

in dem ausgehobenen Graben, weil das in den Torfmooren enthaltene Wasser den letzteren sofort ausfüllt. Die Steigung der Schrauben ist je nach Konsistenz des zu beseitigenden Torfes verschieden bemessen und beträgt 0,03 bis 0,1 m.

An einem voraus durch Anker festgelegten Taue wird das Baggerschiff entsprechend der von den Schrauben vorgenommenen Ausgrabung vorwärts gezogen. Aus dem Behälter, in welchen die Schrauben den mit Wurzeln u. s. w. vermengten Torf befördern, wird das gewonnene Material durch ein Becherwerk in einen andern Raum befördert, in welchem eine Durcharbeitung desselben, die Beseitigung der Wurzeln u. s. w. unter Zusatz einer bestimmten Quantität Wasser durch die Maschine stattfindet.

Nach geschehener Reinigung und Durcharbeitung wird die Torfmasse einem senkrecht zur Längsaxe des Fahrzeugs angeordneten Troge zugeführt, der so weit über das Schiff hinausragt, daß aus demselben ein Abfließen der Masse auf die Ufer des ausgegrabenen Kanales erfolgen kann.

Auf den Ufern wird danach eine Ausbreitung des in der Konsistenz eines dicken Mörtels abgelagerten Torfs vorgenommen, um das beigemengte Wasser zum Verdunsten zu bringen. Nach gehöriger Austrocknung der ausgebreiteten Torfmasse findet die Zerteilung derselben in prismatische Klötze mittels entsprechender Messer statt, welche von Arbeitern über die Oberfläche fortbewegt werden.

Anderer Art ist die von Brosowsky<sup>56)</sup> erfundene Torfgrabemaschine, welche vielfach angewendet wird. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einem vierseitigen, vorn offenen prismatischen Eisenkasten, welcher, am unteren Ende mit Stahlschneiden versehen, durch Arbeiter kräftig in den zu hebenden Torf gestossen wird. Geeignete Führungen ermöglichen es, daß der Apparat vollkommen senkrecht hinabgeht. Mittels Ketten läßt sich eine am unteren Ende des Kastens angebrachte Klappe so bewegen, daß durch dieselbe nach geschehener Einsenkung die Schließung des Kastens geschehen kann.

Die Hebung des Apparats mit dem abgestochenen Torfe wird durch einfache Windevorrichtung vollzogen. Maschinen dieser Konstruktion finden auch Verwendung beim Stechen weicher Thone, die sobald sie kalkhaltig sind, bei der Cementfabrikation Verwendung finden.

## E. Beseitigung des Baggermaterials.

**§ 40. Apparate zur Beseitigung unter Wasser befindlicher Schichten ohne Förderung derselben.** Apparate dieser Art haben den Zweck, Schichten, bei denen sich im Laufe der Zeit eine mehr oder weniger feste Oberfläche gebildet hat, so zu lockern, daß die Wasserströmung im stande ist, die Geschiebe ins Rollen zu bringen und mit sich zu führen. Nur bei Flußläufen mit sehr lebhafter Strömung ist durch ein solches Auflockern ein Erfolg zu erwarten. Einfache Apparate zu diesem Zwecke bestehen aus kräftigen Eggen, welche genügend beschwert über die Oberfläche der zu beseitigenden Schichten durch Menschen oder Pferde hinweggezogen werden, sodafs eine Auflockerung stattfindet. Andere schon etwas besser wirkende Apparate bestehen in Rechen von großen Dimensionen, die so über die Oberfläche der Sandbank geführt werden, daß die von dem Rechen gefaßten Materialien vor

<sup>56)</sup> Dingl. polyt. Journ. Bd. 176. 1865 II. S. 336. Mit Abb.

demselben hergeschoben und möglichst nahe dem Ufer, gewöhnlich hinter Bühnen, zur Ablagerung gelangen. Die Vorwärtsbewegung des Rechens wird durch am Ufer aufgestellte Winden bewirkt und sind bei diesen Manipulationen 4—6 Arbeiter thätig. An der Oberweser sind solche Rechen noch vielfach in Gebrauch.

Ein vollkommenerer Apparat zur Auflockerung der Sandbänke wird auf dem Mississippi<sup>57)</sup> benutzt; derselbe besteht aus einem Gestell, dessen unterer kräftiger horizontaler Balken mit 4 bis 5 halbcylindrischen Blehschaufeln armiert ist. Der Apparat wird am hinteren Ende eines Dampfers so befestigt, daß die Blehschaufeln in den Boden eingreifen und beim Vorwärtsbewegen denselben aufwühlen und zwischen sich hindurch lassen. Neigung, sowie Höher- und Tieferstellung lassen sich mittels geeigneter Winden vom Deck des Dampfers aus bewirken. Die einzelnen Dimensionen der Vorrichtung sind ziemlich bedeutend und wird der Boden in der Regel bis zu einer Tiefe von ungefähr 0,3 m aufgewühlt. Zur Vorwärtsbewegung des Apparats dienen sehr kräftige Dampfer.

Die Stromkraft des Wassers wird bei verschiedenen Vorrichtungen zur Aufwühlung der Oberfläche benutzt, indem die Umdrehungen eines größeren unterschlächtigen Wasserrads auf Wellen, die mit Kratzseisen versehen sind, übertragen werden, welche dann, über die Flußsohle hinweggeführt, dieselbe auflockern. Das durch die Stromkraft getriebene Rad wird gewöhnlich zwischen zwei Pontons gelagert, während die mit Kratzseisen versehene Welle am unteren Ende zweier Balken, die auf der Axe des Wasserrades gelagert sind, gehalten wird, so daß eine Verstellung der Kratzseisen entsprechend der Tiefe, wie bei Baggerleitern, gestattet ist. Die Kraftübertragung vom Wasserrade auf die untere Welle wird mittels einer Kette ohne Ende bewirkt. Derartige Apparate, Stromkratzmaschinen genannt, werden mit Erfolg auf dem Rhein<sup>58)</sup> benutzt und sind mit einem derselben an einem Tage Oberflächen von 1000 qm um 0,3 m aufgelockert worden. Zur Bedienung sind nur wenige Arbeiter erforderlich.

Von Ch. Bergeron<sup>59)</sup> ist die Beseitigung von Sandbänken unter Zuhilfenahme kräftiger Wasserstrahlen zuerst in Vorschlag gebracht worden; er benutzte bei einem großen Versuche in Boulogne Röhren von etwa 0,3 m Durchmesser, welche auf der unteren Hälfte in Abständen von 10 cm mit Löchern von 7 mm Durchmesser versehen waren. In die Röhren wurde mittels Pumpen, betrieben durch eine Lokomobile von 12 Pferdestärken, Wasser eingetrieben (100 l pro Minute), welches durch die kleinen Öffnungen der Röhren in kräftigen Strahlen austrat und den unter denselben befindlichen Sand fortspülte.

Entsprechend der Beseitigung des Sandes sank das Rohr und bildete sich schließlichs eine grabenartige Vertiefung aus. Der Versuch wurde vom Molenkopfe des Boulogner Hafens aus an einer Sandbank vorgenommen, welche durch die Spülvorrichtungen dieses Hafens dort zur Ablagerung gekommen war. Die Rohrleitung, deren Ende mit einem dichtschießenden Deckel endigte, hatte eine Länge von 90 m, wovon 40 m mit Löchern versehen waren.

Es zeigte sich bei diesem Versuche, daß während der Flut die Röhren fast zur Hälfte mit Sand angefüllt wurden, der durch die kleinen Öffnungen in dieselben eindrang und der selbst durch den stärksten Wasserruck nicht wieder herauszu-

<sup>57)</sup> Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1871. S. 430. Mit Abb.

