

Material und dem gleichzeitig mitgerissenen Wasser stellt sich durchschnittlich wie 3:7. Die Leistungen des Baggers sind vollkommen zufriedenstellend, pro Stunde 25 cbm feste Masse bei 4 m Hubhöhe. Kosten des ganzen Apparates einschließlich Schiff, jedoch ohne Lokomobile und Maschine zum Betriebe der Rührer, rund 9500 M.

C. Trockenbagger.

§ 31. Allgemeines. Maschinen dieser Art finden bei Eisenbahn- und Kanalbauten Verwendung, indem sie den zu beseitigenden Boden lösen und in geeignete Transportfahrzeuge verstürzen. Ebenso wie bei den ausschließlich für Wasserbauten verwendbaren Baggern kommen auch bei Trockenbaggern solche mit unterbrochener und ununterbrochener Materialförderung vor. Sie kamen zuerst in Amerika auf und fanden später hauptsächlich beim Suezkanal, Amsterdamer Seekanal und der Donauregulierung bei Wien erfolgreiche Anwendung.

Die Trockenbagger werden zur Ersparung an Arbeitskräften, die zu größeren Bodenbewegungen entweder nicht in ausreichendem Mafse oder nur zu teuer erlangt werden können, angewendet und sind mit verhältnismäßig kräftigen Betriebsmaschinen ausgestattet. Trotz kräftiger Maschinen vermögen sie bei Eisenbahnbauten, die gewöhnlich in kurzer Zeit fertig gestellt werden sollen, bei denen es daher auf möglichst rasche Herstellung von unter Umständen bedeutenden Einschnitten und Dämmen ankommt, allein den Anforderungen, welche in Bezug auf Zeitersparnis an dieselben zu stellen sind, nicht zu genügen.

Der gewonnene Boden ist bei diesen Arbeiten meistens in Transportfahrzeuge von etwa 2—3 cbm Fassungsraum zu verstürzen; diese werden auf Schienen durch Pferde, Lokomotiven oder in anderer Weise bis zur Entladungsstelle gefahren. Die Bagger füllen jedesmal nur ein solches Fahrzeug; da die Einstellung mehrerer Bagger in einem Einschnitte bei der geringen Breite solcher nicht wohl möglich ist, vergeht auf die Füllung weniger Fahrzeuge so viel Zeit, wie für die Füllung eines ganzen aus 20—30 Wagen bestehenden Zuges erforderlich ist, wenn für jedes Fahrzeug eine genügende Anzahl Arbeiter zum Lösen und Laden des Bodens bereit gehalten werden kann. Kommt es bei Erdarbeiten nicht so sehr auf Zeitersparnis als auf billige Arbeit an, so werden diese Bagger mit dem allergrößten Nutzen Anwendung finden können. Ebenso sind dieselben mit Vorteil dazu verwendbar, tiefe Einschnitte der Länge nach mit Schlitzern zu versehen, an deren Seitenböschungen dann die für rasche Gewinnung des Bodens erforderliche größere Anzahl von Arbeitsstellen zu erlangen ist; sie haben in diesem Falle einen nicht zu unterschätzenden Nutzen.

Leistung und Anwendung dieser Bagger werden außerdem wesentlich durch die Art des zu lösenden Bodens beeinflusst. Loser Felsboden und stark mit größeren Steinen durchsetzte Gerölle sind die ungünstigsten Bodenarten, während alle weichen Materialien durch diese Maschinen besser als durch Handarbeit bewältigt werden. Mit der Gewinnung des Bodenmaterials muß eine fortschreitende Bewegung des Baggerapparates Hand in Hand gehen, die den auf Rädern montierten, in der Regel auf Schienen stehenden Baggern von der Maschine in entsprechendem Mafse erteilt wird.

§ 32. Der Trockenbagger von Ruston, Proctor & Co.⁴⁸⁾ ist ein mit einem Gefäße ausgerüsteter Kranbagger. Ein kranartiger Ausleger auf fahrbarem Gestell, drehbar um etwas über 180°, trägt den für die Baggerarbeit bestimmten grossen eisernen Kübel *a*; siehe Fig. 13 u. 14, Taf. XIX. Der Kübel wird mittels des am vorderen Ende des Auslegers befestigten Flaschenzugs durch den Boden gezogen, indem er zugleich durch den Stiel *b* die erforderliche Stützung erhält. Nach Füllung und Hebung des Kübels findet die Drehung des Auslegers durch die um die Kettenscheibe *c* gelegte und durch die Maschine angezogene Kette so weit statt, daß der Kübel über das zur Aufnahme des Bodens bestimmte Fahrzeug gelangt; durch das Öffnen der Bodenklappe wird der Kübelinhalt in dieses verstürzt. Je nach Bodenbeschaffenheit und Stellung des ganzen Apparats wird die Stiellänge bemessen, welche dementsprechend verstellbar eingerichtet ist. Während der Arbeit geben vier oder sechs gegen die Einschnittssohle sich stemmende Schrauben der ganzen Maschine die notwendige Stabilität.

