

IX. INTERNATIONALER SCHIFFAHRTS-CONGRESS
DÜSSELDORF — 1902.

II. Abtheilung.
6. Mittheilung.

**Baggerarbeiten im St. Petersburger
Seecanale
und seinen Häfen.**

Mittheilung

von

Schiruchin,

Ingenieur in St. Petersburg.

BERLIN.

P. Stankiewicz' Buchdruckerei.

1902.

8040

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316141

304-3-167/2018



Baggerarbeiten im St. Petersburger

III-307112

Seekanale

und seinen Häfen.

Mittheilung

von

Schiruchin,

Ingenieur in St. Petersburg.

Nachrichten über den St. Petersburger Kanal sind in der ausländischen technischen Litteratur genügend verbreitet, und deshalb will ich hier nur kurz erwähnen, dass der Seekanal, da er keine Schleusen hat, als ein neuer Mündungs-Arm des Newa-Flusses anzusehen ist.

Die Länge des Kanals beträgt 27 km. Die ersten 9 km werden durch Dämme geschützt, die weiteren 18 km hingegen bilden einen unterseeischen, in der Sohle 100 m breiten Graben, welcher in der Kronstadter Bucht ausgebaggert ist.

Die ersten 3 km und der „Neue Hafen“, bei dem der Kanal die Inseln durchschneidet, wurden hinter Fangedämmen unter Wasserhaltung ausgegraben, auf der übrigen Strecke aber wurde das Ausheben des Bodens mit Baggern bewerkstelligt.

Die Arbeiten wurden in der Zeit von 1876 bis 1885 ausgeführt. Die gesammte gebaggerte Masse betrug ca. 6 500 000 cbm.

Die Arbeiten wurden von den Unternehmern, Ingenieuren P. Boreischa und S. Maximowitsch zum Preise von ungefähr 1,14 Mk. je cbm geleistet.*)

Nach einem misslungenen Versuch im Jahre 1876, kleine Saugebagger anzuwenden, wurden alle Baggerarbeiten vermittelt Baggern mit endloser Eimerkette ausgeführt. Maschinen solcher Typen waren 9 vorhanden; von diesen 6 grosse mit einer Leistungsfähigkeit von 170—200 cbm in der Stunde, die übrigen waren kleiner.

*) Bemerkung. Für das Vorhalten der Bagger erhielten die erwähnten Bauunternehmer besondere Vergütungen.

Der Boden war in den oberen Schichten feiner Meeressand, unter demselben lag fester blauer Thon und weicher schlammiger grauer Lehm.

Die Dicke der ausgehobenen Schicht betrug bei St. Petersburg ungefähr 6 m und nahm weiterhin gegen Kronstadt allmählich ab.

Ungefähr $\frac{2}{3}$ der gesammten ausgehobenen Schicht bestand aus Sand.

Grösstentheils wurde der ausgehobene Boden in Dampf- und gewöhnlichen Baggerschuten auf das Meer verfahren und versenkt mit Ausnahme der Strecke zwischen dem 4. und 10. km, wo die Dämme des Kanals aus dem Sande aufgeschüttet wurden, welcher mit Wasser vermischet durch schwimmende Röhren und Centrifugalpumpen, welche sich auf den Baggern befanden, in Russland hier zum ersten Male, zur Schüttstelle geschafft wurde.

Fast alle grossen Bagger wurden in Schottland unter Aufsicht des ehemaligen Unternehmers für die Arbeiten am Amsterdamer See-Kanal, James Burt, gebaut, welcher sich kontraktlich verpflichtete, die Arbeiten vermittelt dreier Centrifugalpumpenbaggern, Patent Burt and Freeman, auszuführen.

Die Centrifugalpumpen waren ziemlich unvollkommen, hatten vertikale Axen und wurden von derselben Maschine betrieben, welche auch die Eimerkette in Bewegung setzte, arbeiteten aber mit Erfolg sogar bei sehr fest gelagertem Sande, obgleich der Nutzeffekt der Eimerkette bei gleichzeitiger Arbeit der Schleuderpumpe sich auf die Hälfte verminderte, im Vergleich zur Leistungsfähigkeit der Eimerkette in dem Falle, wenn der ausgehobene Boden direct in die Baggerschuten ausgeschüttet wurde.

Der verdünnte Boden wurde von der Schleuderpumpe in Röhren 200 bis 400 m weit fortgetrieben.

Bevor der ausgehobene Boden in die Schleuderpumpe gelangte, fiel er auf einen Rost, welcher die Steine zurückhielt, und ausserdem den Durchgang grösserer Stücke festgelagerten feinen schlammigen Meeressandes bedeutend erschwerte. Um diese Stücke durch den Rost durchzuspülen, waren auf denselben 6 Wasserstrahlen von ca. 12 mm Durchmesser von einer besonderen Druckpumpe gerichtet, unabhängig von dem 200 mm dicken Wasserstrahl, welchen die Centrifugalpumpe an die Vereinigungsstelle der Schüttrinnen sandte. Die Schleuderpumpe saugte aus dem Aussenwasser an.

Die Bagger mit endloser Eimerkette arbeiteten am erfolgreichsten.

Die zu Beginn der Arbeiten in Anwendung gebrachten kleinen Saugebagger arbeiteten sehr ungünstig, ungeachtet der äusserst mannigfaltigen Auflockerungsapparate (über 30 Arten), und wurden daher in Bagger mit endloser Eimerkette umgebaut. Die treibende

Kraft — in diesem Falle eine Dampfmaschine, blieb unverändert, während die Arbeits- und Transmissions-Mechanismen einer wesentlichen Veränderung unterworfen wurden, durch die die Leistungsfähigkeit des Baggers auf Sand um das Achtfache erhöht wurde.

An denselben Arbeiten zum Bau des Seekanals waren während einer Schifffahrtsperiode zwei Greifbagger thätig mit Greifern halbcylindrischer Form. Diese beiden Bagger gehörten der amerikanischen Firma der Subkontrahenten Morris, Cummings Dredging Co. Die Besitzer dieser Geräthe wurden in ihren Hoffnungen so sehr getäuscht, dass sie sich entschlossen, den mit den Krons-Kontrahenten, den Ingenieuren Boreischa und Maximowitsch, geschlossenen Vertrag aufzulösen.

Auf der Strecke des Kanals, wo diese Maschinen arbeiteten, bestand der Boden aus weichem schlammigen Lehm, der von einer ziemlich dünnen Sandschicht bedeckt war. Die Bagger mit endloser Eimerkette arbeiteten hier sehr erfolgreich. Die Greifbagger hatten eine geringe Leistungsfähigkeit aufzuweisen; dazu kommen noch die häufig ungleichmässigen Bodenaushebungen. Die Ursache dieses letzteren Umstandes war, dass die Greifer sich beim Fall dank ihres eigenen Gewichts in den Boden eingruben, weshalb eben die geringste ungleichmässige Bodenbeschaffenheit erheblich auf den Grad ihrer Füllung einwirkte.

Diese wenigen Daten über die Arbeiten der verschiedenartigen Bagger unter gleichen Bedingungen erlauben mit grosser Bestimmtheit den Schluss zu ziehen, dass die besten Bagger die mit der endlosen Eimerkette sind.

In der Zeitperiode von 1885 bis 1896 wurden im Seekanal nur geringe Baggerungen ausgeführt, die den Zweck hatten, die Breite des Kanalbetts auf dem ersten und zweiten Kilometer zu erweitern, zwecks Herstellung von Haltestellen für Schiffe am linken Kanalufer. Diese Arbeiten wurden auch von den bereits erwähnten Krons-kontrahenten ausgeführt.*)

Hier wurde zuallererst ein recht praktisches Verfahren in Anwendung gebracht zwecks Abrechnung mit dem Unternehmer über die ausgebagerte Bodenmasse, die eine beträchtliche Menge grosser Steine enthielt. Solche Steine vertheuern das Baggern der häufigen Unterbrechungen wegen, die sich als nothwendig erweisen, um die grösseren Steine aus den Eimern zu entfernen, da sie beim Falle in die Rinne und weiter in die Baggerschute diese beschädigen.