<sup>58)</sup> Erbkam's Bauztg. 1865. S. 114. Mit Abb.

<sup>59)</sup> Engineering. 1877 II. S. 215. Mit Abb.

pressen war. Eine Vergrößerung der Löcher auf 20 mm Durchmesser und Verringerung der Anzahl derselben hatte zur Folge, daß zwar ein Teil der Rohrlänge, etwa  $\frac{3}{4}$ , durch das Druckwasser vom Sande befreit wurde, der übrige Teil der Röhre jedoch sich vollkommen mit Sand füllte. Der Sand saß in diesem Teile der Röhre so fest, daß selbst nach Beseitigung des die Röhre am Ende abschließenden Deckels der Wasserdruck nicht im stande war, den Sand hinauszutreiben. Unter dem vom Sande befreiten Teile der Röhre waren die einzelnen Strahlen des austretenden Wassers von befriedigender Wirksamkeit gewesen; es hatte sich hier eine Vertiefung von 0,6 m gebildet.

Ein einfaches Mittel, um dem Sande während der Flut den Eintritt in die Röhren zu verwehren, bestünde darin, die Pumpe fortwährend in Thätigkeit zu erhalten, doch würde dies mit erheblichen Kosten verknüpft sein. Bergeron kam daher auf den Ausweg, die einzelnen Löcher mit kleinen, bis über den mittleren horizontalen Durchmesser der Hauptröhre reichenden Röhrrchen von dünnem Metallblech zu versehen, welche sich nach innen konisch verjüngen; siehe Fig. 19, Taf. XVII. Die Versuche mit den so verbesserten Röhren haben gute Resultate gehabt, da der eintretende Sand in den konischen Röhren sich bald fest setzte und daher nicht in die Hauptröhre gelangen konnte. Das von innen kommende Druckwasser hingegen trieb den in den Röhrrchen sitzenden Sand leicht aus.

Die Angaben der Quelle beziehen sich nur auf diesen Versuch, ob die Sache weiter verfolgt wurde, ist nicht zu ersehen. Die Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens kann nur dort von Erfolg begleitet sein, wo eine lebhafte Wasserströmung die durch die Röhren hergestellten Rinnen zum Angriff und zur Beseitigung der Sandbänke benutzt; hier wird bei zweckentsprechender Disposition der Rinnen entschieden viel mittels derselben zu erreichen sein, vorausgesetzt, daß durch andere Korrektionsmittel die Querschnitte des zu reinigenden Stromlaufs dem durchzuführenden Wasserquantum gleichzeitig angepaßt worden sind. Die Durchmesser der Öffnungen in den Röhren und die Pressung des Druckwassers würden sich nach der gröfseren oder geringeren Feinheit der zu beseitigenden Sandmassen, auf solche wird sich die Anwendbarkeit wohl beschränken, zu richten haben.

Erheblich gröfsere Erfolge sind bei solchen Hafenmündungen, die durch besondere Vorrichtungen zeitweilig gespült werden können, zu erzielen, wenn dem Spülstrom beliebige Richtung gegeben werden kann. Diese Beeinflussung des Spülstromes wird durch sogenannte Spülflöfse<sup>60)</sup> zu erreichen gesucht, die den vom Spülstrom zu durchlaufenden Teil der Hafenmündung abgrenzen. Derartige Flöfse werden bei der Hafenmündung von Dünkirchen mit grossem Erfolge angewendet. Die Flöfse werden hier vor Niedrigwasser an ihren Platz bugsiert und mit Hilfe von Winden, Stützbäumen u. s. w. in eine bestimmte Neigung gegen die Sohle gestellt, wobei durch drei mit eisernen Schuhen versehene Füfse das Ausweichen des einmal gestellten Flosses zu verhindern gesucht wird. Mit den kurzen Seiten stoßen die Flöfse an einander und sind von denselben eine große Anzahl vorhanden. Ihre Anwendung ist nur im Zusammenhange mit Spülschleusen möglich.

**§ 41. Vorrichtungen zum Auflockern harter Bodenarten unter Wasser.** Beim Vertiefen des Kanals von Arles nach Bouc in Frankreich<sup>61)</sup> wurde ein eigentümlicher Apparat, siehe Fig. 5, Taf. XX, verwendet, um die aus festem Pud-

<sup>60)</sup> Bd. III, S. 1091. Mit Abb.

<sup>61)</sup> Civil-Ingenieur. 1875. S. 511 nach: Ann. des ponts et chaussées. Mit Abb.

dingstein bestehende Kanal-Sohle so aufzulockern, daß die Eimer eines Kettenbaggers den Boden zu heben vermochten. Diese Maschine bestand im wesentlichen aus einem vertikal stehenden Dampfeylinder mit Kolben, dessen Kolbenstange, wasserdicht durch den Boden des Schiffes, auf welchem die Einrichtung stand, hindurch geführt, bei jedem Niedergange gegen die Flußsohle anschlug, sodafs nach und nach ein Zertrümmern des festen Gesteins stattfand. Die Kolbenstange war mit einer kräftigen Stahlspitze versehen und wurde, durch Dampf bewegt, so oft an derselben Stelle in die Kanalsohle eingestossen, bis das entstandene Loch eine Tiefe von etwa 0,5 m erreicht hatte.

Nach Herstellung eines Loches wurde das Schiff um 0,3 m fortbewegt und die Maschine von neuem in Thätigkeit gesetzt, sodafs Löcher in Abständen von 0,3 m entstanden, wodurch die vollständige Zertrümmerung der Kanalsohle erreicht wurde. Der Dampfeylinder war in vertikalen Führungsstangen beweglich, um ihn der Vertiefung des Loches entsprechend senken zu können.

Bei sehr harten Stellen wurde die Zertrümmerung zuerst bis zu 0,25 m unter die Sohle vorgenommen und nach Beseitigung des bis zu dieser Tiefe gelösten Gesteins, zur weitem Zertrümmerung bis zu 0,5 m unter die alte Sohle geschritten. An manchen Stellen war das Gestein so hart, daß 800 Schläge der Kolbenstange erforderlich waren, um das Loch bis auf 0,5 m Tiefe zu bringen.

Der Durchmesser des Dampfkolbens war 0,25 m, Hubhöhe 1,7 m, Kolbenstangendurchmesser 0,1 m und erfolgten pro Minute 24 Schläge. Die 28 kg schwere Stahlspitze wurde häufig stumpfgeschlagen, so daß täglich drei frische solcher eingesetzt werden mußten.

Der Apparat hat sich in seiner Konstruktion bewährt, was hauptsächlich auf das vollkommen ruhige Wasser von geringer Tiefe zurückzuführen ist, wodurch es ermöglicht wurde, mit der Kolbenstange bei jedem Schlage dasselbe Loch zu treffen. Bei unruhigem Wasser und größerer Länge der Kolbenstange würde der Erfolg ein zweifelhafter sein; es empfiehlt sich bei solchen Verhältnissen die Gesteinspartien durch Sprengung zu beseitigen, wobei besondere Gesteinsbohrmaschinen Anwendung finden. Diese werden im VIII. Kapitel dieses Bandes behandelt.