Mittels dieses Trockenbaggers, der namentlich bei Boden thoniger Beschaffenheit, bei welchem Handarbeit stets teuer und wenig erfolgreich ist, können Einschnitte von beliebiger Breite und Tiefe hergestellt werden. Die Wände, gegen welche der Bagger anzuarbeiten hat, werden zweckmässig nicht höher stehen gelassen als bis zur höchsten Stellung des Kübels; sollen tiefere Einschnitte hergestellt werden, so empfiehlt sich der Etagenbau. Die speciell von der vorstehend angegebenen Firma gebauten Bagger dieser Art sind mit Maschinen von 10 Pferdestärken ausgerüstet; zur Füllung und Entleerung jeden Kübels, der einen Rauminhalt von etwa 0,6 cbm umfaßt, bedarf es etwa bis zu $\frac{2}{3}$ Minuten Zeit, so daß pro Arbeitsstunde eine Leistung von 50 cbm Klauboden mittels derselben zu erzielen ist. Die Bedienungsmannschaft besteht aus 1 Steuermann, 1 Maschinisten und 1 Heizer. Von anderen Firmen⁴⁹⁾ werden ähnliche Bagger konstruiert, die nur in der Detailanordnung, nicht im Principe von dem beschriebenen abweichen. Anschaffungskosten 24 000 M.

§ 33. Trockenbagger von Frey, Fils & Sayn.⁵⁰⁾ Bei diesem Bagger finden die mit Eimern besetzten endlosen Ketten Anwendung; Fig. 15, Taf. XIX, zeigt die Anordnung des Apparats. Die Bewegung wird von einer Dampfmaschine aus auf ein hoch gelagertes vierseitiges Prisma und durch dieses auf die Eimerkette übertragen. Die Kette ist vollkommen stramm gespannt, was durch Anordnung dreier weiterer Prismen erreicht wird. Es befinden sich eine grössere Anzahl Eimer gleichzeitig im Angriff. Der Boden wird in eine Schuttrinne verstürzt, aus welcher derselbe in die Transportfahrzeuge gelangt. Auf dem Gestell, welches auf vier, mit breiten Felgen versehenen Rädern ruht, ist der ganze Apparat um die Axe *a* drehbar. Die Drehung geschieht durch die Maschine während der Arbeit mit einer dem Angriffe der Eimer entsprechenden, den verschiedenen Bodenarten angepaßten Geschwindigkeit. Die Schuttrinne wird am oberen Ende durch einen Zapfen, um welchen dieselbe beweglich ist, gestützt; am unteren Ende sind Rollen angeordnet, die auf einer Laufschiene stehen. Durch diese Unterstützung der Schuttrinne ist es möglich, dieselbe während der Drehung des Baggerapparats in ihrer ursprünglichen Lage zu erhalten.

Der Durchmesser des von den äussersten Eimern beschriebenen Kreises giebt die Einschnittbreite an, welche mittels dieses Apparats auf einmal ausgebaggert

⁴⁸⁾ Engng. 1877 I. S. 360. Mit Abb. — Hannov. Zeitschr. 1878. S. 193. Mit Abb.

⁴⁹⁾ Revue industr. 1877. S. 465. Mit Abb.

⁵⁰⁾ Civil-Ingenieur. 1866. S. 233. Mit Abb.

werden kann. Bei steil anstehendem Boden empfiehlt es sich, die Einschnittstiefe nach der Lage des oberen Prismas *b* zu bemessen. Apparate dieser Art, mit Maschinen von 7 Pferdestärken ausgerüstet, vermögen in 10 Arbeitsstunden im günstigsten Falle 600 cbm Boden zu fördern. Die Eimer haben gewöhnlich 30 bis 40 l Fassungsraum. Die Anspannung der Kette wird durch Verschiebung der Lager der Prismen *c* und *d* bewirkt. Die Geschwindigkeit der Kette ist eine ziemlich bedeutende, so daß pro Minute etwa 30 Eimer verstürzt werden. Um die Vor- und die Rückwärtsbewegung zu ermöglichen, sind die Axen, auf welchen die vier zum Tragen des Apparats dienenden Räder festsitzen, mit Kettenscheiben versehen, die ihrerseits durch die Maschine rechts- oder linksläufige Bewegungen erhalten können. Die Vorwärtsbewegung des Apparats muß dem Eingriff der Eimer entsprechen. Die Radaxen sind in ihrer Lage gegeneinander verschieblich, so daß der Apparat auch in Kurven zu arbeiten vermag.