*) Bemerkung. Die Unternehmer arbeiteten mit ihren eigenen Baggermaschinen. Der Preis war 1,24 Mk. bei Abfuhr des ausgebagerten Bodens in die See durch Dampfprahme und 1,84 Mk. bei Beförderung des Bodens ans Ufer (der ausgebagerte Boden war fetter Thon.)

Diese periodischen Arbeitsunterbrechungen verringern natürlich die tägliche Leistungsfähigkeit des Baggers.

Da die mittleren Unterhaltungskosten der Bagger pro Tag bekannt waren und ebenfalls das Procentverhältniss der für das Baggern verlorenen Zeit zu der Zahl der täglichen Arbeitsstunden dieser Bagger in anderen Bodenarten, so konnte man leicht die Kosten, die diesem Zeitverluste entsprachen, dem Unternehmer in Abzug bringen und sie in ein Verhältniss zu dem Volumen der aus den Eimern entnommenen und auf dem Ufer aufgestapelten Steine bringen. Die Masse der am Ufer aufgestapelten Steine diente zur Bestimmung des erforderlichen Zuschlages zu den Kosten für den ausgebaggerten keine Steine enthaltenden Boden. Durch dieses Verfahren war eine schwierige Aufgabe erledigt, nämlich, die Uebergangsgrenze vom gewöhnlichen Boden zu dem in grosser Menge Steine enthaltenden zu bestimmen, da doch von solch einer Grenze wegen des allmäligen Ueberganges der Bodenbeschaffenheit in der Natur nicht die Rede sein kann.

In derselben Periode hatte man auch wegen der Versandung des Kanalbettes, die im Laufe der Zeit die Tiefe beeinträchtigt hatte, zu baggern angefangen.

Am meisten der Versandung unterworfen war die von Dämmen nicht geschützte Kanalstrecke, während die geringste Versandung sich in der unmittelbar an die Newa anschliessenden Strecke zeigte, da das Flussbett der Newa an dieser Stelle lehmigen Boden hat. Die Gesamtmasse der Versandung, die sich im Laufe eines Jahres auf der Sohle des Kanals ansetzt, beträgt ca. 200 000 cbm. Zur Feststellung der Veränderungen, die am Boden des Kanals eingetreten waren, hatte man alljährlich im Winter auf der Eisdecke Peilungen vorgenommen. Die Tiefen wurden in Querprofilen gemessen, die einen gegenseitigen Abstand von 50 m bis 100 m hatten. Die Tiefen auf der Linie des Querprofils wurden alle 10 m gemessen; auf den im betreffenden Jahre ausgebaggerten Strecken wurden die Profile öfter gemessen.

Zwecks Vermeidung des langwierigen oft üblichen Verfahrens, die Mengen der am Boden des Kanals vor sich gegangenen Aufschlickungen nach Querprofilflächen zu bestimmen, wurde hier ein neues Verfahren angewendet, welches in Folgendem bestand: Für jedes Profil wurde die mittlere Tiefe festgestellt, und nach den mittleren Tiefen der einzelnen Profile die mittlere Tiefe eines jeden Kilometers.

Die mittleren Tiefen eines jeden Kilometers wurden graphisch dargestellt, so dass die horizontalen Linien die Tiefen des Kanalbettes, bezogen auf den Normalwasserstand für jeden Kilometer der Kanalstrecke darstellten.

Der Vergleich solcher graphischen Darstellungen, die im Verlauf einiger nacheinanderfolgender Jahre gemacht worden waren, ermöglichte es, die Mengen der anwachsenden Versandungen auf jeder einzelnen Kilometerstrecke festzustellen und diejenigen von ihnen, welche schnelle Baggerarbeiten ihrer Versandung wegen erforderten, auszusondern.

Unabhängig hiervon wurde nach denselben graphischen Darstellungen die Dicke der Versandungsschicht bestimmt, die sich im Laufe eines Jahres auf jedem Kilometer der Kanalstrecke angesetzt hatte.

Das Produkt der Grundflächen des Kanalbettes auf jedem Kilometer und der entsprechenden mittleren Dicke der Versandungsschicht ergab das Volumen der im Laufe eines Jahres auf jedem Kilometer eingetretenen Versandung, und folglich auch das Gesamtvolumen auf der ganzen Kanalstrecke.

Die Gesamtmenge der im Laufe eines Jahres auf der ganzen Kanalstrecke angesetzten Versandungen, 200 000 cbm, hätte in Jahresfrist mit einem Bagger und zwei zur Verfügung stehenden Dampfbaggerschuten ausgebaggert werden können, da die Entfernung des Ausladeplatzes für das Baggergut 4 Kilometer nicht überstieg, natürlich unter der Bedingung, dass das ganze Volumen der Versandungen auf ein und dieselbe Stelle gebracht werden sollte, was leider de facto nicht geschah.

In Wirklichkeit betrug die Grundfläche des Kanalbettes jener Strecken von 20 km Länge, die der Versandung am meisten unterworfen waren $20 \cdot 1000 \cdot 100 = 2\,000\,000$ qm.

Da der Bagger die nöthige Leistungsfähigkeit von 200 000 kbm in einer Schiffsperiode jedoch nur in dem Falle hatte, wenn die Kette bei vollen Eimern arbeitete, so konnte die Aushebungstiefe von weniger als 0,800 m nicht in Betracht gezogen werden, und daher reduzierte dieser Umstand die Aushebungsfläche im Ganzen auf 250 000 qm pro Jahr.

Unter diesen Umständen konnte der Bagger die bereits erwähnten 20 klm erst im Laufe von 8 Jahren durchgehen.

Zum Glücke überstieg die mittlere Dicke der jährlichen Ablagerungsschicht sogar auf den Strecken, die der Versandung am meisten unterworfen waren, nicht 0,1 m, d. h. eine 0,8 m tiefe Aushebung konnte dank der Ablagerung erst nach 8 Jahren vollständig verschwinden, also nach einer Zeitperiode, welche der Bagger nötig hatte, um nach Zurücklegung der ganzen Kanalstrecke die Baggerarbeiten auf derselben Stelle wieder aufzunehmen, wo er den Anfang gemacht hatte.

Dieser Ursachen wegen musste man als leitendes Princip bei Ausführung der Versandungsbaggerarbeiten zwei Bedingungen im

Auge haben, nämlich, die Aushebung mit einem Male auf 7,500 m Tiefe bringen, um die projektirte Tiefe im Kanalbette von 6,700 m zu sichern, und diese Aushebung ununterbrochen auf der ganzen Strecke durchführen.

Natürlich musste von diesem Programm manchmal abgewichen werden, weil die Ablagerungen im Querprofil des Kanals sich ungleichmässig ansetzten, und eine dickere Versandungsschicht in den Ecken des Profils den Böschungswinkel verminderte.

Sowohl diese Betrachtung, als auch die dringende Nothwendigkeit, die Tiefe des Kanals bis auf 8,500 m zu vergrössern, veranlassten zur Beseitigung der Versandungen die Anschaffung eines stärkeren Seebaggers mit eigner Schraube und die Vermehrung der Schuten.*)

Im Herbst 1896 nahm man die recht beträchtlichen Arbeiten zur Herstellung des neuen Hafens in Angriff.

Diese Arbeiten, wie auch die Beseitigung der Versandungen im Kanalbette durch Bagger, wurden auf Vorschrift der Kronsengeieure ohne Unternehmer ausgeführt.

Das Terrain des im Bau begriffenen Hafens bildeten theils Sandbänke, theils eine flache Insel, welche bei Westwinden, die den Meeresspiegel sehr oft um 0,600 m über Normal hoben, völlig überschwemmt wurde.