**§ 42. Transport des Baggermaterials.** Die Wahl der Transportmittel für das von den Baggern gehobene Material hängt in jedem Falle von den Verhältnissen der Arbeitsstellen und der Frage ab, ob es sich darum handelt, die gewonnenen Bodenmassen anderweitig zu verwerten oder dieselben nur zu beseitigen, z. B. zu dem Zwecke, daß sie einem hergestellten Wasserlaufe durch Strömung u. s. w. nicht wieder zugeführt werden können. Es kommen in Betracht:

- a. Schiffe, aus welchen das Material im Wasser selbst wieder abgelagert wird,
- b. Transportmittel, durch welche das Material auf höher liegende Ufer befördert wird,
- c. Fahrzeuge, mittels welcher das Material auf dem Lande auf größere Entfernungen transportiert werden kann.

a. Wenn das gewonnene Baggermaterial im Wasser selbst wieder deponiert werden soll, sind zum Transporte desselben, so lange es sich nicht um größere Entfernungen handelt, Schiffe geeignet, welche eine möglichst große Quantität des Materials bei geringem Tiefgange zu fassen vermögen. Es werden in der Neuzeit bei ausgedehnten Baggerungen zu diesem Zwecke besonders konstruierte Fahrzeuge, meistens aus Eisen hergestellt, verwendet. Dieselben haben bei verhält-

nismäßig geringer Längenausdehnung große Breite, um gegen Wellenbewegungen stabil zu sein. Die Fortbewegung dieser allgemein „Baggerprahme“ genannten Fahrzeuge erfolgt, sofern sie nicht mit eigenen Dampfmaschinen ausgerüstet sind, unter Benutzung von Strömung und Wind, durch Menschen, Pferde oder mittels Schleppdampfer. Der Fassungsraum der Prahme schwankt zwischen 8 bis 50 cbm. Jeder Prahm wird gewöhnlich mit drei Arbeitern bemannt. Um die Beladung zu kontrollieren, werden die Prahme mit einer Bodenquantität belastet, welche dieselben so tief eintaucht, daß sie ohne Gefahr auf dem Wasser bewegt werden können; dieser Tiefgang wird an der Aufsenseite durch Marken gekennzeichnet und das geladene Bodenquantum einmal gemessen. Die Prahme dürfen bei Akkordarbeit vom Bagger nicht eher abstofsen, bis sie den markierten Tiefgang zeigen. Das durch die Bagger den Prahmen zugeführte Wasser muß während der Füllung fortwährend ausgeschöpft oder gepumpt werden.

Um die vollkommene Entleerung der Prahme leicht bewirken zu können, ist es zweckmäßig, vorspringende Teile im Laderaum zu vermeiden. Bei jedem Prahm ist am vorderen und hinteren Ende eine Abteilung wasserdicht gegen den Laderaum abgeschlossen. Diese Räume dienen zur Erhöhung der Tragfähigkeit und zum Aufenthalt der Bedienungsmannschaft. Stege aus Brettern an den Längsseiten des Prahms aufgelegt, vermitteln die Verbindung beider Räume.

Die Größe der Prahme richtet sich sowohl nach dem ganzen Baggerbetriebe, als auch nach der zulässigen Tiefe, bis zu welcher dieselben eintauchen dürfen. Die Prahme müssen allgemein stark konstruiert sein, um den Biegemomenten, welche durch die nur in der Mitte der Fahrzeuge untergebrachten Lasten hervorgerufen werden, widerstehen zu können. Namentlich in Bezug auf Bordhöhe ist Vorsicht geboten, und soll im allgemeinen auf Einhalten einer nicht zu kleinen Bordhöhe Rücksicht genommen werden, um die Fahrzeuge auch bei nicht ganz ruhigem Wetter mit einiger Sicherheit fahren lassen zu können.

Bei größeren Prahmen sind die am vorderen und hinteren Ende angeordneten Abteilungen mit Deck versehen. In Holland sind für weichen wasserhaltigen Boden kleine Prahme in Gebrauch, bei denen die Wände des Laderaums im beladenen Zustande mit dem Wasserspiegel abschneiden, so daß, wenn die Prahme voll beladen sind, das äußere Wasser über deren Seitenwände hinwegspült; die Vorder- und Hinterteile sind dann entsprechend höher geführt. Diese Prahme haben den Vorteil, daß Wassers schöpfen nicht mehr erforderlich ist, indem das äußere Wasser über den Laderaum hinwegspülen darf; das dem Laderaum mit dem Baggermaterial zugleich zugeführte Wasser fließt von selbst ab, während nur das erstere im Laderaum zurückbleibt.

Auf dem Clyde waren Prahme im Gebrauche, bei denen die Bodenmassen auf einem wasserdichten Decke, welches mit aufgesetzten Bordwänden umgeben war, deponiert wurden. Das beim Beladen zugeführte Wasser konnte ohne weiteres abfließen; eine Entladung geschah durch einfaches Abschieben der Bodenmassen nach Beseitigung der Längsbordwände.

Nur bei sehr kleinem Baggerbetriebe werden die Prahme durch Menschen mittels Stangen oder an Seilen fortbewegt, bei größerem Betriebe sind zum Schleppen Dampfper zu verwenden. Um den Schleppdampfpern die Arbeit zu erleichtern, empfiehlt es sich, nie mehr als zwei Prahme nebeneinander zu legen und den hinteren dicht im Kielwasser des vorderen folgen zu lassen. Bei Prahmen mit ganz stumpfen Vorderflächen werden wohl auch besondere scharf zulaufende Schiffskörper, welche einer Reihe von

dicht hintereinander liegenden Prahmen vorgelegt werden, zu Hülfe genommen, um den Widerstand des Wassers zu verringern; der ganze Schleppzug ist dann als ein Fahrzeug anzusehen.

Die Entladung dichter Prahme kann, sobald das Material dem Wasser wieder zugeführt werden soll, einfach durch Ausschaufeln geschehen. Als Ablagerungsstätten werden beim Flußbau hauptsächlich die zwischen Bühnen liegenden, ohnedies zum Verlanden bestimmten Flächen ausgewählt. Die Entladung der Prahme mittels Schaufeln ist jedoch sehr zeitraubend und daher kostspielig. Am besten erfüllen die mit Klappen versehenen Prahme den Zweck einfacher Entladung, weil bei denselben das Bodenmaterial nicht gehoben zu werden braucht, vielmehr durch die eigene Schwere aus dem Laderaum herausfällt.

Es sind namentlich Prahme mit Bodenklappen<sup>62)</sup> und mit Seitenklappen<sup>63)</sup> zu unterscheiden. Erstere bedingen zu ihrer Benutzung stets eine solche Wassertiefe, daß die nach unten schlagenden Bodenklappen sich vollständig öffnen können. Bei beiden Arten wird auf eine vollkommene Wasserdichtigkeit des Laderaumes von vornherein verzichtet und die Tragfähigkeit sowohl durch die vom Laderaum abgetrennten Vorder- und Hinterteile, als auch durch besondere wasserdichte Abteilungen, in der Längsrichtung des Laderaums angeordnet, zu erreichen gesucht. Es ist notwendig, daß in dem Laderaum horizontale Flächen vermieden werden, damit die Bodenmassen nach Öffnung der Klappen rasch abgleiten. Die Klappen bewegen sich in Scharnieren und werden durch Ketten, welche über Windwellen geschlungen sind, gehalten. Haupterfordernis ist, daß zwar die Klappen möglichst fest gehalten werden, deren Öffnung jedoch mit Leichtigkeit geschehen kann.