§ 34. Der Trockenbagger von Trevithik⁵¹⁾, ebenfalls ein Eimerkettenbagger, arbeitet mit drei parallelen endlosen Ketten, auf welchen 2 m lange kastenartige Schöpfgefäße in genügender Anzahl befestigt sind. Die Kasten entleeren in eine breite Schuttrinne, welche in drei kleinere Rinnen ausläuft, von denen jede mit einer regulierbaren Schütze versehen ist. Mit der Baggermaschine ist zugleich die Einrichtung zur Beseitigung der gewonnenen Erdmassen verbunden, welcher in einer Hodgson'schen Seilbahn besteht. Diese ist mit einer solchen Anzahl Eimer besetzt, daß der Betrieb vollkommen kontinuierlich stattfindet. Am Ablagerungsorte des gewonnenen Bodens wird die Seilbahn durch eine Gegenseibe gehalten, an welcher das Kippen der Eimer selbstthätig erfolgt.

Der ganze Apparat ist auf einem fahrbaren Gestell montiert, und wird mittels der Dampfmaschine entsprechend dem Eingriff der Baggereimer auf Schienen fortbewegt. Gleichzeitig mit dem Apparat wird die Gegenseibe der Seilbahn in derselben Richtung fortbewegt. Das Gleis, auf welchem der Bagger ruht, besteht aus einzelnen Abteilungen von je einer Schienenlänge, die hinten aufgenommen, an entsprechenden Führungen des Apparats nach vorn bewegt und vorgestreckt werden; sobald der Fortschritt eine Schienenlänge beträgt. Das Heben und Senken des Baggerapparates, um den Eingriff der Eimer zu regulieren, geschieht durch Winden oder kleine hydraulische Pumpen. Die Anwendung dieses Trockenbaggers in der in der Quelle angegebenen Anordnung kann nur da geschehen, wo das gewonnene Einschnittsmaterial in nicht allzu großer Entfernung von der Gewinnungsstelle wieder deponiert werden kann, also bei Einschnitten mit Seitenablagerungen. Bei großen Entfernungen wird es schwierig sein, die Seilscheibe und die dann notwendigen Seilstützen gleichmäßig genug mit dem Baggerapparat vorwärts zu bewegen.

§ 35. Trockenbagger von Couvreux.⁵²⁾ Fig. 17—23, Taf. XIX, zeigen die Anordnung dieses Baggers, der zu Kanalzwecken am Suez-Kanal und dem Donaudurchstiche mit Erfolg in Anwendung gekommen ist. Der Apparat ist auf einer fahrbaren Plattform montiert und baggert die Bodenmassen entsprechend deren Böschungswinkel unter sich fort. Derselbe ist ebensowohl für Arbeiten im Trockenen als unter Wasser zu verwenden. An der endlosen Doppelkette sind eine Anzahl Eimer ohne Rückwand befestigt, die an ihrem hinteren Ende entleert werden; es ist dies durch die Bewegungsrichtung der Kette bedingt, wie aus der Zeichnung hervorgeht. Die Eimer,

⁵¹⁾ Engineering. 1872 II. S. 290. Mit Abb.

⁵²⁾ Portefeuille économique des machines. 1874. S. 105.

Fig. 9 u. 10, verstürzen das Bodenmaterial in eine Schuttrinne, oder, wie in der Darstellung, auf eine Plattenkette, durch deren Vermittelung das gebaggerte Material den Eisenbahnfahrzeugen zugeführt wird.

Die Lage der Eimerleiter ist mit Hilfe besonderer Winden und Ausleger verstellbar, sodafs mit dem dargestellten Bagger bis zu 7,0 m Tiefe gebaggert werden kann. Die Geschwindigkeit des Fortschreitens des ganzen Apparats, dem Eingriff der Eimer entsprechend von der Maschine selbstthätig hervorgerufen, beträgt etwa 1—1,50 m pro Minute. Die Maschine ist eine 20pferdige. Fahrzeuge von 2 cbm Fassungsraum werden bei mittelfestem Boden in 2 Minuten geladen; bei 10stündigem Betriebe ist die Leistung daher 600 cbm Bodenförderung. Die beim Donaudurchstiche verwandten Bagger dieser Art waren auf drei parallel gelegenen Schienen beweglich, um dem Apparat gröfsere Stabilität zu verleihen. Die Bedienungsmannschaft besteht aus 1 Maschinisten, 1 Heizer und 1 Arbeiter. Anschaffungskosten 34000 M.