Ein Theil der Aushebung bis 400 000 cbm, auf der Insel und der anliegenden Sandbank, wurde mit Trockenlegung hinter Fangedämmen bewerkstelligt, wobei hier ein von der Lübecker Maschinenbaugesellschaft gelieferter Excavator vorzüglich arbeitete. Dieser Excavator hatte solche Abmessungen, dass er bequem den Boden in Wagen von 1 cbm Inhalt und für Pferdebetrieb geeignet, verladen konnte. Die Leistungsfähigkeit des Excavators erreichte 70 cbm pro Stunde, jedoch hob er im Mittel während der Tageszeit im Ganzen nur ca. 500 cbm Boden aus. Beim Excavator arbeiteten 40 Wagen, 40 Pferde mit Führern und 20 Arbeiter zwecks Entleerung der Wagen, Planirung der Erde auf dem Ausladeplatze, Verlegung und Verschiebung der Geleise. Als vortheilhafteste Art der Geleiseanlage für die Ausladung erwies sich die Form eines Kreises. Als höchste Steigung wurde 0,04 zugelassen, bei welcher Steigung die Pferde noch recht leicht die beladenen Wagen zogen.

Leider erlaubten die bescheidenen Geldmittel, die für die Durchführung der Arbeiten angewiesen waren, nicht, dieses Verfahren in grösserer Ausdehnung anzuwenden, und daher musste man den erheblich grösseren Theil der Aushebungsarbeiten hinter

*) Die Ausbaggerung eines Kubikmeters kostete ungefähr 0,4 Mk.

Fangedämmen von Erdarbeitern verrichten lassen, welche den Boden an die Schüttstelle, entweder vermittelt Tragen, oder in Kippkarren auf Schmalspurgeleisen schafften.

Von der Zeit an, als die für die Anlegung des Hafens bestellten Bagger fertig geworden waren, wurde die ganze übrig gebliebene Aushebungsmasse, ca. 1 900 000 cbm, durch Bagger entfernt.

Der Boden hatte an der Stelle, wo das Baggern stattfand, folgende Eigenschaften. Die obere Bodenschicht in einer Tiefe von 2 bis 4 m bestand aus fest abgelagertem, feinem, schlammigem Seesande, während die untere, tiefer liegend, aus festem plastischen Thon bestand.

Das an dem nördlichen Ufer des Hafens liegende Terrain stellte eine niedrige, sumpfige Insel vor, die bei Westwind Ueberschwemmungen unterworfen war; daher war auch im Entwurfe der Hafenanlage die Erhöhung recht beträchtlicher, der Krone gehörender Flächen durch Aufschüttungen zu einer Höhe von 3 m über dem Normalwasserstand vorgesehen, wozu man den bei der Vertiefung des Hafens gewonnenen Boden zu verwenden gedachte.

Bei der Ausbaggerung des Hafens brachte man zwecks Erfüllung obiger Bedingungen hauptsächlich folgende drei Verfahren in Anwendung:

Bei der Aushebung der oberen Schicht wurde der Sandboden mit Wasser vermischt, mittelst einer Centrifugalpumpe durch eine schwimmende Röhrenleitung auf die Schüttstellen bis zu einer Entfernung von 400 m und darüber hinausgetrieben; in die Pumpe gelangte der Sand direkt aus den Eimern des Baggers.

Bei der Aushebung der unteren Schicht wurde der von der Maschine ausgebaggerte Lehm in Baggerschuten verladen.

Solcher Baggerschuten waren zweierlei vorhanden: die einen hatten für die gebaggerte Masse Kasten mit festem Boden, während die anderen mit Bodenklappen versehen waren.

In den Schuten ersterwähnter Art, von Schleppdampfern gezogen, wurde der Boden auf eine Entfernung von 3 km an die Ufer der flachen Inseln befördert, dort mittelst Elevatoren mit endloser Eimerkette aus den Schuten in Wagen umgeladen, und in diesen über das Festland zur Kippe auf den Dämmen bis zu 1 km Entfernung transportirt. Zu diesem Zweck waren Schmalspurgeleise auf dem Festlande verlegt.

In den Schuten der zweiten Art, vorzugsweise mit Dampfbetrieb, wurde der Boden auf ca. 8 km Entfernung zum Ausladen ins Meer bei einer Tiefe von ungefähr 3,5 transportirt.

Die Vertiefungsarbeiten wurden von mehreren Baggern recht verschiedenartiger Typen ausgeführt. Von diesen Maschinen war bloss eine speziell für die Ausführung der erwähnten Arbeiten her-

gestellt worden, während die übrigen schon früher im Hafen vorhanden waren, oder zu anderen Hafendarbeiten, nicht aber speziell zum Ausbaggern dieses Hafens gebaut waren. Dieser Umstand erklärt eben die Mannigfaltigkeit der Maschinen, die hier Anwendung fanden. Da der Termin für die Fertigstellung der Arbeiten heranrückte, sah man sich gezwungen, ausser den hier arbeitenden, der Krone gehörigen Maschinen, auf kurze Zeit solche von Privatunternehmern zu miethen und gleichfalls solchen Unternehmern kleinere Aushebungen zur Ausführung mit eigenen Maschinen in Accord zu vergeben.

Alle diese Umstände boten Gelegenheit die Ausführung der Baggerarbeiten durch Maschinen der verschiedenartigsten Systeme einer eingehenden Beobachtung zu unterziehen. Ich habe es mir keineswegs zur Aufgabe gemacht, eine genaue Beschreibung aller, der hier arbeitenden Maschinen zu geben, sondern will mich bloss auf Mitteilung einiger Angaben über die Arbeitsleistung der typischen Maschinen beschränken, um durch einen Vergleich die Vorzüge der Arbeitsleistung einiger Bagger klar zu legen.

Ich wähle folgende Systeme von Baggern:

Der Bagger hat nur eine Eimerleiter mit endloser Eimerkette, welche durch eine Dampfmaschine von 180 ind. P. K. in Betrieb gesetzt wird. Die Hilfswinden werden durch kleinere Hilfsdampfmaschinen, unabhängig von der grossen, in Bewegung gesetzt; die Heizfläche des Kessels beträgt 85 qm, der Ueberdruck $4\frac{1}{3}$ Atm. Der Bagger ist in Russland nach englischem Muster gebaut und zum Löschen des ausgebagerten Bodens ausschliesslich in Schuten bestimmt; die grösste Aushebungstiefe beträgt 7,5 m. Die Leistungsfähigkeit der Eimerkette pro Stunde beträgt 210 cbm im Lehm-boden und 120 cbm bei Arbeit in hartem Sandboden, d. h. schwankt in den Grenzen von 1,176 cbm bis 0,667 cbm pro Arbeitsstunde und Pferdekraft.

Ein zweiter Bagger ist gleichfalls einleiterig mit endloser Eimerkette, welche durch eine Dampfmaschine von 175 ind. P. K. in Betrieb gesetzt wird; ausserdem hat er eine Schleuderpumpe, welche durch eine zweite Dampfmaschine von 250 ind. P. K. angetrieben wird. Die Hilfswinden werden, unabhängig von den beiden Hauptdampfmaschinen durch besondere kleinere betrieben. Die Heizfläche zweier Dampfkessel beträgt in Summa 180 qm, der Ueberdruck 6 Atm. Dieser Bagger ist in Holland von der „Werft Conrad“ gebaut worden und hat die Bestimmung den ausgebagerten Boden in Schuten zu laden, oder, je nach Wunsch, denselben in die Schleuderpumpen zu befördern; die Maximaltiefe der Aushebung beträgt 8,5 m. — Die Leistungsfähigkeit der Eimerkette pro Stunde