Diese Aufgabe ist bei dem in Fig. 2 bis 7, Taf. XIX, dargestellten Prahm<sup>64)</sup> in einer äußerst sinnreichen Weise gelöst, wobei eine möglichst geringe Ausschlagtiefe der Bodenklappen erreicht ist. Der Laderaum wird der ganzen Länge nach durch zwei wasserdichte hohle eiserne Körper verschlossen, die in dem Punkte *a*, Fig. 6, parallel zur Längsaxe drehbar angeordnet sind. Im geschlossenen Zustande werden die Enden der Klappen durch zwei Kolben gehalten, die in den Cylindern *bb* sich befinden, unter die mittels der Handpumpe *c* Druckwasser getrieben worden ist. Sollen die Klappen herabgelassen werden, so wird durch Drehung des Dreiweghahns *d* den unter dem Kolben befindlichen Wasser der Abfluß nach dem die Pumpe umgebenden Behälter ermöglicht, wodurch die Kolben und mit diesen die Klappen sich senken. Die punktierten Linien, Fig. 6, geben die Klappenstellung bei geöffnetem Zustande derselben an. Die oberen Flächen der geöffneten Klappen haben eine so große Neigung, daß der auf denselben befindliche Boden sehr rasch abgleitet. Durch die Stellung des Hahns *d*, Fig. 3 u. 4, kann die Geschwindigkeit, mit der diese Klappen sich öffnen, reguliert werden.

Nach Entleerung des Prahms wird die Schließung der Klappen durch die Hebung der Kolben in den Cylindern *b* mit Hülfe der Pumpe *c* bewerkstelligt. Beide Kolbeneylinder stehen mit dem Hahne *d*, dem Reservoir und der Pumpe durch Röhren in Verbindung, sodaß das Heben und Senken der Kolben vollkommen gleichmäßig geschieht und das Betriebswasser stets wieder benutzt werden kann. Zur größeren Sicherheit und um den durch die belasteten Klappen ausgeübten Druck

<sup>62)</sup> Handb. d. Ingenieurw. Bd. III. Taf. LX.

<sup>63)</sup> Hagen. Seeufer- und Hafenanbau. Bd. IV. Mit Abb.

<sup>64)</sup> Erbkam's Bauztg. 1860. S. 347. Mit Abb.

nicht fortwährend auf die Kolben wirken zu lassen, werden die Kolbenstangen, wenn die Klappen geschlossen sind, die Kolben in den Cylindern also ihren höchsten Stand erreicht haben, durch besondere Hebel *e*, welche unter vorspringende Ringe an den Kolbenstangen angreifen, in ihrer Lage gehalten. Bei Kälte wird dem Betriebswasser für die Kolben Alkohol zugesetzt, um das Gefrieren zu verhüten.

Am vorderen und hinteren Ende des Prahms sind Räume für die Arbeiter angeordnet. Das Öffnen und Schließen solcher Prahme geschieht durch einen Arbeiter in wenigen Sekunden. Der Fassungsraum der bei Kuxhaven zuerst benutzten Prahme, die von Ingenieur F. H. Reitz konstruiert sind, beträgt 36,1 cbm bei einem Tiefgange von 1,12 m im beladenen Zustande.

Was im allgemeinen die Ausrüstung der Prahme anbetrifft, so ist neben den erforderlichen Schiebestangen darauf zu sehen, daß jeder Prahm wenigstens mit einem Anker, der Größe desselben entsprechend, ausgerüstet wird. Größere Prahme haben wirkliche Steuer, während kleinere durch lange, meistens hölzerne Ruder gesteuert werden.

Die Fortbewegung der einzelnen Prahme sowohl durch Menschen als auch mittels besonderer Dampfer ist stets mit einer Menge Unzuträglichkeiten verbunden, weil es bei diesen Arbeiten darauf ankommt, eine Anzahl von einander unabhängiger Fahrzeuge nach einem Dispositionsplane sich bewegen zu lassen; Zeitverluste in größerem oder geringerem Maße, von der Umsicht und Geschicklichkeit der Aufsichtführenden abhängig, sind dabei fast unvermeidlich. Bei Baggerungen sehr erheblichen Umfangs hat man daher Prahme in Gebrauch genommen, welche mit besonderen Dampfmaschinen zur Fortbewegung derselben ausgerüstet sind. Der Fassungsraum solcher Prahme ist sehr bedeutend, bis zu 240 cbm; vergl. Bd. III. S. 1105. Dampfprahme, welche das aufgenommene Material nach Wasserflächen transportieren, die großen Wellenbewegungen nicht ausgesetzt sind, haben Seitenklappen und verhältnismäßig geringen Fassungsraum; siehe Fig. 3 u. 4, Taf. LX, Bd. III. Für den Transport des Materials in die See bedient man sich größerer seetüchtiger Dampfprahme mit Bodenklappen; siehe Fig. 5 u. 6, Taf. XL, Bd. III.

Die Anheizung der Kessel dieser Prahme wird meistens vorgenommen, wenn die Füllung beginnt, so daß nach geschehener Füllung sofort abgefahren werden kann. Die Fortbewegung wird durch eine oder zwei Schrauben bewirkt.

Die Kosten für Beseitigung der Baggererde mittels geschleppter und Dampfprahme stellen sich nach den bei den Baggerungen am Clyde gemachten Erfahrungen im Verhältnisse wie 3:1. Die Bemannung richtet sich nach der Größe des Prahms und besteht aus 1 Kapitän, 1 Maschinisten, 1 Heizer und 1 bis 2 Matrosen.

Der Umstand, daß es namentlich bei einigermaßen bewegtem Wasser häufig unmöglich ist, die für die Aufnahme des Baggermaterials bestimmten Prahme ohne Gefahr an die Bagger heranzubringen und neben denselben festzulegen, hat dahin geführt, Bagger zu konstruieren, die selbst das gewonnene Material aufnehmen. Diese Bagger (*hopper dredgers*) sind durchgängig schiffsartig seetüchtig gebaut und haben vorn oder in der Mitte des Schiffs die Behälter, denen das Baggermaterial zugeführt wird. Zur Fortbewegung dienen Schrauben, die durch die Dampfmaschinen in Thätigkeit gesetzt werden, welche während des Stilliegens den Baggerapparat zu betreiben haben.

Namentlich in England an Flußmündungen, wo meistens das gewonnene Material dem Meere zugeführt wird und wo dasselbe auf sehr große Entfernungen

zu transportieren ist, werden derartige Bagger, welche theils Eimerketten- theils Pumpenbagger sind, häufig benutzt. Die Behälter sind durch Bodenklappen verschlossen und steigt der Gesamtfassungsraum je nach der Gröfse des Baggers bis zu 500 cbm. Ein Beispiel dieser Baggerart giebt der auf Taf. XIX dargestellte Pumpenbagger im Hafen von St. Nazaire.

Eimerkettenbagger dieses Systems, die ja, wie bereits früher auseinandergesetzt, zu ihrer Wirksamkeit der Befestigung an Ketten bedürfen, können, wenn die Füllung geschehen ist, diese Ketten fallen lassen oder wickeln dieselben auf. Die Kettenenden werden im ersteren Falle durch ausgelegte Bojen oder Flöfse an der Oberfläche des Wassers gehalten.

Ein eigentümlicher vom Ingenieur Kinipple<sup>65)</sup> entworfener Bagger mit Behältern zur Aufnahme des gebaggerten Materiales mag hier noch Erwähnung finden; derselbe sollte als vollkommen kreisrundes Fahrzeug ausgebildet werden, dessen Hohlraum zur Aufnahme des gewonnenen Materials bestimmt war. An zwei krantartigen Auslegern sind zwei Eimerkettenbagger angeordnet, die um den ganzen Bagger rotieren.

