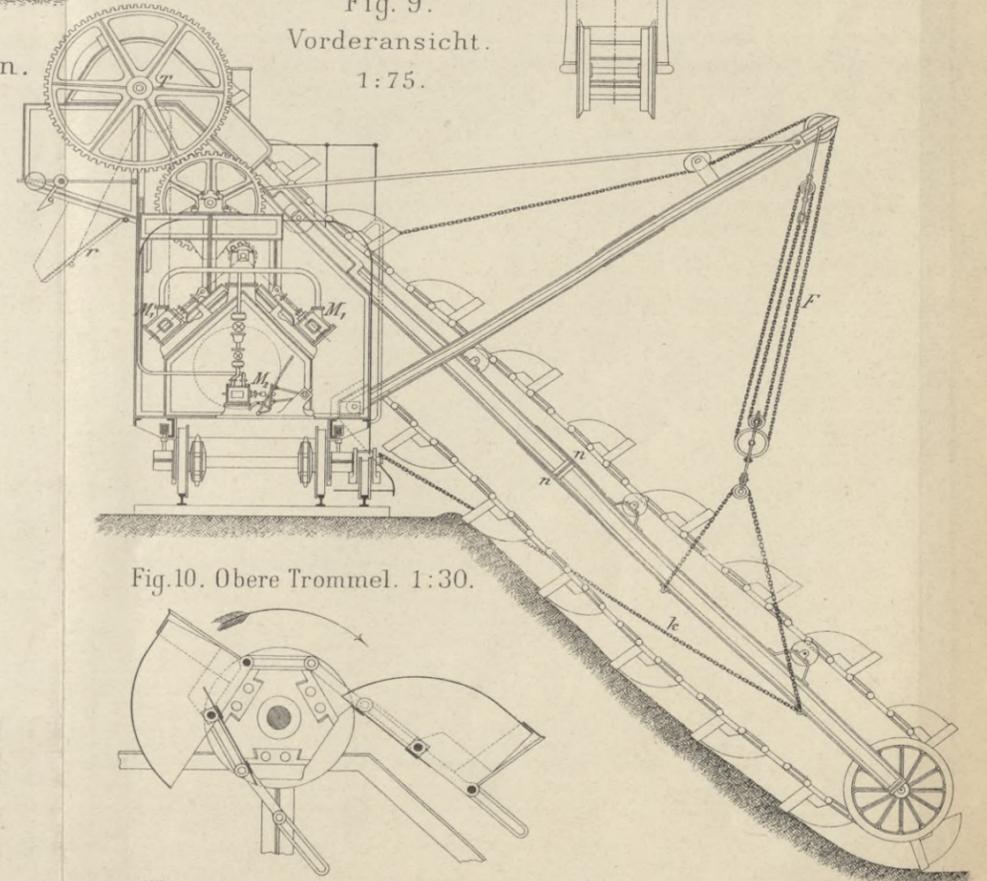


Fig. 9.
Vorderansicht.
1:75.



Löffelbagger von Dunbar u. Ruston.
Fig. 4-5.

Fig. 4. Eimer.
1:50.

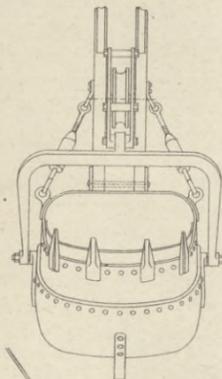
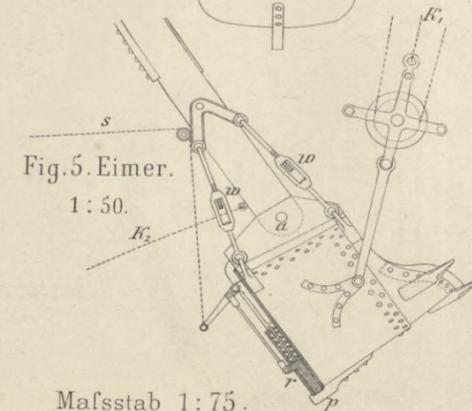
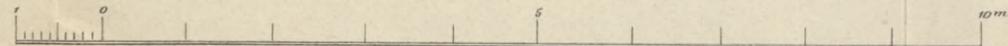


Fig. 5. Eimer.
1:50.



Mafsstab 1:75.



Forchheimer: Trockenbagger.