war bei einer Arbeit in Lehm und Sand sehr nahe den Grenzen, die oben für den vorher angeführten Bagger angegeben sind, falls Schuten mit dem gebaggerten Boden beladen wurden. Jedoch bei einer Arbeit in Sandboden und Beförderung des gebaggerten Bodens durch die Schleuderpumpe sank die Leistungsfähigkeit der Eimerkette bis auf 80 cbm pro Stunde, sie erreichte also nur 0,45 cbm pro Pferdekraft. Dies stand zwar ausschliesslich in engem Zusammenhang mit der Notwendigkeit, den ausgebagerten Boden, bevor er in die Schleuderpumpe gelangte, durch einen Rost zu lassen, der den Zweck hatte, die in der Erde etwa vorkommenden Steine zurückzuhalten. Der Sandboden, welcher eine erhebliche Menge lehmigen Schlamm enthielt, war dermassen zähe, dass ein Wasserstrahl von 0,3 m im Durchmesser, der von einer starken Dampfcentrifugalpumpe auf die Baggerrinne gerichtet wurde, bei Arbeit der Kette mit vollen Eimern, sich als unzulängliche Massnahme gegen die Ueberfüllung des Rostes mit Boden erwies. Um den Rost mit Wasser auszuspülen, musste die Eimerkette jedesmal zum Stehen gebracht werden. Zur Vermeidung solcher Unterbrechungen beim Baggern musste die Kette mit halbgefüllten Eimern arbeiten, oder man musste den Rost entfernen, und dabei Beschädigungen der Schleuderpumpe infolge der hineinfallenden Steine riskieren. Die Kraft der die Schleuderpumpen in Betrieb setzenden Dampfmaschine, wie auch die Abmessungen der Schleuderpumpe selbst, waren zur Fortschaffung der Gesamtmenge des ausgebagerten Bodens auf eine Entfernung von über 400 m durch eine Röhrenleitung, deren innerer Durchmesser 0,45 m betrug, vollkommen hinreichend. Jedoch konnte man die Arbeit mit der Schleuderpumpe ohne Rost zum Zurückhalten der Steine nicht ausführen, da man zu sehr riskierte durch andauernde Baggerunterbrechungen behufs Entfernung der Schleuderpumpe viel Zeit zu verlieren. Die 0,08 breiten Zwischenräume der Rostteile zu vergrössern erschien nicht zweckmässig, und daher wurden von unten auf den Rost vermittelt einer Druckpumpe sechs dünne Wasserstrahlen zur Durchspülung des Bodens gerichtet, allein diese Massnahme konnte infolge einiger Mängel in der Rohrleitung ihren praktischen Nutzen nicht genügend zur Geltung bringen.

Ein dritter Bagger ist auch einleiterig und wird durch eine Dampfmaschine von 500 P. K. in Betrieb gesetzt; die Hilfswinden werden mit kleineren, unabhängig von der grossen Maschine betrieben; die Heizfläche des bei einer Spannung von 8 Atm. arbeitenden Kessels beträgt 140 qm. Dieser Bagger ist in Schottland von der Fabrik Simonds gebaut worden, und hat Schiffsschrauben, welche ihm eine Geschwindigkeit von $5\frac{1}{2}$ Knoten geben. Er ist zum Beladen von Dampfbaggerschuten von beträchtlichem Inhalt geeignet,

und hauptsächlich für Arbeiten auf der von Dämmen nicht geschützten Strecke des Seekanals bestimmt; die grösste Tiefe der Aushebung beträgt 9,75 m.

Die Arbeitsleistung der Kette pro Stunde in Lehm betrug ca. 400 cbm, während sie in abgelagertem Sand ca. 250 cbm erreichte, d. h., sie schwankte in Grenzen von 0,8 m bis 0,5 cbm pro Stunde und Pferdekraft.

Ein vierter Bagger mit einem löffelförmigen Eimer wird durch eine Dampfmaschine von 25 ind. P. K. in Betrieb gesetzt; die Heizfläche des bei einer Spannung von 6 Atm. arbeitenden Dampfkessels beträgt 9 qm. Sämtliche Mechanismen der Baggermaschine sind von der amerikanischen „Marion Steam Schovel Co.“ geliefert worden, während das Schiffsgefäss aus Holz in Russland unter Aufsicht amerikanischer Ingenieure der genannten Fabrik gebaut worden ist. Er ist ausschliesslich zum Laden ausgehobenen Bodens in Schuten geringeren Inhalts bestimmt; die Höchsttiefe der Aushebung beträgt 3,7 m.

Die grösste Leistungsfähigkeit der Maschine beträgt 35 cbm pro Stunde, während die normale 25 cbm ausmacht, also ca. 1,25 cbm pro Stunde und Pferdekraft.

Zwecks Handhabung der Maschine ist bei jedem Fassen des Bodens durch den Eimer ein Hebeldruck auszuüben, um die Bremsen und Frictionskuppelungen in Bewegung zu setzen, weshalb die Leitung der Maschine einen grossen, ununterbrochenen physischen Kraftaufwand des Baggermeisters und seines Gehilfen erfordert.

Zu den angeführten Arbeiten wurden einige Male Saugbagger angewandt, aber jedes Mal aus verschiedenen zufälligen Gründen nur sehr kurze Zeit. Die Eigenschaften des sehr harten, von lehmigem Schlamm durchdrungenen, sandigen Bodens liessen von der Anwendung einer Baggermaschine ähnlichen Systems zu den Vertiefungsarbeiten keinen Erfolg erwarten.

Die Arbeitsleistung der Saugbagger, welche ohne Vorrichtung zum Auflockern des Bodens arbeiteten, betrug gegen 0,50 cbm pro Stunde und Pferdekraft, während die Leistung der Saugbagger mit Vorrichtungen zum Auflockern in den günstigsten Fällen 0,3 cbm pro Stunde und Pferdekraft nicht übertraf.

Es wäre am richtigsten, die Leistungsfähigkeit der Saugbagger mit derjenigen der Bagger mit Schleuderpumpen zu vergleichen, da die Bagger in beiden Fällen eine complicierte Arbeit, Aushebung des Bodens und Entfernung desselben von der Maschine durch die Röhrenleitung, ausführen, wobei in den Baggern mit Centrifugalpumpe die Eimerkette die Aufgabe des Auflockerungsapparates des Saugbaggers ausführt, die Centrifugalpumpe der Saugbagger aber durch Ansaugen theilweise die Arbeit des Auflockerungsapparates ergänzt.

Bei einem solchen Vergleich ist jedoch eine gewisse Willkür bei der Berechnung der durch den in horizontaler Richtung fortbewegten Boden ausgeführten Arbeit nicht zu vermeiden. Die Fabriken nehmen gewöhnlich an, dass einer horizontalen Fortbewegung des flüssigen Bodens in den Röhren auf 50 m ein Hub desselben von einem Meter in ebendenselben Röhren entspricht, obgleich diese Annahme durch keine Hinweise auf ausgeführte Versuche bestätigt wird. Ungeachtet dessen müssen wir diese Annahme im Weiteren als Grundlage benutzen.

Ein zufälliges Zusammenfallen der Arbeitsbedingungen von Baggern mit endloser Eimerkette und Saugbaggern mit einem Auflockerungsapparat in ein und demselben Boden, ergab im Vergleich der Leistung einer Pferdekraft ihrer Maschinenstärken folgende Daten:

Die Maschinenstärke des Baggers mit Centrifugalpumpe betrug 425 P. K., von denen 175 P. K. die Stärke der Maschine darstellten, welche die Eimerkette in Bewegung setzte, 250 P. K. aber die Stärke der anderen Maschine, welche zum Betriebe der Schleuderpumpe diente.

Die Stärke der Maschinen des Saugbaggers betrug 1705 P. K., von denen 1425 P. K. die Stärke der Maschine darstellten, welche die Schleuderpumpe in Betrieb setzte, 280 P. K. aber der Maschine angehörten, die zum Betriebe der Auflockerungsapparate diente.

Die Centrifugalpumpe der Baggermaschine trieb den Boden 450 m weit durch die Rohre, der Saugbagger 300 m weit, beide auf eine Höhe von 3 m. Einer horizontalen Fortbeförderung von 450 m entspricht ein Hub von 9 m, einer Strecke von 300 m ein Hub von 6 m.