Die Betriebsmaschine steht auf einer Plattform in der Mitte des Schiffs. Der ganze Bagger wird an einem in seinem Mittelpunkte angeordneten eisernen Schraubenpfahl, welcher genügend tief in die Flußsohle eingeschraubt ist, befestigt und läßt sich um diesen drehen. Die Eimerkettenbagger sind so disponiert, daß dieselben auch das im Hohlraume des Baggers befindliche Material wieder aus demselben herausbaggern können. Die Leitern sollen stets einander gegenüber stehen, damit die durch ungleichen Eingriff der Eimer etwa hervorgerufenen Schwankungen unschädlich gemacht werden.

b. Soll das gebaggerte Material höher gelegenen Ufern zugeführt werden, so kann dies entweder durch Vermittelung von Prahmen, welche dasselbe bis zum Ufer transportieren und aus denen das Material am Ufer abgelagert wird, oder durch Karren, die auf Laufbrücken bis zum Bagger gelangen und dort direkt beladen werden, geschehen, oder endlich das Material wird ohne Umladung durch besondere Zwischenmittel vom Bagger aus direkt ans Ufer geschafft.

Die Entladung der Prahme geschieht beim Auswerfen mittels Schaufeln meistens direkt in die am Ufer stehenden Schubkarren; diese müssen möglichst niedrig stehen, damit die Hubhöhe nicht zu groß wird.

Sollen größere Fahrzeuge als Schubkarren durch Schaufeln aus Prahmen beladen werden, so wird ein zweimaliger Hub erforderlich. Im allgemeinen ist eine derartige Entladung der Prahme sehr kostspielig und zeitraubend und rechtfertigt sich nur dann, wenn das Material auf starken Steigungen und kurze Entfernung zu transportieren ist. Die Prahme werden unter solchen Umständen weit langsamer ent- als beladen; es bedarf daher, um den Baggerbetrieb aufrecht erhalten zu können, einer erheblichen Anzahl solcher Fahrzeuge.

Schlickiges oder schlammiges Baggermaterial ist rationell aus Prahmen mit festen Seitenwänden nur durch Pumpen zu entladen.

Ein rasches Entladen ist möglich, wobei zugleich Maschinenkraft in Anwendung kommen kann, wenn der Laderaum der Prahme mit Kästen ausgesetzt ist, in welche das Material gelangt und welche dann durch Krane gehoben werden. Die Kästen

<sup>65)</sup> Engineer. 1877 II. S. 274. Mit Abb.

müssen im Laderaum möglichst dicht aneinander stehen, damit Material nicht zwischen dieselben fallen kann; sie werden entweder nach Drehung des Krans auf das Ufer oder in besondere Fahrzeuge entleert oder sind so konstruiert, daß sie auf Radgestelle gesetzt und mittels dieser bis zur entfernteren Entladungsstelle transportiert werden können.

Zum Heben solcher Kästen können Krane verschiedener Konstruktion benutzt werden. Bei großem Baggerbetriebe muß im Interesse der Arbeit die Entladungsstelle häufig verlegt werden; die unter solchen Umständen zu benutzenden Krane sollen leicht versetzt werden können, also einen transportablen oder provisorischen Unterbau haben.

Fig. 13, Taf. XX, giebt ein Beispiel für einen zum Heben von solchen, mit Baggermaterial gefüllten Kästen bestimmten Kran.<sup>66)</sup> Die Hauptdampfmaschine von etwa 13 Pferdestärken betreibt die Windtrommel direkt, während die Drehung des Krans durch eine besondere kleinere Dampfmaschine bewirkt wird. Die Leistungsfähigkeit des beschriebenen Krans betrug bei 6 bis 7 m Hubhöhe etwa 900 bis 1200 cbm Boden in 10 Arbeitsstunden. Die Größe der Kästen richtet sich nach dem Laderaum der Prahme und steigt selten über 2 cbm Fassungsraum. Möglichst einfach und zuverlässig muß die Befestigung der Aufzugsketten an den Kästen sein, gewöhnlich teilt sich diese in vier Einzelketten, die in Haken, welche an den Kästen vorhanden sind, eingehängt werden.

Die Benutzung drehbarer Krane empfiehlt sich namentlich da, wo es hauptsächlich darauf ankommt, das Baggermaterial ohne größeren Horizontaltransport, als die Auslegerweite des Krans es gestattet, hoch zu heben.

Soll das Material durch die Hebevorrichtung zugleich auf eine Entfernung von 30—50 m landeinwärts vom Ufer transportiert werden, so geschieht dies unter Benutzung von Kästen gewöhnlich mittels Laufkränen.

Ein interessanter Aufzug dieser Art<sup>67)</sup> wurde bei den Baggerungen des Suezkanals benutzt. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem durch zwei Fachwerkträger gebildeten Gerüste, welches vom Wasser nach dem Ufer hin ansteigende Obergurte hat; auf diesen Gurten wird ein Laufkran bewegt, durch welchen die Kästen aus den Prahmen gehoben und am höchsten Punkte des Gerüstes zum Kippen gebracht werden. Die Ketten, an welchen die Kästen aufgezogen werden, wickeln sich auf zwei Trommeln, die fest auf der in ihren Rädern laufenden vorderen Axe des Laufkrans sitzen.

Dieselbe Axe trägt zwei weitere Trommeln, auf welche sich im entgegengesetzten Sinne ein Drahtseil wickelt, das außerdem am höchsten Punkte des Gerüstes über eine lose Rolle und von dieser nach der Trommel, welche durch die Dampfmaschine bewegt wird, geführt ist. Ein Aufwickeln des Drahtseiles auf diese letztere Trommel hat das Heben des angehängten Kastens zur Folge und zwar so lange, bis Rollen, die am hinteren Ende desselben angeordnet sind, gegen Leitschienen stoßen; dadurch wird das weitere Aufwickeln der Ketten auf die Trommeln des Laufkrans verhindert und dieser nebst dem daran hängenden Kasten auf den oberen Gurtungen des Gerüstes zum Vorwärtsbewegen gebracht.

Die Leitschienen für die am Kasten befestigten Rollen sind am höchsten Punkte

<sup>66)</sup> Castor. Recueil d'appareils etc.

<sup>67)</sup> Deutsche Bauztg. 1870. S. 330. — Deutsches Bauhandbuch III. S. 677. Mit Abb.

so nach oben gebogen, daß das Kippen des Kastens erfolgen muß, wenn derselbe dort angekommen ist. Der Fassungsraum der Kästen war 2 cbm und wurden mittels dieser Vorrichtung täglich 400 cbm Boden auf dem Ufer abgelagert. Das Gerüst war auf dem Lande durch eine verschiebbare Plattform, auf dem Wasser durch einen Ponton, in welchem sich die Betriebsmaschine befand, unterstützt.

Bei dem Wiener Donaudurchstich sind zur Entleerung von Baggerprahmen und zur Beladung auf Schienen laufender Fahrzeuge unter gleichzeitiger Hebung des Baggermaterials auf beträchtliche Höhe feststehende Eimerkettenbagger in Anwendung gekommen. Diese Eimerkettenbagger unterscheiden sich in ihrer Gesamtanordnung von den bereits früher beschriebenen nicht.

Die Maschine, siehe Fig. 7 u. 8, Taf. XX, steht auf einer am Ufer erbauten Plattform, unter welcher die beladenen, zu entlöschenden Prahme so Platz finden, daß das untere Prisma der Eimerleiter in dieselbe hineinreichen kann. Der Prahm wird der Entleerung entsprechend vorgeschoben, sodaß die Eimer genügend Boden schöpfen können. Mittels einer Schuttrinne gelangt das Material in die betreffenden Fahrzeuge. Die Eimerleiter kann den verschiedenen Wasserständen entsprechend gesenkt werden, was unter Zuhülfenahme einer kleinen Dampfwinde geschieht.