Couvreux'scher Eimerkettenbagger mit drehbarer Leiter von Bourdon. Fig. 1-3.

Fig. 1. Mit langer Leiter.
1: 75.

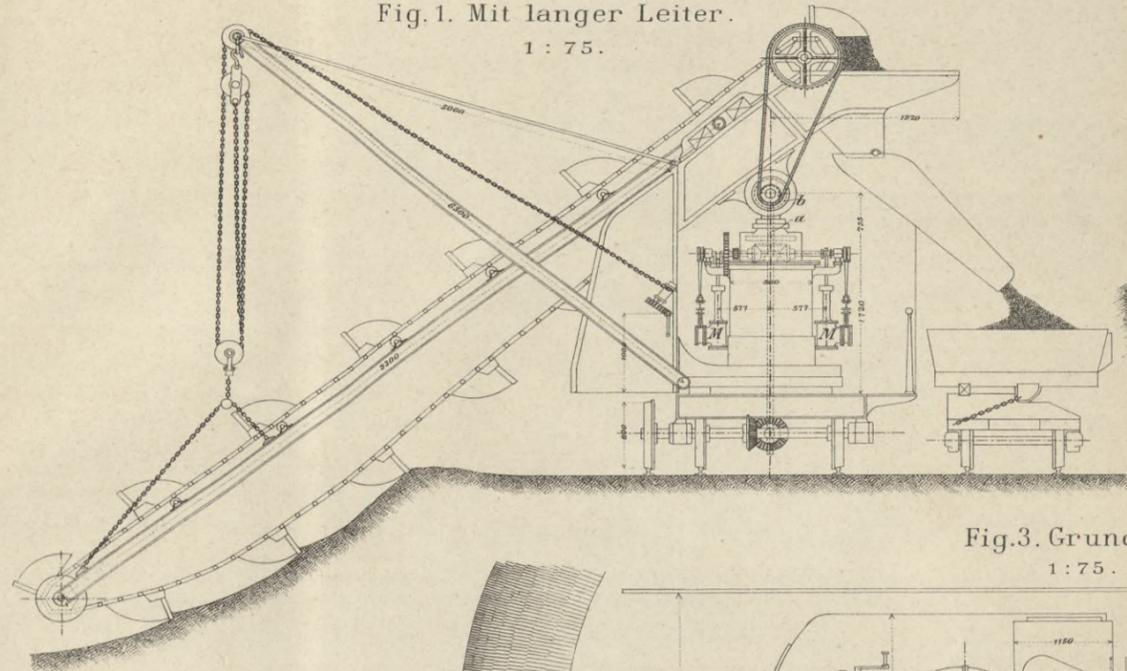


Fig. 2. Mit kurzer Leiter.
1: 75.

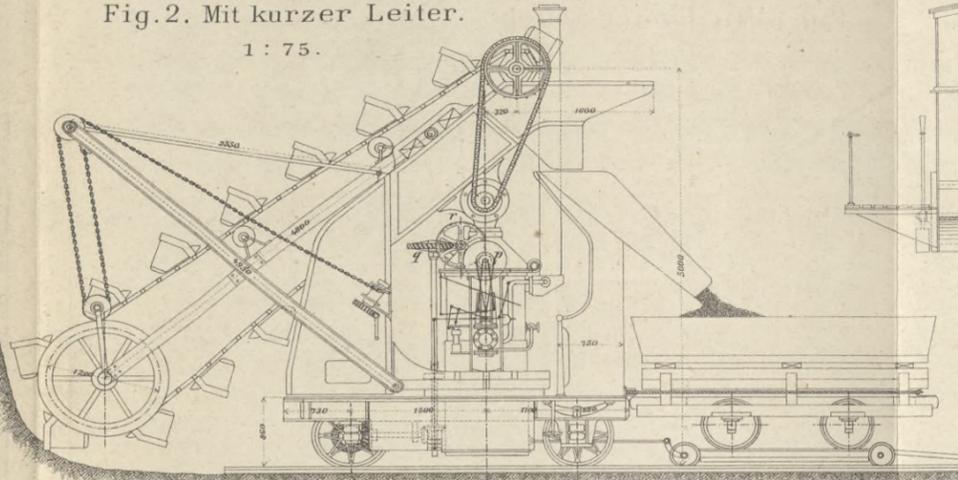


Fig. 3. Grundriss.
1: 75.