Die Arbeitsleistung der Baggermaschine mit Centrifugalpumpe betrug 80 cbm ausgehobenen Bodens in der Stunde, die des Saugbaggers 400 cbm. Wenn man das spezifische Gewicht nassen Sandes gleich 2 annimmt, so ergibt sich eine Stundenarbeit $160 \cdot 12 = 1920$ tm für den Bagger mit Schleuderpumpe und $800 \cdot 9 = 7200$ tm für den Saugbagger. Hieraus ergeben sich die Zahlender Stundenarbeit pro Pferdekraft für den Bagger mit Schleuderpumpe gleich 4,518 tm, und für den Saugbagger gleich 4,223 tm.

Indem ich die obenerwähnten Daten zwecks Aufklärung der relativen Güte der Arbeitsmechanismen aller Baggermaschinen verschiedener Typen anführe, habe ich Hinweise auf den Kostenbetrag einer Kubikeinheit ausgehobenen Bodens, wie sie in ähnlichen Fällen sehr üblich sind, vermieden. Ich bin so verfahren, weil ich die Beurtheilung der Güte der Arbeitsmechanismen von Baggern nach Daten über die Kosten einer Kubikeinheit ausgehobenen Bodens für ein sehr ungenaues Verfahren halte. Der Kostenbetrag einer Kubikeinheit ausgehobenen Bodens ist eine Funktion von sehr

vielen Veränderlichen, während die Leistung des Arbeitsmechanismus pro Stunde eine Funktion von nur zweien Veränderlichen ist: der Stärke der Dampfmaschine, welche den Arbeitsmechanismus in Thätigkeit setzt, und der Bodenbeschaffenheit. Die Unterhaltungskosten pro Pferdekraft einer Dampfmaschine sind aber für verschiedene Maschinen und verschiedene Ortschaften sehr verschieden. Dazu kommt noch, dass eine recht genaue Veranschlagung der Unterhaltungskosten pro Jahr für einen beliebigen Bagger keine besonderen Schwierigkeiten darbietet, wenn man von einer sehr genauen Berechnung aller kleinen Bedürfnisse absieht.

Die jährlichen Unterhaltungskosten für einen beliebigen, in Arbeit befindlichen Bagger, setzen sich aus folgenden fünf Hauptpunkten zusammen:

1. den Unterhaltungskosten der Baggerbemanning für das ganze Jahr mit Eintheilung desselben in eine Arbeits- und in eine arbeitslose Periode;
2. den Ausgaben für Beschaffung des pro Jahr erforderlichen Heizmaterials, entsprechend der Art der Kessel und der Maschine, ihrer Stärke, der Zahl ihrer Arbeitsstunden und der Zeit unter Dampf ohne Benutzung, wie auch der Zahl der Kesselanheizungen. Hier muss die ganze Arbeitszeit im Jahr genommen werden, und kann zur Vereinfachung eine Liegestunde der Maschine gleichbedeutend einer halben Arbeitsstunde angenommen werden, und eine jede Anheizung des Kessels gleichbedeutend zwei Arbeitsstunden;
3. den Ausgaben für die Anschaffung von Schmiermitteln und verschiedenen anderen Materialien, die für die Thätigkeit der Maschine in einem Jahr erforderlich sind. Hierbei hat man nicht genau alle Materialien zu berechnen, die sehr verschieden sind, sondern kann eine runde Summe für ihre Anschaffung ansetzen, die zum Gewicht des vorher berechneten Heizmaterials im Verhältniss stehen muss. Behufs Vereinfachung kann man für die Beschaffung dieser Materialien 4 Mk. pro t des früher bestimmten Kohlengewichts annehmen;
4. den Ausgaben für die laufenden Ausbesserungen des Baggers in einem Jahr, welche zu den Neubaukosten der Maschine und der Zahl der Arbeitsstunden im Jahr im Verhältniss stehen. Diese Ausgaben kann man gleich 3 bis 5% von dem Werthe des Baggers annehmen;
5. den Ausgaben für die periodische Erneuerung des Baggers oder die Erneuerung ihres Inventars, wenn eine solche in dem Jahr, das in Betracht kommt, beabsichtigt wird.

Die auf diesem Wege bestimmten Ausgaben für die Arbeit des Baggers sind nur kleinen Schwankungen unterworfen und geben eine recht konstante Ziffer für einen und denselben Bagger.

Die Jahresleistung eines gegebenen Baggers nach Kubikinhalt schwankt in weiten Grenzen und ist hauptsächlich von der Beschaffenheit des auszuhebenden Bodens abhängig. Genau bestimmt wird diese Beziehung durch die Leistung des Arbeitsmechanismus des Baggers pro Stunde, nach der Berechnung für eine Pferdekraft seiner Dampfmaschine, und der Berechnung für verschiedene Bodenarten.

Für Bagger mit endloser Eimerkette rechnen die Fabriken als Norm 1,5 cbm pro Pferdekraft der Dampfmaschine, welche die Eimerkette in Bewegung setzt. Allein eine ähnliche Leistungsfähigkeit können die Baggermaschinen nur aufweisen, wenn sie in weichem Boden, d. h., in schlammigem Lehm oder in lockerem Sande arbeiten; dazu zeigt sich solch eine Leistungsfähigkeit gewöhnlich nur bei der Prüfung der Maschinen, also bei forcirter Arbeit, wenn der Verkäufer der Maschine alle Anstrengungen macht, die Arbeit des Baggers vor dem Käufer unter Bedingungen darzulegen, welche für ihre Leistungsfähigkeit am günstigsten sind.

Unter gewöhnlichen Arbeitsbedingungen übersteigt die Leistung der Bagger mit endloser Eimerkette während einer Stunde Arbeit des Arbeitsmechanismus in seltenen Fällen 1 cbm pro Pferdekraft der Maschine, auch wenn der Bagger in einem Boden von mittlerer Beschaffenheit, d. h., in plastischem Lehm arbeitet. Bei der Arbeit in schwererem Boden, wie in festgelagertem Sande oder hartem Lehm mit Steinen, sinkt die Leistungsfähigkeit bis auf 0,5 cbm.

Auf diese Weise kann man annehmen, dass die Arbeitsleistung mit endloser Eimerkette in Abhängigkeit von der Art des Bodens in Grenzen von 100% bis 33% schwankt, wenn man als 100% die höchste Leistungsfähigkeit annimmt.

Für Schaufelbagger schwankt die Leistungsfähigkeit, abhängig von der Bodenbeschaffenheit, ungefähr in denselben Grenzen.

Für Greifbagger sind die von der Bodenbeschaffenheit abhängigen Schwankungen in der Leistungsfähigkeit bedeutend grösser, da der Greifer dank seiner eigenen Schwere beim Fall sich in den Boden eingräbt und deshalb der Grad seiner Füllung vollständig von der Beschaffenheit des Bodens abhängt.

Die Leistungsfähigkeit der Schaufel- und Greifbagger ist nicht nur von der Beschaffenheit des Bodens abhängig, sondern auch noch Schwankungen unterworfen, die von den persönlichen Eigenschaften des Baggermeisters und seines Gehilfen abhängig sind, da das jedesmalige Einschöpfen des Eimers oder des Greifers bedeutende physische Anstrengung von diesen Leuten fordert.

Für Saugbagger schwankt die Leistungsfähigkeit je nach der Bodenbeschaffenheit in Grenzen von 100% bis fast auf Null, da eine Beimischung von Lehm zum Sand sehr schnell ihre Leistung vermindert, und die Saugbagger in plastischem Lehm ohne Beimischung von Sand nicht arbeiten können.

Die relative Güte der verschiedenen Arbeitsmechanismen der Bagger wird noch schärfer hervortreten, wenn man die nützliche, nicht aber die überflüssige Vertiefung in Betracht zieht. Als nützliche Vertiefung bezeichne ich diejenige, welche die Grenzen des projektirten Profils nicht überschreitet, dessen Ausführung dem Bagger vorgeschrieben war.