Ist der zu baggernde Boden von thoniger Beschaffenheit, sodafs er aus den Eimern nicht von selbst herausfällt, so tritt die in Fig. 18 dargestellte Vorrichtung in Wirksamkeit, die in einem dem Querschnitte der Eimer entsprechenden Platte besteht, welche auf der Axe des oberen Prismas so fest gehalten wird, dafs alle Eimer ihren Inhalt an dieser Platte abstreichen müssen. Die Konstruktion der Prismen geht aus den Fig. 22 u. 23 hervor.

D. Verschiedene Vorrichtungen und Maschinen.

§ 36. Apparate zum Lösen des Bodens. Bei den vorstehend beschriebenen Apparaten haben die Gefäfsse neben der Aufgabe, den Boden bis zur Verstürzung zu heben, auch die, denselben zu lösen. Ist die Bodenbeschaffenheit eine feste, was bei Erdarbeiten für Eisenbahnen sehr häufig vorkommt, so tritt der Umstand ein, dafs die Gefäfsse nicht im stande sind, in der für die Lösung bestimmten Zeit so viel Boden zu lockern, als zu ihrer Füllung erforderlich ist; es müssen deshalb besondere Vorrichtungen für die Auflockerung des Bodens angeordnet werden.

Die zu diesem Zwecke in Anwendung gekommenen **Kratzer** bestehen meistens aus Axen, auf welchen starke, hackenartig konstruierte Arme befestigt sind. Diese entweder vertikal, horizontal oder schräg gelagerten Kratzer werden durch Maschinenkraft in rotierende Bewegung gesetzt und wirken wie Hacken auf den zu lösenden Boden ein, zugleich den gelösten Boden der eigentlichen Hebemaschine, die dann aus mit Eimern besetzten endlosen Ketten bestehen kann, zuführend. Die Bewegungen derartiger mit Armen versehenen Kratzer dürfen nur verhältnismäfsig langsam geschehen, um diese Teile nicht zu sehr zu gefährden.⁵⁹⁾

Es ist nicht zu leugnen, dafs für viele Bodenarten, namentlich solche trockener Beschaffenheit und geringer Kohäsion, solche Löseapparate von grossem Vorteil sind, bei thonigem Boden hingegen werden sie nur geringen Erfolg haben. Zum Lösen dieser Bodenarten empfiehlt es sich, schneidend wirkende Apparate zu verwenden; neben dem zuerst beschriebenen Kranbagger eignen sich für diesen Zweck die Pflüge am besten.

⁵⁹⁾ Die Allg. Bauztg. 1860. enthält genauere Zeichnungen und Beschreibung eines solchen Apparats, von dem jedoch nicht angegeben ist, ob derselbe ausgeführt wurde und welche Leistungsfähigkeit demselben zugesprochen werden kann.

§ 37. Pflüge. Kräftig konstruierte Pflüge, den für die Beackerung von Ländereien in Bezug auf Konstruktion vollkommen ähnlich, werden, bespannt mit einer Anzahl Pferde, durch den zu lösenden Boden hindurch gezogen und schneiden den zähen thonigen Boden in langen Schollen ab. Diese abgetrennten Schollen werden dann mittels Spaten von den Arbeitern in solche Stücke zerlegt, daß dieselben bequem verladen werden können.

Ist der Boden sehr plastisch, so können die Pflüge nur bei ganz trockenem Wetter durch Pferde gezogen werden, denn die geringste Feuchtigkeit hat zur Folge, daß die Pferde jeden Halt verlieren; für diesen Fall ist entweder das Streuen von Sand auf dem von den Pferden zurückzulegenden Weg zweckmäßig oder die Fortbewegung der Pflüge ist an Drahtseilen mittels feststehender Maschinen vorzunehmen. (Fowler'sche Pflüge).

Die Möglichkeit der Anwendung der lediglich zum Lösen des Bodens zu verwendenden Pflüge ist jedoch eine von der Bodenbeschaffenheit so abhängige, daß eine Benutzung derselben zu dem angegebenen Zwecke nur selten erfolgen wird. Eine Angabe über die mittels Pflügen zu erzielenden Leistungen läßt sich sehr schwer machen, da hierfür die Erfahrungen nicht genügend gesammelt sind.

Bei einem neuerdings vorgeschlagenen **kontinuierlich arbeitenden Excavator**⁵⁴⁾ wird versucht, den im Anfange des § 31 angegebenen Mängeln der Trockenbagger, daß jeweilen nur ein Transportgefäß gefüllt werden kann, dadurch abzuhefen, daß eine Reihe durch Gelenkketten mit einander verbundene, auf Rädern laufende Kästen das Lösen und Transportieren des Bodens bis zu den Transportfahrzeugen, in welche dieselben dann gleichzeitig verstürzt werden, besorgen sollen. Mit Recht wird in der angezogenen Quelle dem Apparate, der, so viel bekannt, zur praktischen Ausführung nicht gekommen ist, vorgeworfen, daß derselbe gleichzeitig Grabe- und Transportmaschine sei, was zu bedeutendem Zeitverlust Veranlassung geben würde.