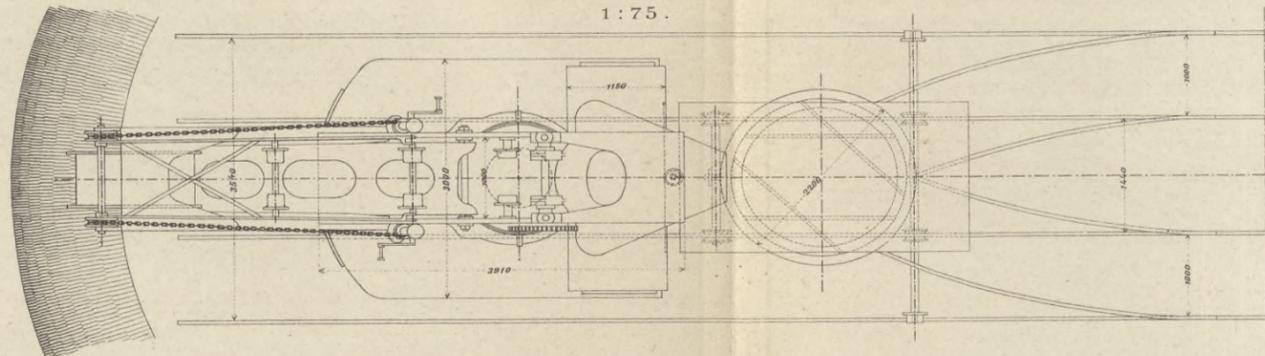
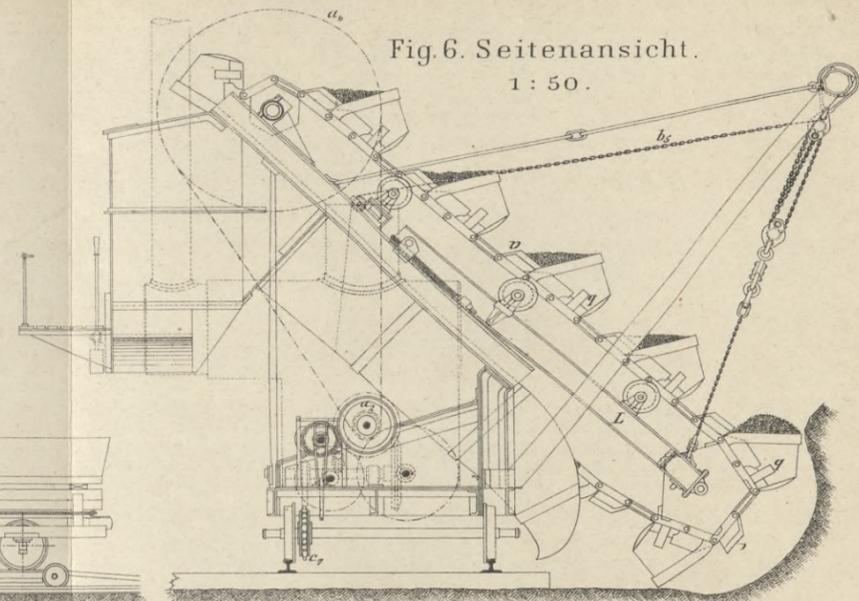