Um die für die Bewegung der Fahrzeuge und Aufstellung der Betriebsmaschine notwendige Plattform herstellen zu können, ohne die abgehenden leeren Eimer zu behindern, war es zweckmäßig, die leeren Eimer nebst Ketten abzulenken, was mittels eines besonderen mit Vertiefungen, in welche die Eimer einfaßten, versehenen Ablenkungsrades geschah.

Die Fahrzeuge wurden auf zwei Geleisen zu- beziehungsweise abgeführt; die Verbindung beider geschah durch eine sehr einfache Schiebebühne. Mittels einer Dampfmaschine von 12—15 Pferdestärken wurden bei nicht zu grobkörnigem Kies 150—200 cbm in der Stunde gehoben und in die Fahrzeuge verladen, so daß diese Anlage als eine äußerst zweckmäßige bezeichnet werden muß.

In Amerika sind ähnliche Bagger schwimmend sowohl wie fest schon lange Zeit in den Häfen von Chicago, New-York u. s. w. zum Entlöschchen der Getreidefahrzeuge benutzt. Die in Bremen in Anwendung befindlichen dem angegebenen Zwecke dienenden Bagger sind im III. Band dieses Handbuchs erwähnt.

Zur Entladung von Prahmen wird von L. Vasset komprimierte Luft angewendet. In einem Ponton befinden sich aufser einer Maschine zum Komprimieren der erforderlichen Luft zwei Behälter, denen das Baggermaterial zugeführt wird und ein Reservoir für die komprimierte Luft. Die Reservoirs für das Baggermaterial sind für Sand cylindrisch, für Schlick sphäroidisch gestaltet. Durch Öffnungen, die mit nach innen aufschlagenden Klappen versehen sind, deren Dichtung aufgelegte Kautschukringe vermitteln, gelangt das mit Wasser vermischte Baggermaterial in die Reservoirs.

Nach geschehener Füllung eines solchen wird das Material dem anderen leeren Reservoir zugeleitet und dem gefüllten, nach Dichtung der Einflußöffnungen, durch eine mit dem Luftreservoir in Verbindung stehende Röhre komprimierte Luft so lange zugeführt, bis ein entsprechend angeordnetes Manometer einen Druck anzeigt, der genügen würde, das im Reservoir befindliche Material durch die mit demselben verbundene Ausgußröhre herauszupressen. Ist der Druck hoch genug, so wird ein Hahn, welcher die Ausgußröhre bis dahin verschlossen hält, geöffnet und das Material durch die komprimierte Luft am Ende der Ausgußröhre zum Ausfluß gebracht.

Nach Entleerung der Bodenbehälter öffnen sich durch Schliefsen des zum Luftreservoir führenden Verbindungshahns die Klappen der Einflußöffnungen und das Reservoir ist wieder zur Aufnahme von Bodenmaterial geeignet. Während der Entladung des einen Reservoirs wird das zweite gefüllt und dieses dann auf dieselbe Weise entleert.

Sollte das gebaggerte Material nicht genügend mit Wasser vermischt sein, um durch die Ausgußröhre geprefst werden zu können, so muß mittels besonderer Pumpe den Reservoirn eine entsprechende Wassermenge zugeführt werden.

Ist der Bagger entfernt von diesem zur Entladung bestimmten Apparate, so daß den Reservoirn das Bodenmaterial nicht direkt zugeführt werden kann, so bedarf es noch einer Anzahl Pontons mit Bodenbehältern, die dann durch Röhren sowohl mit dem Luftreservoir als auch dem Ausgußrohr des am Ufer festliegenden Apparats derartig in Verbindung gebracht werden können, daß das Auspressen des Bodenmaterials aus diesen Behältern wie im ersten Falle erfolgen kann.

Eine von der vorgehend beschriebenen abweichende Methode, Baggermaterial am Ufer abzulagern, ist in der angegebenen Quelle<sup>68)</sup> näher erläutert. Dieselbe rührt ebenfalls von Vasset her; statt komprimierter Luft wird Druckwasser zum Entleeren der Behälter direktwirkend verwendet.

Die Behälter werden mit Baggermaterial gefüllt und die betreffenden Aufnahmeöffnungen luftdicht durch Klappen geschlossen. Am Boden der Behälter ist eine der Länge nach durch dieselben hindurchgehende Röhre, mit Druckwasser gefüllt, vorhanden. Diese Röhre enthält eine Anzahl Öffnungen, welche durch Schieber geschlossen werden können. Ist der Behälter gefüllt und die Druckrohrleitung abgeschlossen, so werden die Schieber, welche die Öffnungen der Röhren im Innern der Behälter geschlossen halten, geöffnet und das Druckwasser reißt das im Behälter befindliche Material mit sich fort und führt dasselbe bis zum Ausguß. Dem Behälter wird durch andere Röhren während der Entladung Wasser zugeführt, um die Entleerung zu beschleunigen.

Beide vorstehend beschriebene Methoden erscheinen kompliziert, so daß auf einen erheblichen Nutzen durch dieselben nicht gerechnet werden kann, wobei vor allem zu bemerken ist, daß die Röhren und sonstigen, dem bewegten, doch meist sandigen Baggermaterial ausgesetzten Flächen ungemein abgenutzt werden müssen. Eine gleichmäßige Zuführung des Materials zu dem bei der zweiten Methode benutzten Rohre scheint nicht ohne weiteres erreichbar.

Das Entladen schllickartiger schlammiger Bodenmassen aus Prahmen mit festen Wänden ist ohne Anwendung von Pumpen nicht wohl ausführbar. Handelt es sich um Entladung großer Massen dieser Beschaffenheit, die alljährlich zu beseitigen sind, wie z. B. bei der Dockhafenanlage in Bremerhaven, so kann die Errichtung einer großen, durch Dampf betriebenen Pumpstation sich rechtfertigen. Die seit dem Jahre 1877 dort im Betriebe befindliche Pumpenanlage hat die Aufgabe, den im Hafen gewonnenen Schlick aus Prahmen entweder der Weser wieder zuzuführen oder denselben auf einer hierzu bestimmten Landfläche zur Ablagerung zu bringen.

Im III. Bd. dieses Werkes ist die Anlage auf S. 1107 näher beschrieben. Eine Dampfmaschine von 20 Pferdestärken treibt 3 Saug- und Druckpumpen von 0,4 m Durchmesser und 0,6 m Hub.

<sup>68)</sup> Revue industr. 1877. S. 454. Mit Abb.

Das Druckrohr hat 0,3 m Durchmesser. Diese Pumpmaschine entladet täglich 1000—1200 cbm Schlick und transportiert denselben bis zur Ablagerungsstelle für einen Kostenaufwand, welcher nur 4 Zehntel der früher für Entladung und Transport (Ausschöpfen und Auslassen aus Klappenprahnen) aufgewandten Kosten beträgt. 100 cbm Schlick werden jetzt zu rund 30 M. entladen und abgelagert.

Eine Umladung des Baggermaterials wird vermieden, wenn die zur Aufnahme bestimmten Land-Fahrzeuge direkt bis zum Bagger gelangen und von diesem beladen werden können. Derartige Einrichtungen, bei denen schwimmende Laufbrücken zu Hilfe genommen werden müssen, lassen sich nur selten, bei schmalen und während der Arbeit nicht durch Schifffahrt belebten Gewässern treffen.