§ 38. Nivellier- oder Planierungsmaschinen finden hauptsächlich bei solchen Erdarbeiten Anwendung, bei denen es darauf ankommt, Flächen möglichst gleichmäßig abzuebnen, wie bei Meliorationen. Die Apparate dieser Art, von Menschen oder Pferden fortbewegt, sind meistens an zweirädrigen Karren befestigt und bestehen aus einem kübelartigen Gefäße, welches die zu beseitigenden Erhöhungen fortnimmt und vorwärts bewegt, den gewonnenen Boden bis zur geeigneten Ablagerungsstelle transportiert, woselbst die Entleerung durch Umkippen erfolgt. Große Erhöhungen bis 1 m werden nur durch mehrmaligen Angriff beseitigt werden können. Bei festem Boden ist die Leistungsfähigkeit eine geringe.

§ 39. Torfgrabemaschinen gehören nur dann zu den Baumaschinen, wenn durch dieselben neben der Gewinnung des Torfes gleichzeitig schiffbare Kanäle hergestellt werden. Eine sehr interessante Maschine dieser Art ist von James Hodges⁵⁵⁾ erfunden und in canadischen, sowie oldenburgischen Torfmooren mit großem Erfolge in Anwendung gekommen. Am Vorderende eines 20 m langen, 4,8 m breiten und 2 m hohen Schiffes befinden sich zwei archimedische Schrauben von je 3,3 m Durchmesser, die so gelagert sind, daß sie mit ihren Rändern über den Schiffsquerschnitt nach den Seiten und nach unten hinaus reichen. Mittels einer kräftigen, im Schiffsraum untergebrachten Dampfmaschine werden die Schrauben in rotierende Bewegung gesetzt, wodurch sie den vor ihnen befindlichen Torf in einer Breite von etwa 6 m und einer Tiefe von 1,2—2 m wegnehmen und nach einem hinter denselben angeordneten Behälter befördern. Die ganze Einrichtung schwimmt

⁵⁴⁾ Deutsche Bauztg. 1875. S. 173. Mit Abb.

⁵⁵⁾ Engineering. 1872 II. S. 44 u. 86. Mit Abb.

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 Brosowsky⁵⁶⁾ 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

⁵⁶⁾ 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 Mississippi⁵⁷⁾ 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 Kratzeisen 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 Kratzeisen versehene Welle am unteren Ende zweier Balken, die auf der Axe des Wasserrades gelagert sind, gehalten wird, so daß eine Verstellung der Kratzeisen 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 Rhein⁵⁸⁾ 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. Bergeron⁵⁹⁾ 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-

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

⁵⁸⁾ Erbkam's Bauztg. 1865. S. 114. Mit Abb.

⁵⁹⁾ 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 Spülflöfse⁶⁰⁾ 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 Frankreich⁶¹⁾ wurde ein eigentümlicher Apparat, siehe Fig. 5, Taf. XX, verwendet, um die aus festem Pud-

⁶⁰⁾ Bd. III, S. 1091. Mit Abb.

⁶¹⁾ 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 Außenseite 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 Hintertheile 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 Bodenklappen⁶²⁾ und mit Seitenklappen⁶³⁾ 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 Prahm⁶⁴⁾ 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

⁶²⁾ Handb. d. Ingenieurw. Bd. III. Taf. LX.

⁶³⁾ Hagen. Seeufer- und Hafenanbau. Bd. IV. Mit Abb.

⁶⁴⁾ 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 Mafse, 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 Kinipple⁶⁵⁾ 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

⁶⁵⁾ 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.⁶⁶⁾ 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 Laufkrane.

Ein interessanter Aufzug dieser Art⁶⁷⁾ 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

⁶⁶⁾ Castor. Recueil d'appareils etc.

⁶⁷⁾ 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 außer 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 Quelle⁶⁸⁾ 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 schlickartiger 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.

⁶⁸⁾ 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 Klappenprahmen) 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 Plauener Kanale⁶⁹⁾ 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 Fucino⁷⁰⁾ in Italien getroffen worden.

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

⁶⁹⁾ Erbkam's Bauztg. XVII. 1867. S. 749. Mit Abb.

⁷⁰⁾ 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 vermengt 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.⁷¹⁾ 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-

⁷¹⁾ 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.⁷²⁾

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.