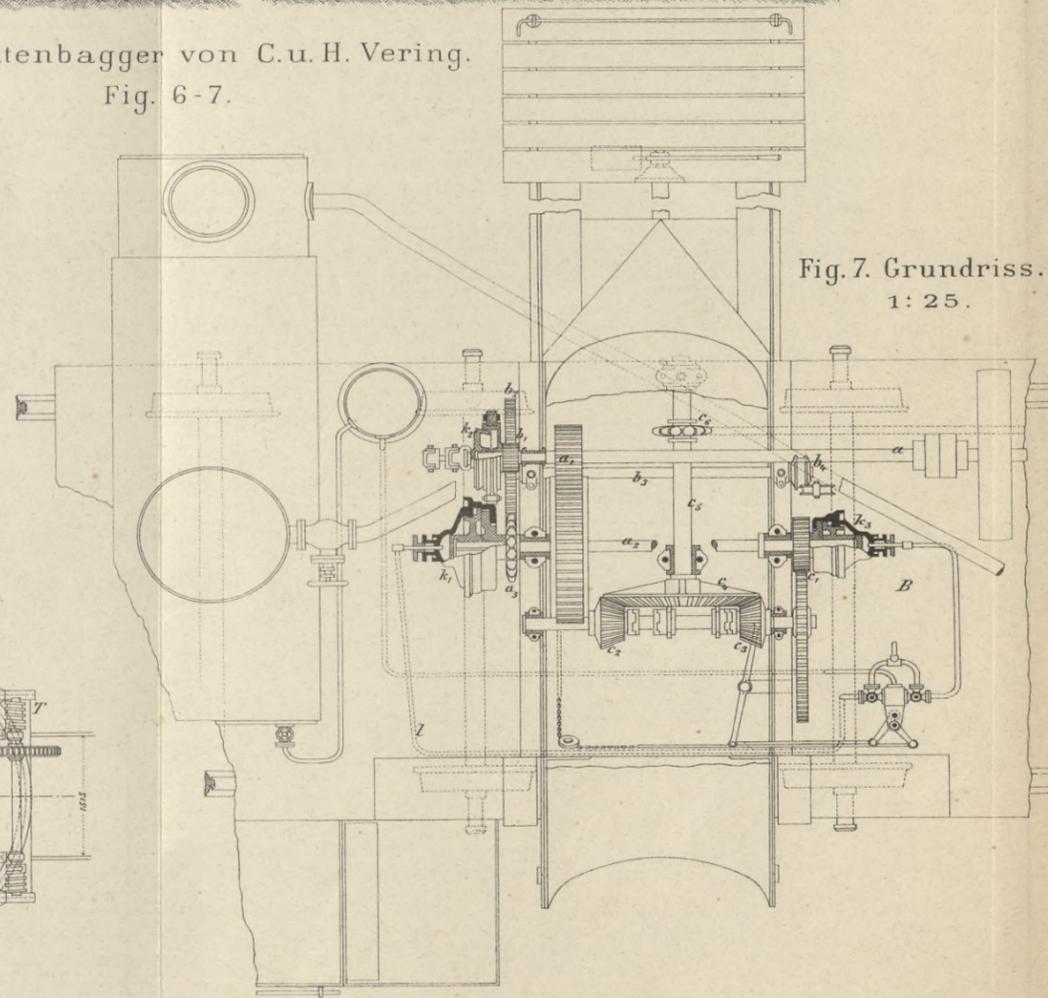