Um einen Einschnitt gegebener Tiefe zu erlangen, muss überhaupt jeder Bagger unbedingt überschüssige Vertiefungen machen, jedoch kommen die kleinsten bei Aushebungen vor, die durch einen Bagger mit endloser Eimerkette ausgeführt werden. Bei dieser Maschine wird nämlich die Tiefe des auszuführenden Einschnitts durch die Lage der unteren Trommel der Eimerleiter, welche auf die erforderliche Tiefe hinabgelassen ist, völlig bestimmt, während die Seitenbewegung die Möglichkeit einer Durchlassung von erhabenen Stellen gänzlich ausschliesst. Solch ein Bagger arbeitet ähnlich einem Hobel. Die Bagger mit dem Löffeleimer, vermittelt dessen der Boden an verschiedenen Punkten im Kreisbogen nach Augenmaass gefasst wird, wie auch die Greifbagger und ganz besonders die letzteren, können mit den Baggern mit endloser Eimerkette, was Ebenheit der Aushebung anbelangt, nicht konkurriren. Saugbagger, welche mit Vorrichtungen zum Auflockern des Bodens arbeiten, geben eine ziemlich ebene Fläche, wenn der Sandboden nicht zu locker ist; andernfalls äussert sich der Einfluss des Ansaugens stärker und die überschüssigen Vertiefungen werden bedeutender.

Auf die Jahresleitung der Arbeit eines Baggers hat, ausser der Beschaffenheit des ausgehobenen Bodens, welche die normale Arbeitsleistung des Baggers pro Stunde bestimmt, natürlich auch die Arbeitsstundenzahl des Baggers im Jahr Einfluss.

Die Arbeitsperiode für Petersburg beginnt von der Mitte April und währt bis zur Mitte November, wobei während dieser Zeit die Zahl der Arbeitstage in seltenen Fällen 140 bis 150 Tage überschreitet. Bei einer Arbeitsschicht ist die Zahl der Arbeitsstunden gleich 14. Hiervon entfallen zwei Stunden auf die Mittagszeit. Bei doppelter Arbeitsschicht ist die Zahl der Arbeitsstunden theoretisch gleich 24, allein in Praxi übersteigt die Mittelzahl der Arbeitsstunden pro Tag für einen Bagger, sogar bei Arbeit mit Schleuderpumpen, nur um ein Geringes die Zahl 18, infolge unvermeidlicher Untersuchungen am Bagger, Umlegung der Anker,

Umlegung der Röhren, Ausspülung des durch den Boden verunreinigten Rostes vor dem Eintritt in die Schleuderpumpe und mehrerer kleinerer Reparaturen.

Bei der Arbeit der Baggers mit Schuten ist ein richtiges Verhältniss der Schutenanzahl zur Höchstleistung der Maschine und zur Entfernung des Ausladeplatzes für die Jahresleistung von grosser Bedeutung.

Leider wird bei Kalkulationen des zu erwartenden Arbeitserfolges eines Baggers nicht immer genügende Aufmerksamkeit dieser Seite der Frage geschenkt. Für die ununterbrochene Arbeit des Baggers ist natürlich erforderlich, dass die Zahl der Schuten nicht nur für die Momente, wenn die Baggermaschine ihre mittlere Arbeitsleistung aufweist, genügend ist, sondern auch dann, wenn die Maschine ihre Höchstleistung erreicht. Im entgegengesetzten Falle sind Unterbrechungen in Folge einer ungenügenden Anzahl leerer Schuten unvermeidlich.

Die für die ununterbrochene Arbeit eines gegebenen Baggers erforderliche Anzahl Schuten bestimmten Raumgehalts ergibt sich sehr leicht, wenn man die Touren der Schuten graphisch darstellt, ganz ebenso, wie es für die Touren der Eisenbahnzüge üblich ist, allein dieses Verfahren wird leider, trotz seiner Einfachheit, nicht angewandt. Wenn man die höchste Stundenarbeit eines gegebenen Baggers und den Raumgehalt der vorhandenen Schuten kennt, so ist es leicht zu sagen, wieviel Zeit eine ähnliche Schute zum Beladen durch den Bagger braucht. Wenn man die Geschwindigkeit der Schute (der Einfachheit wegen nehme ich eine Schute mit Dampfbetrieb an) und die Entfernung von der Maschine bis zum Ausladeplatz kennt, so lässt es sich leicht bestimmen, wieviel Zeit die Schute braucht, um von der Maschine zum Ausladeplatz zu gelangen, und wieviel Zeit sie braucht, um zur Maschine zurückzukehren; fügt man die Zeit hinzu, welche die Schute am Ausladeplatz verliert, so hat man die Zeit, welche für eine volle Tour der Schute erforderlich ist. Auf Grund dieser Daten stellen wir die Fahrten der Schuten zwischen der Maschine und dem Ausladeplatz graphisch dar, indem wir die Zeiten als Abscissen, die Entfernungen als Ordinaten auftragen, ganz so, wie es bei der graphischen Darstellung der Fahrten eines Eisenbahnzuges zwischen zwei Stationen geschieht. Diese graphische Darstellung ergibt genau die Zahl der Schuten, welche dem Bagger nach Abgang der ersten Schute während der ganzen Zeit, bis dieselbe wieder leer zu ihm zurückkehrt, zur Verfügung stehen muss.

Hierbei muss jedoch nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Schute, ungeachtet ihrer scheinbar vollen Ladung und Anfüllung ihrer Laderäume in gehäuften Zustände, jedes Mal nur eine Menge fort-

führt, welche auf festen Boden bezogen, im Mittel gegen 75% vom vollen Rauminhalte beträgt.

Dieser Umstand wurde klar durch wiederholte Vergleiche der Mengen des durch Bagger ausgehobenen Bodens nach Tiefenmessungen, (welche nach bestimmten, recht bedeutenden Zeiträumen angestellt wurden), mit dem gesammten Rauminhalte aller Schuten, welche während derselben Zeit durch denselben Bagger beladen wurden.

Im Petersburger Hafen, wie auch überall bei Abfuhr des Bodens auf grosse Entfernungen, erwiesen sich natürlich Schuten mit Dampftrieb am vortheilhaftesten. Der Inhalt ihrer Laderäume war 250 cbm und 200 cbm.

Allein dieser Schuten, welche zum Entleeren der Laderäume Bodenklappen hatten, konnte man sich nur in den Fällen bedienen, wenn der durch die Maschinen ausgehobene Boden nicht für Aufschüttungen bestimmt war.

Zur Beförderung des Bodens von den Maschinen zur Aufschüttung dienten besondere Schuten mit Laderäumen, die einen festen Boden hatten.

Der Boden wurde aus diesen Schuten vermitteltst Elevatoren mit Dampftrieb in Waggons ausgeladen. Die Abmessungen der Schuten und Bugsierdampfer waren den Abmessungen des vorhandenen Baggers und der zu bestellenden Elevatoren und Waggons entsprechend bestimmt.

Man hatte bei dieser Bestimmung solche Bagger im Auge, deren Leistungsfähigkeit je 180 cbm pro Stunde betrug. Den Boden beabsichtigte man auf trockenem Wege auf Schienengeleisen mit Pferden in Waggons zu befördern, deren Räder einen Durchmesser von 0,6 m hatten. Der Inhalt ähnlicher eiserner Waggons sollte 1 cbm nicht übersteigen.

Der kleine Rauminhalt der Wagen schloss die Möglichkeit der Anfertigung von Elevatoren mit grosser Leistungsfähigkeit aus, und deshalb wurden für die Arbeiten von der Lübecker Maschinen-gesellschaft vier Elevatoren erworben, von denen jeder eine Leistungsfähigkeit von 90 cbm pro Stunde besass.