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

2. a) Während beim Grundbau die Bodenbeschaffenheit nicht immer für die zu wählenden Apparate maßgebend ist, giebt diese bei Baggerungen zur Unterhaltung oder Neubeschaffung von Fahrinnen den Ausschlag. Allgemein kann wohl als Regel hingestellt werden, daß nur durch mit Dampfmaschinen betriebene Bagger derartige Arbeiten zweckmäßig auszuführen sind.

Die Verwendung von Pferden und Menschen zum Betriebe der Bagger ist meistens zu kostspielig, auch sind denselben in Bezug auf die Leistung so enge Grenzen gezogen, daß sie gegen die in der Neuzeit fast allgemein angewendeten, durch Dampfmaschinen betriebenen Bagger kaum in Betracht kommen können.

Für Neubauten wird wohl meistens der Fall eintreten, daß die anzuschaffenden Bagger für ganz bestimmte Bodenarten konstruiert werden können; für Unterhaltungsarbeiten ist dies jedoch nicht der Fall, da gewöhnlich ein Bagger für eine bestimmte Flußstrecke angeschafft zu werden pflegt, in welcher die Bodenbeschaffenheit unter Umständen eine sehr verschiedene sein kann. Es ist daher notwendig, für solche Arbeiten Bagger zu konstruieren, welche gewissermaßen für eine mittlere Bodenart bestimmt, auch unter abweichenden Verhältnissen mit entsprechendem Nutzeffekt zu fördern vermögen.

Die Eimerkettenbagger können diesen Anforderungen am leichtesten genügen, da mit Ausschluß des Schlickes sich die meisten vorkommenden Bodenarten mit denselben baggern lassen. Ihre Anwendung ist aus diesem Grunde sehr verbreitet und erfreuen sie sich bei den Bautechnikern allgemeiner Beliebtheit. Größere Geschiebe, wie sie bei Kiesbänken in oberen Flußläufen vorkommen, lassen sich überhaupt nur durch diese Bagger beseitigen, während bei Sand, Thon und Schlick, Pumpen- und Kreiselbagger mit in Konkurrenz treten.

Der Nutzeffekt ist bei den letzteren Baggern entschieden ein größerer als bei den Eimerkettenbaggern, weil die großen toden Lasten und die dadurch hervorgerufenen Reibungswiderstände einen erheblichen Teil der aufgewendeten Kraft absorbieren.

Bei Neuherstellung von Fahrwasserrinnen, die unter Umständen auch das Beseitigen hoher Uferländer oder über Wasser liegender Inseln erfordern, muß unter allen Umständen berücksichtigt werden, ob nicht die Teile der zu beseitigenden Massen, welche über Wasser liegen, durch direktes Abgraben im Trockenen zweckmäßiger und billiger zu entfernen sind.

Je nach der Durchlässigkeit des Bodens ist auch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, Boden, der unter dem Wasserspiegel liegt, im Trockenen zu beseitigen, wenn zwischen der auszuschachtenden Fläche und dem Wasser genügend starke Dämme stehen bleiben können und wenn diese, sowie überhaupt der zu beseitigende Boden nicht zu durchlässig sind, so daß mit geringem Kraftaufwand eine große Fläche trocken gehalten werden kann.

Diese Art der Beseitigung verdient Berücksichtigung, weil ein zweimaliges Verladen des Bodenmaterials hierbei vermieden wird, auch ausgedehntere Flächen durch Anstellung großer Arbeitskolonnen forciert werden können. Eine eigentliche Baggerarbeit ist dies zwar nicht, hängt jedoch häufig so innig mit solchen zusammen, daß eine Erwähnung an dieser Stelle wohl gerechtfertigt erscheint.

2 b) Nach Feststellung der Baggerart ist diejenige Transportmethode zu wählen, welche sich für die betreffende Örtlichkeit am besten eignet. Hierbei ist allgemein der Gesichtspunkt festzuhalten, daß die gefördertten Massen am billigsten beseitigt

werden, wenn die Anzahl der Umladungen aus einem Transportgefäß in das andere auf ein Minimum beschränkt wird.

Handelt es sich um Herstellung schmalere Wasserwege, wie bei Kanälen, so wird häufig Gelegenheit gegeben sein, die Beseitigung der gewonnenen Materialien mittels Schuttrinnen, Plattenketten oder Röhren, also ohne alle Umladung, dem Bagger zu übertragen.

Für die Unterhaltung von Fahrrinnen in Flüssen werden diese Vorrichtungen jedoch nur äußerst selten angewendet werden können, da die Wasserflächen, namentlich in unteren Flusstrecken zu breit sind, die Ufer auch meistens so in Kultur stehen, daß dieselben nicht zur Aufnahme des Materials benutzt werden können, auch endlich Rücksicht auf Schifffahrt genommen werden muß, sodaß quer über den Fluß reichende, den Bagger mit den Ufern verbindende Zwischenmittel nicht benutzt werden dürfen.