Fig. 6. Seitenansicht.
1: 50.



Eimerkettenbagger von C. u. H. Vering.
Fig. 6-7.

Fig. 7. Grundriss.
1: 25.



Drehbarer Eimerkettenbagger von Gebr. Gabert. Fig. 4-5.

Fig. 4. Seitenansicht.
1: 75.

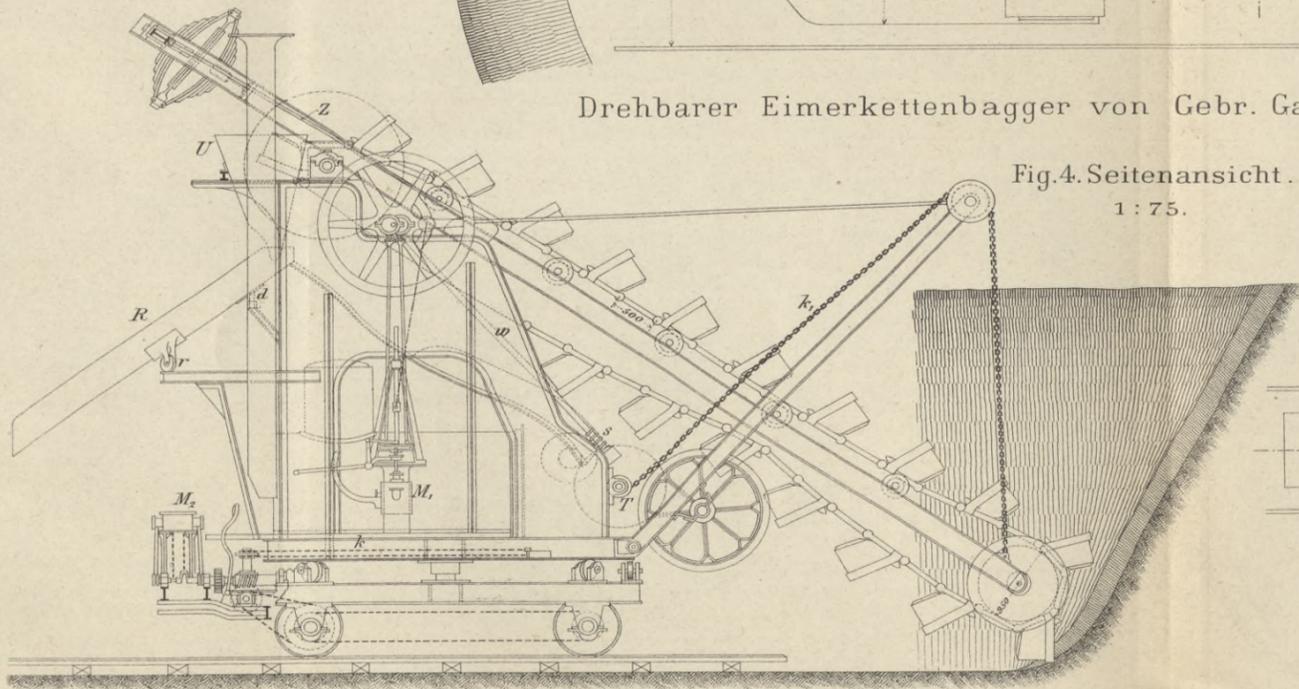
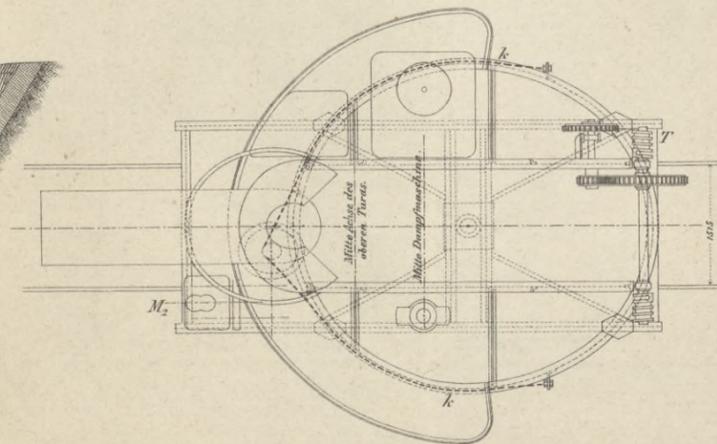
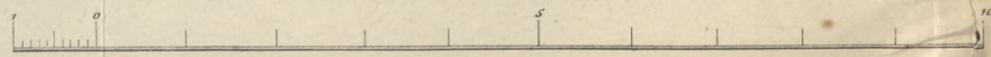


Fig. 5. Grundriss.
1: 75.



Mafsstab 1: 75.



Drehbarer Eimerkettenbagger von van Rietschoten und Howwens.