Der Inhalt der Laderäume der eisernen Schuten war ebenfalls gleich 90 cbm gewählt worden, da aber zur Anfertigung eines neuen Satzes eiserner Schuten nicht genügende Mittel vorhanden waren, so musste der grösste Theil der Schuten aus Holz hergestellt werden. Aus Rücksichten auf die Dauerhaftigkeit wurde der Laderaum der hölzernen Schuten auf 60 cbm herabgesetzt.

Zum Bugsieren der Schuten wurden zwei Dampfer von je 80 und zwei andere von je 125 P. K. erworben, von denen jeder gleichzeitig zwei Schuten ins Schlepptau nehmen konnte.

Es wurden vier Elevatoren angeschafft, zwei unbewegliche, welche auf einem Pfahlwerke aufgestellt waren, und zwei schwimmende. Die Elevatoren hatten einen Arbeitsmechanismus in Form einer endlosen Kette mit muldenförmigen Schaufeln, welche bei ihrer Bewegung normal zur Längsachse der Schuten, die in der Richtung der Längsachse pendelten, die Erde aus denselben aushoben. Solch eine Anordnung hatte den Vorteil, dass das Ausheben des Bodens bei der Bewegung der Schuten hin und zurück nicht unterbrochen wurde, und den Nachtheil, dass dadurch sowohl die Querschnittsform des Laderaums der Schute, wie auch die Breite derselben genau bestimmt waren, da beides genau den Conturen der Eimerkette des Elevators am unteren Ende der Leiter, welcher zwei von der Kette umfasste Trommeln hatte, entsprechen musste.

Zum Zweck ununterbrochener Arbeit der Elevatoren wurde der Boden aus ihnen nicht unmittelbar in die Waggons geführt, sondern zuerst in einen besonderen eisernen Trichter mit einer Bodenklappe, die beim Verschieben der Wagen unter dem Elevator geschlossen wurde.

Bei der Arbeit mit den Elevatoren ging viel Zeit für den Wechsel der Schuten bei den Elevatoren und zur Reinhaltung des Schienengeleises unter dem Elevator verloren, da der flüssige Boden beim Beladen des Waggons nach allen Seiten spritzte. Im Allgemeinen arbeitete die Eimerkette des Elevators während des zwölfstündigen Arbeitstages nur gegen 7 Stunden, weshalb die mittlere Tagesleistung des Elevators 500 cbm bis 600 cbm betrug.

Zwecks ununterbrochener Bewegung der Waggons waren die Ausladungswege ringförmig angelegt, so dass die Waggons sich ohne Veränderung der Richtung fortbewegen konnten. Auf den Ausladeplätzen theilte sich das Geleise vermittelst Weichen in zwei, um dem ausgeladenen nassen Boden auf jedem der beiden Ausladestellen die Möglichkeit zum Austrocknen zu geben, wozu eine Woche und oft mehr Zeit erforderlich war. Die zeitliche Verschiebung der Schienenstränge fand nur dann statt, wenn der Boden schon genügend ausgetrocknet war. Sandiger Boden wurde schneller trocken und lagerte sich beim Ausschütten aus den Waggons in einer steilen Böschung, während Lehm flach ausfloss und sehr langsam trocknete.

Die Waggons der Firma Deconville & Koppel hatten eiserne, seitlich umzuklappende Wagenkasten gewöhnlicher Form, aus denen der nasse und klebrige Boden sich nur schwer hinauswerfen liess. Dem Ausschütten des Bodens musste durch Neigung der Wagengestelle, durch Klopfen auf die Aussenseite des Wagenkastens mit hölzernen Hämmern und Ausscharren des Bodens vermittelst Schaufeln nachgeholfen werden.

Zu diesem Zweck mussten auf der Kippe Arbeiter, sowohl zum Ausladen, wie auch zum Ebenen des ausgeschütteten Bodens vorhanden sein. Das Ausladen der Waggons erforderte einen Aufenthalt derselben auf dem Ausladeplatz von annähernd 5 Minuten. Das Gewicht der Waggons verschiedener Fabriken schwankte in Grenzen von 450 Klg. bis 625 Klg. Die Nutzlast eines Waggons überstieg nicht 2000 Klg.; ein Pferd konnte zwei angefüllte Waggons oder fünf leere ziehen. Zum Elevator wurden die Waggons in Zügen zurückbefördert, wobei ein Zug aus fünf Waggons bestand. Unter den Elevator wurden letztere von vier Arbeitern vorgeschoben, worauf vor je zwei beladene Waggons ein Pferd gespannt wurde, das dieselben zur Kippe fortzog. Bei einer Länge der Ringbahn von 500 m oder 600 m war die Zahl der Pferde geringer, als die Hälfte der Waggonzahl, welche beim Elevator arbeiteten, da ein Pferd leere Waggons in grösserer Anzahl als beladene fortbewegte.

Jeder der Elevatoren war mit 40 Waggons, 15 Pferden und 8 Arbeitern zum Vorschieben der Waggons unter den Elevator, zur Kuppelung derselben und zur Reinigung der Geleise von Schmutz versehen, während 2 Arbeiter am Trichter des Elevators, 20 Arbeiter auf der Kippe zum Umklappen der Waggons, 10 Arbeiter zum Ebenen des Bodens auf dem Ausladeplatz, und 3 Weichensteller auf den Geleisen beschäftigt waren. Zur Leitung der Arbeiten befanden sich am Elevator ein Baggermeister, ein Maschinist und ein Heizer.

Solch ein Arbeitsvorgang wurde bei einem der festen und einem der schwimmenden Elevatoren angewandt.

Der zweite unbewegliche Elevator, der 1 km weit vom Ausladeplatz entfernt war, ver lud den Boden in Waggons mit einem Raumgehalte von 2,5 cbm bis 3 cbm, und diese Waggons wurden mittelst einer Locomotive befördert. Die Waggons waren aus Holz, ihre Wagenkasten waren anfangs zum Umklappen eingerichtet, wurden darauf aber in einfache Plattformen mit Einfassungen umgeändert, da das Umklappen der grossen und schweren Kasten sich als unpraktisch erwies, und das Entleeren der Plattformen mit dem zum Zurückklappen eingerichteten Schutzbrette mittelst Ausschau felns durch Erdarbeiter schneller von statten ging und billiger war. Die Anwendung von Dampfkraft war zu Beginn der Arbeiten nicht ins Auge gefasst worden und daher hatte das Gerüst der Elevatoren eine solche Konstruktion, dass die Locomotive nicht unter dem Elevator durchgehen konnte. Aus diesem Grunde waren die Geleise, welche zum Ausladen bestimmt waren, als Stumpfgeleise angelegt und die Züge aus je 15 Waggons bestehend, wurden von der Locomotive zum Ladungsplatz zurückgeschoben. Das Geleise hatte 0,9 m Spurbreite.

Zur Bedienung dieser Elevatoren arbeiteten auf dem Elevator selbst: ein Baggermeister und ein Heizer, 2 Arbeiter am Trichter, 6 Arbeiter beim Reinhalten des Geleises unter dem Elevator, 60 Arbeiter beim Ausladen der Waggon; 2 Locomotiven und 60 Waggon. Ausserdem arbeiteten auf zwei Elevatoren zur Umlegung des Schienengeleises 30 Arbeiter, ein Bahnmeister und ein Vorarbeiter und an den Weichen zwei Weichensteller.