Bei solchen Baggerarbeiten wird daher die Beseitigung des Materials ziemlich ausschließlich unter Zuhülfenahme von Prahmen erfolgen müssen. Soll das gewonnene Material auf höher gelegenen Ufern deponiert werden, so wird die Entladung der Prahme möglichst unter Verwendung von maschinellen Hilfsmitteln, Kranen, besonderer Eimerkettenbagger, Pumpen u. s. w., vorzunehmen sein. Als eine Hauptregel bei jedem Baggerbetrieb ist hinzustellen, daß die zum Transport bestimmten Fahrzeuge stets in ausreichender Zahl vorhanden sein müssen, um unzeitiges Stillliegen der Baggermaschine thunlichst zu vermeiden.

Baggerungen an Örtlichkeiten, die in erheblichem Maße dem Wechsel von Ebbe und Flut ausgesetzt sind, werden durch den fortwährend sich ändernden Wasserstand sehr behindert; in der Regel können die Bagger nur während Ebbe und halber Flut im Betriebe gehalten werden. Wenn verschieden hoch liegende Schichten unter solchen Verhältnissen beseitigt werden sollen, so kann die Baggerzeit dadurch verlängert werden, daß der Bagger während der höchsten Flut an dem am höchsten liegenden Teile derselben thätig ist und mit abnehmendem Wasser nach den tiefer liegenden Teilen nach und nach verlegt wird.

Die bei Eisenbahnbauten verwendbaren Baggermaschinen werden zweckmäßig dazu benutzt, für größere Einschnitte Schlitzte auszuheben, welche dann durch Arbeiter, die die Fahrzeuge von den Seitenböschungen derselben aus direkt beladen, erweitert werden. Ist ein Schlitz in der ganzen Länge eines tiefen Einschnittes durchgelegt, so wird ein zweiter tiefer liegender in Angriff zu nehmen sein und so fort bis zur Einschnittssohle.

Die Hauptaufgabe bei Eisenbahnerarbeiten besteht darin, für die Arbeiter möglichst viele bequeme Angriffspunkte zu schaffen, die so belegen sind, daß das gelöste Material ohne Hub in die Transportfahrzeuge gebracht werden kann. Jede Hebung des gelösten Materials ist mit besonderen Kosten verbunden und muß thunlichst vermieden werden.

Da die Fahrzeuge über stärker geneigte Bahnen als 1:15 bis 20 wohl ablaufen, aber nur mittels besonderer feststehenden Vorrichtungen (Bremsberg, Dampfwinden mit Drahtseilen u. s. w.) zurück befördert werden können, so ist bei Anlage der Schlitzte darauf zu achten, daß diese Maximalsteigungen nicht überschritten werden.

Am billigsten ist bei Steigungen bis 1:30 die Beförderung der Fahrzeuge, die zum Kippen einzurichten sind und auf Schienen laufen, mittels kleiner Lokomotiven, und zwar empfiehlt es sich für Erdarbeiten schmalspurige Transportbahnen zu

verwenden, wegen der leichteren Herstellung und namentlich Verschiebbarkeit derselben. Der Fassungsraum der Transportfahrzeuge, meistens „Rollwagen“ genannt, beträgt gewöhnlich 2—3 cbm.

§ 44. Einiges über hervorragende Baggerarbeiten. Baggerungen in sehr bedeutendem Umfange wurden zuerst bei der Regulierung des Clyde-Flusses in England vorgenommen. Dies war die erste Arbeitsstelle, auf welcher Dampfkraft dazu benutzt wurde, große Massen unter Wasser zu lösen und zu heben, zum Zwecke, den Flußlauf so zu vertiefen, daß die größten Seeschiffe denselben ungefährdet befahren können.

Die bei der Regulierung des Clyde zu lösende Aufgabe hat auf die Verbesserung und Vervollkommnung der Baggerapparate in hohem Grade nutzbringend eingewirkt, da die mit den zuerst erbauten Maschinen erzielten Erfolge zu immer größeren Anforderungen anregten, denen durch weitere Verbesserungen entsprochen werden mußte.

Es handelte sich bei den Baggerungen sowohl des Clyde als auch des später korrigierten Tyne-Flusses darum, einen vorhandenen Fluß zu vertiefen und zu verbreitern; die verwendeten Baggerapparate waren daher durchweg auf Schiffskörpern montiert, von welchen aus sie in Betrieb gesetzt wurden. Die Ufer beider Flüsse waren bereits bei Inangriffnahme der Vertiefungsarbeiten bebaut, so daß die Beseitigung der gewonnenen Materialien auf Schwierigkeiten stieß.