Bei den Baggerungen im Plauer Kanale<sup>69)</sup> war die Einrichtung getroffen, daß zweirädrige sogenannte Kippkarren, welche durch zwei Arbeiter bewegt wurden, direkt vom Bagger beladen werden konnten. Die Anordnung der erforderlichen Laufbrücke war sehr zweckmäßig. Diese bestand aus drei Teilen, einem quer über den Kanal reichenden Teile, an welchem der mit einer bühnenartigen Verbreiterung versehene Bagger hin und her bewegt wurde, einem zweiten Teile, welcher, parallel zur Axe des Kanals angeordnet, bis zur Auskarrungsstelle reichte, und einem Ponton, über welchen die Karren zum Ufer gelangten. Das Verbindungsstück, zwischen dem hinter dem Bagger quer zur Längsaxe des Kanals liegenden Laufbrückenteile und dem Auffahrtsponton, reichte über letzteren hinaus, um beim Vorwärtsgehen des Baggers, dem ein Vorwärtsbewegen der querliegenden Laufbrücke folgen mußte, die Verbindung mit dem Auffahrtsponton aufrecht zu erhalten. War der Bagger so weit vorgerrückt, daß die Länge dieses Verbindungsstückes nicht mehr ausreichte, so wurde der Auffahrtsponton weiter nach dem Bagger hin verschoben.

Ein häufig in Anwendung gekommenes Zwischenmittel, um das gebaggerte Material vom Bagger ohne Umladung dem Ufer zuzuführen, sind die Plattenketten, parallele Gliederketten ohne Ende, welche über entsprechende baggerleiterartige Konstruktionen geführt werden und deren obere Flächen statt Eimer Platten mit hochgebogenen Rändern tragen. An jedem Kettengliede ist eine Platte befestigt und greifen letztere genügend weit über einander, sodaß sie eine vollständige Rinne bilden. Die Ketten, über zwei Prismen geführt und gehörig unterstützt, erhalten eine fortschreitende Bewegung vom Bagger nach dem Ufer zu und nehmen das ihnen zugeführte Material so lange mit fort, bis die Platten einzeln über einem Prisma zum Kippen gebracht werden.

Trockene Bodenmassen können auf steigenden oder fallenden Plattenketten, deren Neigung jedoch den Rutschungswinkel solcher Massen nicht übersteigen darf, transportiert werden. Ist das zu beseitigende Material stark mit Wasser versetzt, so können Plattenketten nicht mehr benutzt werden; an Stelle der Platten treten dann einzelne flache Kästen, die mit ihren kurzen Seiten möglichst dicht an einander stoßen. Fig. 16, Taf. XVIII, stellt die Anordnung einer solchen Kasten-kette dar.

Eine interessante Verwendung der Plattenketten zeigen Fig. 19, 20 u. 21, Taf. XX. Diese Anordnung ist bei der Trockenlegung des Lago di Fucino<sup>70)</sup> in Italien getroffen worden.

Durch einen Eimerkettenbagger wird das Material einer in der Längsrichtung des Baggerschiffes und auf demselben befindlichen Plattenkette direkt zugeführt, welche

<sup>69)</sup> Erbkam's Bauztg. XVII. 1867. S. 749. Mit Abb.

<sup>70)</sup> Engng. 1876 I. S. 17. Mit Abb.

das Material an eine senkrecht zu dieser befindliche zweite Kastenkette abgibt; die steigend angeordnete Kastenkette fördert das Bodenmaterial in die am Ufer des Kanals stehenden Fahrzeuge. Zur Bewegung der Querkette diente eine besondere Dampfmaschine, während die in der Axe des Baggers angeordnete Kette durch die den Bagger treibende Maschine bewegt wurde.

Der Eimerkettenbagger schwingt, um den Ausguß der Längsplattenkette nicht zu verschieben, um sein hinteres Ende und ist durch einen Bolzen mit den beiden die Querkastenkette tragenden Pontons verbunden. Die punktierten Linien geben in der Situation die verschiedenen Lagen des Baggerschiffs an. Dem Baggerfortschritt entsprechend findet gleichzeitig mit dem Bagger nach jeder Schwingung eine Vorrückung des ganzen Apparats statt.

Am Suezkanale wurden als Zwischenmittel geneigte Rinnen verwendet, in welche die Bagger das Material direkt abgaben, sodafs es durch sein eigenes Gewicht in denselben zum Gleiten und am Ufer zum Abfließen kam. Die Neigung dieser Rinnen wechselte je nach Bodenbeschaffenheit zwischen 1:10 bis 13. Es gelang mittels solcher Rinnen, das Material bis 70 m vom Bagger entfernt zu deponieren.

Um den Bewegungen des Baggers folgen zu können, waren die Rinnen mit demselben verbunden und außerdem durch besondere Pontons, welche den größten Teil des Rinnengewichtes aufzunehmen hatten, unterstützt. Zur Beschleunigung des Abrutschens mußte häufig durch besondere Pumpen den Rinnen Wasser zugeführt werden. Nur bei flachen Ufern und geringer Wasserbreite ist die Anwendung solcher Rinnen zweckmäfsig.

Durch Röhren kann Baggermaterial nur befördert werden, wenn dasselbe infolge Wasserzusatzes in eine flüssige Substanz verwandelt worden ist; es genügt jedoch dann nur geringer Kraftaufwand, um dasselbe durch lange Rohrleitungen auf weite Strecken zu bewegen.

Beim Bau des Amsterdamer Seekanals erfolgte die Zusetzung von Wasser zum Baggermaterial in einer vertikal stehenden Röhre, an deren unterem Ende ein Kreisel gelagert war. Das Baggermaterial wurde mit bis zu 50% Wasser vermennt und dann durch den Kreisel in die Rohrleitung geprefst, welche seitlich von dem Vertikalrohre abzweigte. Das Vertikalrohr nebst Kreisel war so am Bagger befestigt, dafs die Massen von demselben direkt in die obere Öffnung des Rohres gelangen konnten.

Die Abbildung dieser Vorrichtung befindet sich Bd. III, Taf. LX, Fig. 23. Kreiseldurchmesser 1,07 m; Durchmesser der Rohrleitung für den Transport des Materials 0,4 m. Der Betrieb des Kreisels geschah durch die Maschine des Baggers. Die Rohrleitung bestand aus einzelnen Rohrstücken, welche mittels flexibler Schläuche unter einander in Verbindung standen. Zur Versteifung der auf dem Wasser schwimmenden Rohrleitung war für je 3 Rohrstücke eine hebelartige Verbindung angeordnet.<sup>71)</sup> Die Rohrleitung wurde durch Holzunterlagen schwimmend erhalten, konnte daher den Bewegungen des Baggers folgen. Der Ausguß der Leitung bedurfte von Zeit zu Zeit der Verlegung.

Kreiselpumpenbagger liefern das Baggermaterial so mit Wasser vermischt, dafs dasselbe ohne Weiteres in Rohrleitungen transportiert werden kann. Die zur Fortreibung des Materials erforderliche Arbeit wird durch den Kreisel des Baggers geleistet, sobald die Rohrleitung mit dem Steigrohre des Baggers direkt in Verbindung gebracht ist.

Die neueren Kreiselpumpenbagger sind meistens so eingerichtet, dafs sie die Beseitigung des gebaggerten Materials durch angeschlossene Rohrleitungen über-

<sup>71)</sup> Handb. d. Ingenieurw. Bd. III, S. 1106. Mit Abb.

nehmen, da es hierzu keiner weiteren Einrichtungen am Bagger selbst bedarf. Die Rohrleitungen werden zweckmässig durch besondere Eisencylinder, Fässer oder Holzbalken schwimmend erhalten, so dass sie ungehindert den Bewegungen des Baggers folgen können.