Beim Transport des Bodens auf geringe Entfernung von 100 m bis 200 m und in Fällen, wo es erforderlich war, den Boden hinter Einzäunungen, die in flachem Wasser angelegt waren, zu schütten, wurde bei der Arbeit mit dem schwimmenden Elevator noch eine Art von Transport des Bodens vom Elevator zur Schüttstelle angewandt. Auf einem besonderen Ponton wurde eine lange geneigte Rinne angebracht, welche vermittelt Bändern an einem Bock aufgehängt war und eine gegen 18 Fuss lange Neigung mit einem Gefälle von 1:20 hatte. Der durch den Elevator ausgehobene Boden fiel direkt in den Trichter der Rinne und floss mit Wasser vermischt die Rinne entlang. Das Wasser wurde durch eine extra dazu aufgestellte Pumpe in anderthalbmal so grosser Menge in die Rinne geschafft, als der Elevator Boden lieferte. Während der Arbeit bewegten sich der Elevator und der Ponton dem Ufer entlang und schütteten grosse Haufen Boden aus. Wenn der in Haufen angeschüttete Boden nach Ablauf einer, zweier oder dreier Wochen getrocknet war, wurde er von Erdarbeitern in Karren oder Kippwagen mit einem Raumhalte von 0,3 cbm auf einem Schienengeleise von 0,5 m Spur nach den Schüttstellen gebracht. Diese Art der Arbeit hatte den Vortheil, dass das Ausladen der Schuten hierbei nicht an die Gleichmässigkeit der Waggonzustellung zum Beladen gebunden war, und daher der Elevator pro Tag mehr Schuten ausladen konnte.

Die Beförderung des Bodens von dem Bagger zu den Schüttstellen kam verhältnissmässig nicht theuer zu stehen. Die Kosten jeder Operation, welche natürlich nur lokale Bedeutung haben, waren folgende:

Der Transport des Bodens vom Bagger zu den Elevatoren, d. h., die Instandhaltung der Schuten und Dampfer belief sich auf 0,37 Mk. pro 1 cbm. Das Ausladen des Bodens aus den Schuten in die Kippwagen, d. h., die Instandhaltung des Elevators belief sich auf 0,17 Mk. pro 1 cbm.

Der Transport des Bodens aus den Elevatoren zu Lande, d. h. der Aufwand für Waggon, Arbeiter, Locomotive oder Pferde und Geleise belief sich bei Pferdebetrieb und einer Entfernung des Ausladeplatzes von 500 m auf 0,40 Mk. pro 1 cbm, bei Dampf-

betrieb aber und einer Transportweite von 1000 m auf 0,6 Mk. für 1 cbm.

Die Beförderung des in flüssiger Form von der Maschine gehobenen Bodens durch eine Rohrleitung zu den Schüttungen mit Hilfe einer Schleuderpumpe fand bei den Arbeiten im St. Petersburger Hafen ausgedehnte Anwendung in all den Fällen, wo es die Beschaffenheit des Bodens und die Transportentfernung zulassen. Die grösste Länge der Rohrleitung betrug ca. 638 m.

Eine interessante Frage, falls eine Schleuderpumpe angewendet wird, war immer die, welche Menge fester Theile jede Kubikeinheit, welche die Röhrenleitung der Schleuderpumpe passirt, mit sich führt, und welcher Theil dieser Menge an festen Bestandtheilen durch die Wasserableitungs-Vorrichtung in den Erdwällen verloren geht, welche die mit Schlamm anzufüllende Fläche auf der herzustellenden Aufschüttung während der Arbeit umgaben.

Behufs Lösung dieser Frage wurde der Trübheitsgrad des Wassers durch Abstellenlassen von Wasserproben in graduirten cylindrischen Glasröhrchen bestimmt.

Die mit Schlamm anzufüllenden Flächen der Aufschüttungen wurden mit Lehmwällen umgeben, während in den Wällen auf gewünschter Höhe Wasserrinnen aus Brettern, einzeln oder zu je zweien zur Beseitigung überflüssigen Wassers angebracht wurden.

Die Proben trüben Wassers wurden sowohl beim Ausflusse desselben aus den Röhren des Schleuderpumpenapparats, als auch von den Wasserableitungen genommen. Hierauf liess man das Wasser in den Glasröhren abstehen, um die Höhe des Bodensatzes zu bestimmen.

Gleichzeitig hiermit wurden Messungen des Wasserquantums, das in einer Zeiteinheit die Wasserableitung durchfloss, angestellt, und auf Grund dieser Messungen wurde die Menge des Wassers bestimmt, die durch die Schleuderpumpe in einer Stunde ins Bassin befördert wurde. Selbstverständlich wurden diese Messungen zu Zeiten ausgeführt, wo das Wasserniveau in der eingedämmten Fläche nicht schwankte, d. h., der Wasserabfluss durch die Wasserableitungen vollständig dem Wasserzufluss durch die Röhren der Schleuderpumpe entsprach.

Als man den Procentsatz fester Theile im Wasser, das aus der Röhre der Schleuderpumpe gesandt wurde, und den stündlichen Wasserabfluss durch die Röhrenleitung kannte, war es ein Leichtes die Wassermenge zu berechnen, die von der Schleuderpumpe während einer grossen Zahl von Arbeitsstunden der Schleuderpumpenmaschine geliefert wurde, folglich auch die Menge ausgehobenen Bodens, welche diese Maschine in dieser Zeit liefern musste, zu bestimmen. Diese so bestimmte Menge übertraf in allen

Fällen ums Doppelte das thatsächlich gemessene Aushebungsquantum im festen Boden, das von der Maschine im gegebenen Zeitraume geleistet wurde.

Die Ursache einer solchen Erscheinung war natürlich in dem Umstande zu suchen, dass das den Röhren der Schleudermaschine entströmende Wasser in den unteren Schichten mehr feste Theile enthielt, von wo Proben trüben Wassers zu entnehmen sich als äusserst schwierig erwies.

Aus ähnlichen Versuchen liess sich schliessen, dass das Wasser, welches durch die Röhren der Centrifugalpumpe getrieben wurde 4% fester Theile enthielt, das Wasser aber, welches durch die Wasserableitungsvorrichtung ausfloss an festen Theilen nur $\frac{1}{4}\%$ bis zu $\frac{1}{2}\%$ enthielt, je nach Grösse der Deichfläche, in welche sich das schmutzige Wasser ergoss. Die Wassermenge, welche von der Centrifugalpumpe geliefert wurde, betrug gegen 10 cbm pro Stunde auf jede Pferdekraft des Pumpenmotors.

Die von mir angeführten Angaben über die Baggerarbeiten im St. Petersburger Hafen, wo ich seit 1875 als Ingenieur angestellt bin, veranlassen mich zu folgenden Schlüssen:

1. Als besten Arbeitsmechanismus für Bagger muss man gegenwärtig die endlose Eimerkette betrachten, da die Grenzen in den Schwankungen der Leistungsfähigkeit der Bagger, die mit einem Arbeitsmechanismus dieser Art versehen sind, nur von der Bodenbeschaffenheit abhängen und sehr nahe an einander liegen.
2. Saugbagger sind Maschinen, die nur zur Aushebung von Bodenarten ganz specieller Beschaffenheit taugen: wie lockeren Sand verschiedenen Kornes und flüssigen Schlamm, wobei die Leistungsfähigkeit der Saugbagger entsprechend dem Lehmgehalt des Bodens in sehr weiten Grenzen schwankt.
3. Die Bagger, welche den Arbeitsmechanismus in Form eines Greifers haben, der durch sein eigenes Gewicht in den Boden eindringt, sind keine rationell konstruirten Maschinen, da ihre Leistungsfähigkeit je nach Beschaffenheit des Bodens in zu weiten Grenzen schwankt.
4. Bagger, die den Arbeitsmechanismus in Form einer Schaufel mit Stiel haben (Löffelbagger), sind kompakte Maschinen, geeignet, in einer dicken Bodenschicht gut zu arbeiten, wenn nur dem Baggermeister und seinem Gehülfen für ihre beständige angestrengte physische Arbeit während der ganzen Arbeitszeit der Maschine eine entsprechende Entschädigung geboten wird.

- 5. Wünschenswerth ist die Aufstellung eines Programms durch den Congress für solche Beobachtungen und Versuche über die Arbeit der Bagger, welche zur wissenschaftlichen Ausarbeitung der Frage beitragen könnten, wie Bagger, die heutzutage eine so grosse Bedeutung in der Bautechnik haben, rationell zu entwerfen seien.

Ingenieur Schiruchin.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307112

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316141