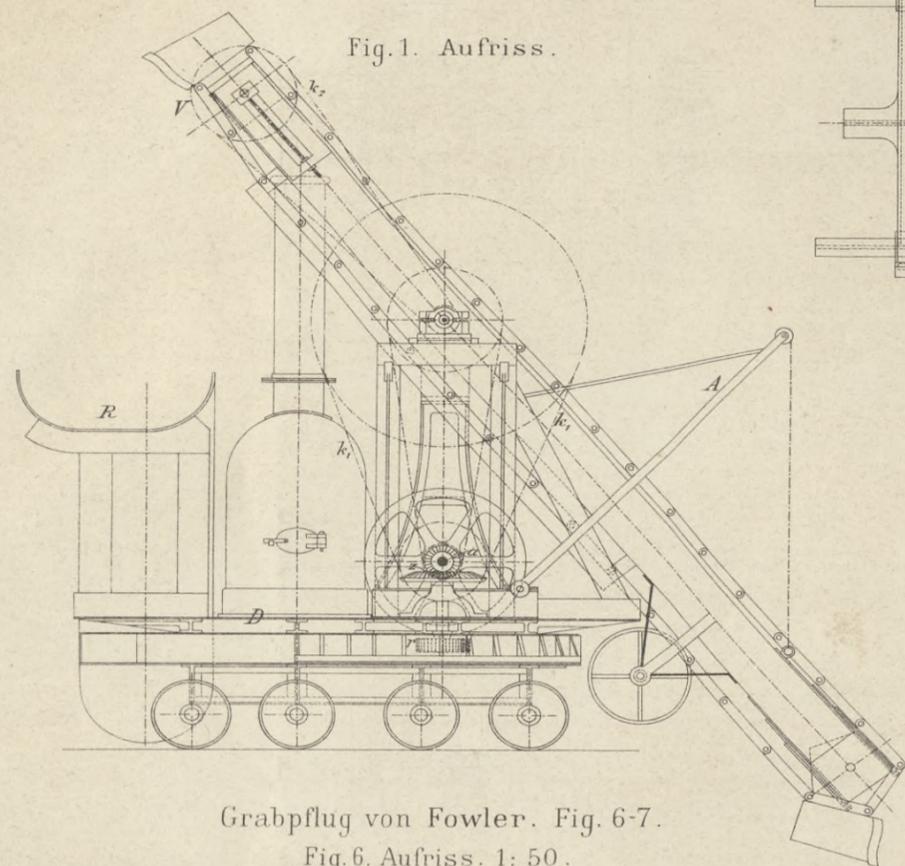


Fig. 1. Aufriss.

Grabpflug von Fowler. Fig. 6-7.

Fig. 6. Aufriss. 1: 50.

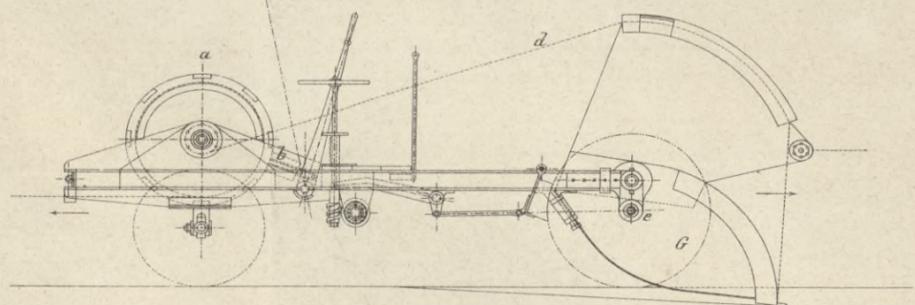
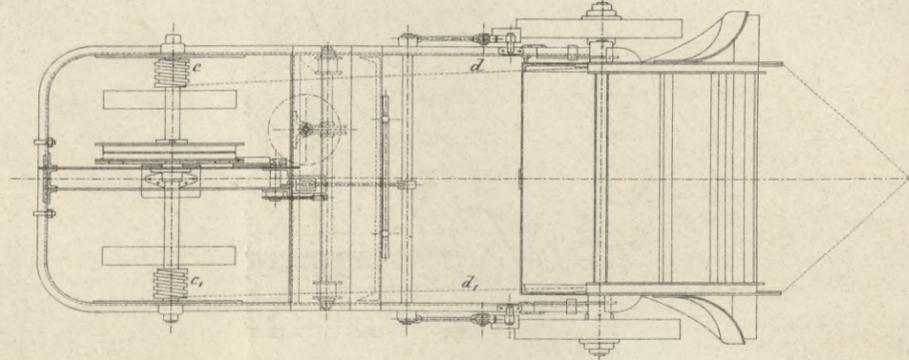


Fig. 7. Grundriss. 1: 50.



Eimerkettenbagger mit beweglichen Eimern von Jacquelin und Chèvre. Fig. 4-5.

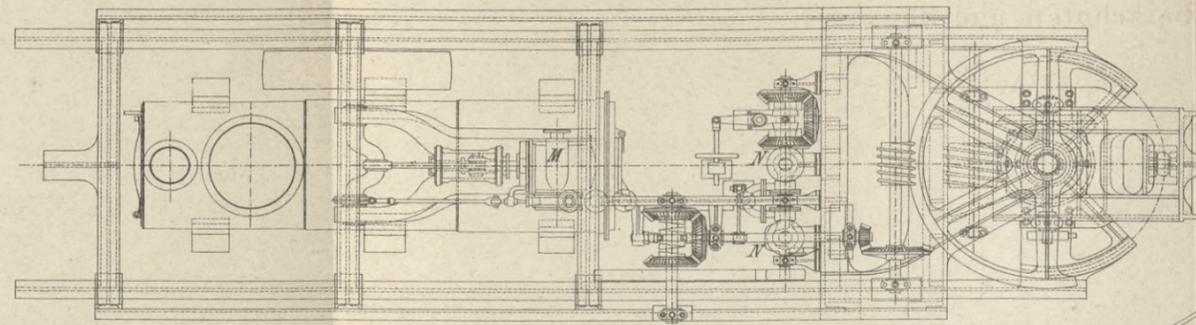
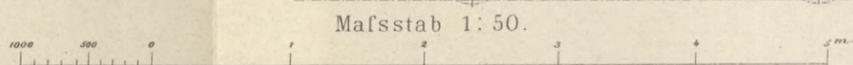


Fig. 5. Grundriss. 1: 50.