Um die Geschwindigkeit der Masse nach dem Ausgusse zu vermindern, empfiehlt es sich den Rohrdurchmesser dahin langsam wachsen zu lassen. Die für einen solchen Transport aufzuwendende Mehrarbeit ist verhältnismässig gering, da es sich lediglich um Überwindung der Druckhöhe und des Reibungswiderstandes der flüssigen Substanz in den Röhren handelt.

Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass Transporteinrichtungen dieser Art, wobei die Bagger die Beseitigung des gewonnenen Materials selbst übernehmen und Zwischenmittel, die durch Reibung viel Kraft absorbieren, nicht vorhanden sind, in Bezug auf Billigkeit und Leistungsfähigkeit in erste Linie zu stellen sind und dass bei Verwendung von Kreiselpumpenbaggern auf eine Beseitigung des Materials auf diese Weise von Haus aus Rücksicht zu nehmen ist.

c. Zum Transport der gewonnenen Bodenmaterialien auf dem Lande und zwar auf grosse Entfernungen eignen sich vor allem die auf Schienen oder mittels Seilbahnen bewegten Fahrzeuge. Die Beladung derselben kann entweder durch den Bagger direkt oder mittels der unter b. besprochenen Vorrichtungen, soweit diese sich für trockenen oder nur wenig nassen Boden eignen, geschehen.

Direkte Beladung kann nur dann erfolgen, wenn die Fahrzeuge an den Bagger gelangen oder wenn die Schuttrinnen so lang sind, dass dieselben auf das Ufer reichen und die Fahrzeuge durch diese beladen werden können. Ferner würde eine direkte Füllung ermöglicht, wenn die Fahrzeuge so eingerichtet sind, dass die Kästen von den Radgestellen abgehoben, in Prahme gesetzt und nach Füllung durch den Bagger mittels Krane wieder auf die Radgestelle gebracht werden können.

Das Beladen derartiger Fahrzeuge mittels Schippe oder Handkarren aus Prahmen mit festen Seitenwänden kommt seiner Kostspieligkeit wegen nur selten in Anwendung. Rasche Füllung der Fahrzeuge ist Haupterfordernis.

Seilbahnen sind bis jetzt zum Transport gebaggerter Materialien wenig im Gebrauche gewesen, obgleich dieselben, da verhältnismässig nur geringe Reibungswiderstände beim Fortbewegen der Kübel zu überwinden sind, sehr billig betrieben werden können; es mag dies hauptsächlich darin begründet sein, dass die einzelnen Gefässe gewöhnlich geringen Fassungsraum haben und dass Seilbahnen sich nicht bequem verlegen lassen.

Auf eine leichte Verschiebbarkeit der Geleise und damit Veränderung der Ablagerungsstellen kommt es beim Landtransport gewöhnlich sehr an, da hierbei das Bodenmaterial in der Regel in geringer Höhe über grosse Flächen auszubreiten ist, seltener die Herstellung hoher Dammschüttungen in Frage kommen.

Der von Couvreux konstruierte und im § 35 beschriebene Bagger hat aufser anderen dort näher angegebenen Vorzügen noch den, dass mittels desselben, wenn bei Wasserbauten benutzt, das gewonnene Material direkt auf das Ufer gefördert wird; es bedarf nur geringer Horizontalbewegung, um dasselbe den Transportfahrzeugen zuzuführen.

Alle bei Eisenbahnbauten verwendeten Bagger liefern das Bodenmaterial direkt in die Fahrzeuge; es ist bei diesen dafür Sorge zu tragen, dass die Beladung ununterbrochen stattfinden kann.

Die in Einschnitten gewonnenen Massen werden meistens zur Dammbildung Verwendung finden, so daß dieselben unter Umständen auf sehr bedeutende Entfernung transportiert werden müssen.

Unter den gebaggerten Massen, sobald dieselben zu Dammschüttungen benutzt werden sollen, muß häufig eine besondere Auswahl getroffen werden, da nicht jede Bodenart zu Anschüttungen verwendet werden kann. Sollen die Anschüttungen weiteren baulichen Zwecken dienen, so ist Schlamm und Schlick, unter Umständen auch Thon von der Verwendung auszuschließen. Überhaupt ist dafür zu sorgen, daß die zum Transport gelangenden Materialien trocken zur Verladung kommen; der Abflufs des beim Baggern mitgehobenen Wassers muß also möglichst beschleunigt werden.<sup>72)</sup>

## F. Schlufsbetrachtungen.

**§ 43. Vergleich der in Betracht kommenden Baggermaschinen.** Mit Berücksichtigung der in den vorgehenden Paragraphen enthaltenen Erörterungen über Baggermaschinen und Transportmittel ist noch ein Überblick über die bei verschiedenen Arbeiten in Betracht kommenden Baggermaschinen zu geben.

Von der Wahl geeigneter Baggervorrichtungen hängt häufig der Erfolg der betreffenden Arbeiten ab. Abgesehen von den Kosten kommt vor allen Dingen die Zeit in Betracht, in welcher eine bestimmte Leistung zu geschehen hat; hieraus läßt sich die Leistung pro Zeiteinheit ableiten und danach die Gröfse der erforderlichen Kraftentwicklung bestimmen.

Bei Baggerungen, welche mit Grundbauarbeiten verbunden sind, wird es sich in der Regel nur dann empfehlen, maschinelle Anlagen in Anwendung zu bringen, wenn eine Vertiefung ausgedehnter oder zahlreicher kleinerer Flächen vorgenommen werden soll; dies ist jedoch bei den meisten derartigen Bauten nicht der Fall und wird daher die Verwendung zweckmäßiger, durch Menschen betriebener Baggerapparate verhältnismäßig billiger zum Ziele führen.

Die beim Grundbau zu vertiefenden Flächen hängen gewöhnlich nicht zusammen, es ist daher häufige Versetzung der Apparate notwendig, auf welchen Umstand bei Auswahl derselben auch Gewicht zu legen sein wird. Da es sich beim Grundbau gewöhnlich um erhebliche Vertiefung eingeschlossener Flächen handelt, so ist es, wie schon in den betreffenden Paragraphen erwähnt, notwendig, daß die benutzten Apparate unabhängig von der wachsenden Tiefe funktionieren. Für Tiefen bis 5 m sind die beschriebenen Stielbagger gut verwendbar, für gröfsere Tiefen sind jedoch die stiellosen Baggerapparate, die unabhängig von der Tiefe in Wirksamkeit treten, zweckmäßiger.

Die Bodenbeschaffenheit fällt bei diesen Baggerungen nicht so sehr in das Gewicht, weil die dabei verwendeten Apparate meistens für die verschiedensten, überhaupt durch Bagger zu lösenden Bodenarten verwendbar sind. Hierzu kommt noch der Umstand, daß es sich meistens um die Beseitigung weichen Bodens handelt, da festere Bodenarten für Fundierungszwecke am besten geeignet sind und nicht ohne zwingenden Grund beseitigt zu werden pflegen. Für pneumatische Fundierungen ist die Sandpumpe, Fig. 6, Taf. XVIII, sehr zu empfehlen.

<sup>72)</sup> Interessante Beschreibungen der bei französischen Kanal-Eisenbahnbauten angewendeten Beladungsmethoden siehe: Förster's Bauztg. 1860. S. 116. — A. Castor. Recueil d'appareils etc. 1860.