Im Anfange liefs sich ein erheblicher Teil dieser Materialien zu Anschüttungen behufs Deichverstärkungen, Herstellung wasserfreier Aufhöhungen u. s. w. verwerten; im Laufe der Zeit wurden jedoch diese Ablagerungsplätze immer seltener und die Unterbringung des Bodens immer schwieriger. Die Entladung der Baggermassen konnte schliesslich nur noch vor den Mündungen und zwar so weit in See geschehen, daß die Meeresströmung das ausgeschüttete Material nicht den Flüssen wieder zuzuführen vermochte.

Die zum Transport zu benutzenden Fahrzeuge mußten seetüchtig und rasch zu entleeren sein. Große, durch Dampf betriebene Prahme und Bagger, welche das gewonnene Material selbst aufnahmen, kamen in Anwendung, während kleinere Prahme mehr und mehr zurücktreten mußten. Die aus dem Clyde in der Zeit vom Jahre 1874 bis 1875 gebaggerten Massen sind ungemein groß und betragen fast 1000000 cbm. Die Ablagerungsstelle an der Mündung desselben markiert sich durch Bildung einer Insel.

Bei den Baggerungen am Suez-Kanal, der Donau-Regulierung bei Wien und des Amsterdamer Seekanals handelte es sich um Herstellung neuer Wasserzüge; die in Anwendung gekommenen Maschinen konnten, um den Anforderungen zu entsprechen, nicht immer schwimmend angeordnet werden. Die Beseitigung der gewonnenen Materialien hatte bei dem Suez- und Amsterdamer See-Kanale wenig Schwierigkeiten, weil die begrenzenden Flächen meistens in großer Ausdehnung nicht in Kultur, daher zur Aufnahme des Baggermaterials geeignet waren, und weil namentlich beim Suezkanal die Ausfüllung verschiedener Seebecken zweckmäßig erschien. Je nach der Höhenlage der Ufer waren die zur Ablagerung bestimmten Zwischenmittel zu wählen, wobei selbstverständlich die Benutzung von Maschinenkraft in ausgedehntester Weise in Frage kam.

Beim Amsterdamer Seekanal kam der Transport des durch Wasserzusatz flüssig gemachten Baggermaterials in Röhren, wie schon früher erwähnt, zuerst zur Anwendung. Die Beschaffenheit des zu beseitigenden Bodens bei der Donauregulierung, welcher zum großen Teile aus grobem Kies bestand, machte andere Vorkehrungen notwendig. Es kam noch hinzu, daß das gewonnene Material zur Aufhöhung ausgedehnter Uferflächen zu benutzen war, wobei zweckmäßig der Transport desselben durch auf Schienen bewegte Fahrzeuge geschah.

Die angewendeten Baggermaschinen förderten, wie die von Couvreux, das Material direkt in die Eisenbahnfahrzeuge oder in besondere in Schiffen untergebrachte Kästen, welche durch am Ufer feststehende Krane gehoben und in die Transportmittel entleert wurden, oder es geschah die Füllung der Prahme in der meist üblichen Weise und wurden diese dann mittels besonderer am Ufer angeordneter Baggervorrichtungen entleert, die dann die Fahrzeuge mit dem gehobenen Materiale direkt füllten.

Nur durch Anwendung von Maschinen waren diese großen Unternehmungen, die weniger durch kühne Konstruktionen als durch den Umfang der zu ihrer Herstellung erforderlichen Erdmassenbewegung imponieren, in der darauf verwendeten Zeit überhaupt ausführbar.

Litteratur.

- A. Castor. Recueil d'appareils à vapeur employés aux travaux de navigation et de chemin de fer. Paris 1860.
Schaufelkettenbagger. Wiebe's Skizzenbuch f. Ingenieure und Maschinentechniker. 1864.
Pumpenbagger. Annales des ponts et chaussées. 1869.
*Malézieux. Travaux publics des états-unis d'Amerique. Paris 1873.
*Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre. IV. Bd. Braunschweig 1875.
Deutsches Bauhandbuch. III. Bd. Berlin 1879.
Klasen. Handbuch der Fundierungsmethoden. Leipzig 1879.
*Weisbach. Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 3. Teil. 2. Abt. 2. Aufl. Braunschweig 1880.
*Hagen. Seeufer- und Hafenubau. III. Bd. 2. Aufl. Berlin 1880.
Weifs. Materialförderung mittels Wasserspülung. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1880.
Pumpenbagger. Glaser's Annalen für Gew. u. Bauw. 1881.
*L. Hagen. Sammlung ausgeführter Dampfbagger, Baggerprahme, Dampfbugsierboote etc. Heft I. Berlin 1881.
Brodnitz & Seydel in Berlin. Broschüre. Die Centrifugalpumpenbagger.
-