Grabvorrichtung von Clark.

Fig. 8. Grundriss.

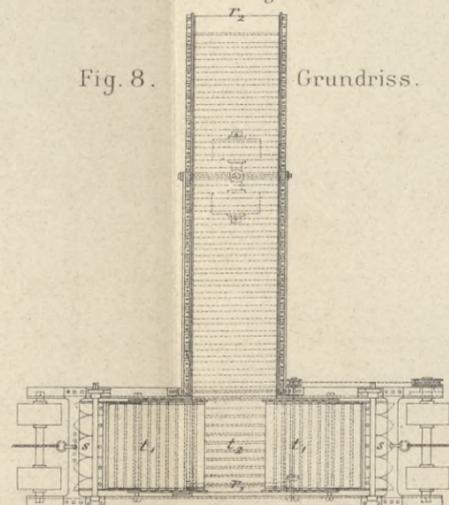


Fig. 4. Seitenansicht. 1: 50.

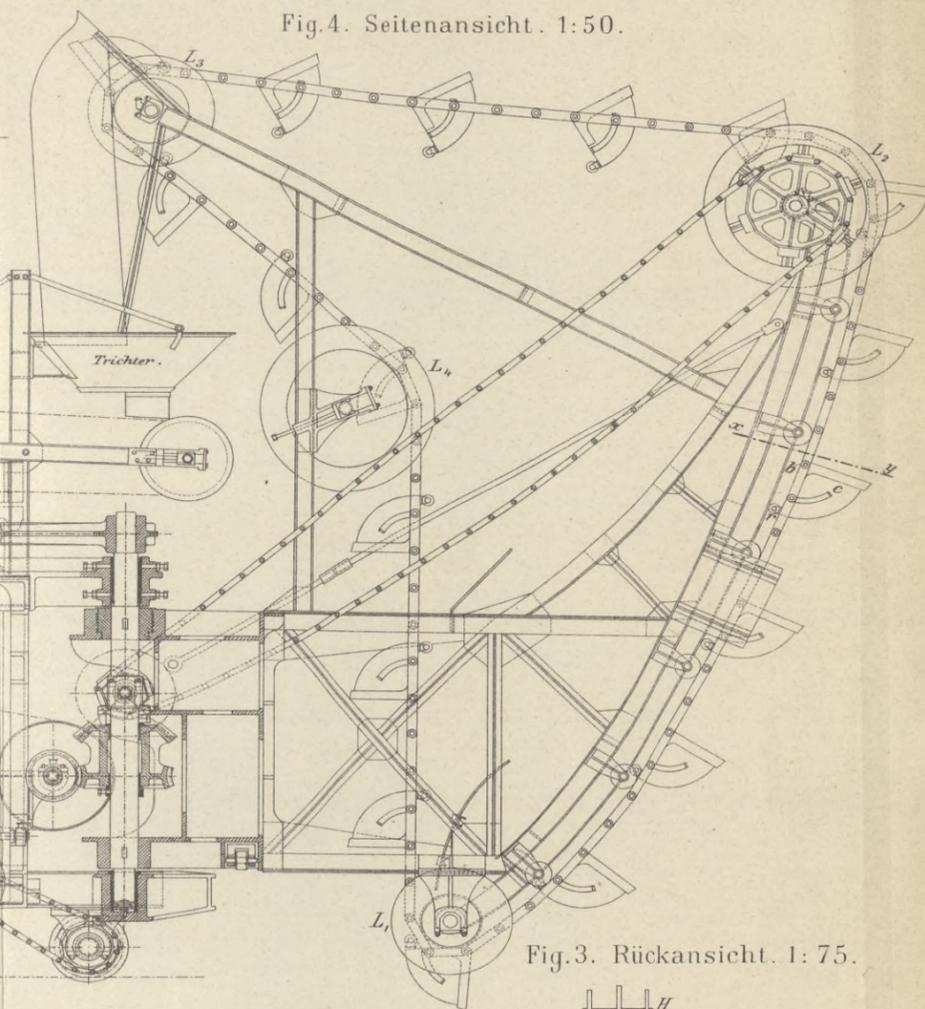
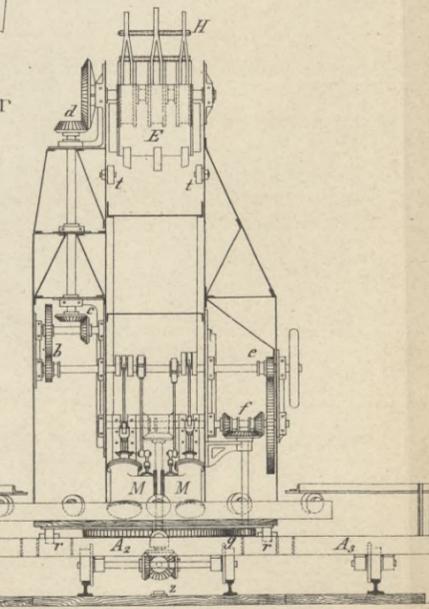
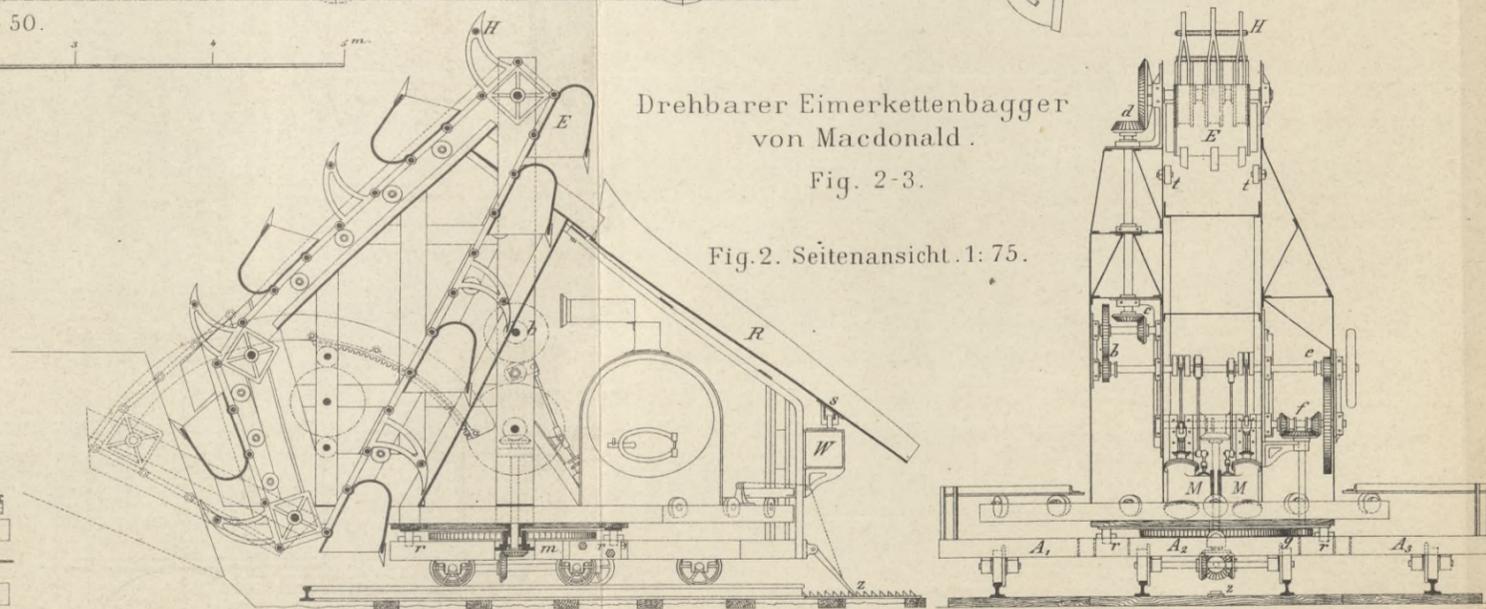


Fig. 3. Rückansicht. 1: 75.

Drehbarer Eimerkettenbagger von Macdonald.

Fig. 2-3.

Fig. 2. Seitenansicht. 1: 75.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

17898

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300709