

IV. Kapitel.

B a g g e r m a s c h i n e n .

Bearbeitet von

H. Bücking,

Bauinspektor in Bremen.

(Hierzu Tafel XVII bis XX und 4 Holzschnitte.)

§ 1. Einleitung. Obgleich unter Bagger, dem Ursprunge des Wortes gemäß, allgemein ein Apparat zu verstehen ist, der in regelmässiger Weise von einer verfügbaren Kraftquelle aus Massen packt und hebt, demgemäß Erdbagger sowohl für Arbeiten unter als über Wasser verwendbar erscheinen, außerdem noch Bagger zum Heben von Getreide (vergl. Handb. der Ingenieurw. Bd. III S. 1010) und Kohlen benutzt werden, so gilt doch die Bezeichnung Bagger vorwiegend für diejenigen Apparate, mittels welcher Bodenmassen unter Wasser gelöst und über Wasser gehoben werden. Diese allgemein übliche Bezeichnung soll im folgenden beibehalten und sollen zur Unterscheidung die nur für Erdarbeiten im Trockenen dienenden Apparate, welche mit Baggern in ihren Hauptkonstruktionsteilen übereinstimmen, Trockenbagger benannt werden.

Zwar läßt sich nicht ermitteln, wann Bagger zuerst erfunden oder gebraucht wurden, doch haben schon die ältesten Kulturvölker baggerartige Werkzeuge in Anwendung gebracht. Baggermaschinen traten erst auf, als sich das Bedürfnis geltend machte, im Interesse der Schifffahrt Fluß- und Hafenvertiefungen vorzunehmen. Die bis dahin gebrauchten Baggergeräte genügten für diese Zwecke nicht, da es sich bei derartigen Aufgaben um erhebliche Bodenbewegungen handelt, welche rationell nur durch Maschinen vorzunehmen sind. Von Varantius¹⁾ soll im Jahre 1591 die erste Baggermaschine erbaut worden sein, bei welcher die auf Stielbagger übertragene Kraft durch in einem Laufrade thätige Menschen hervorgebracht wurde. Im 17. und 18. Jahrhundert sind Baggermaschinen schon häufiger in Benutzung²⁾ und finden sich in verschiedenen Werken damaliger Zeit beschrieben. Die Anwendung der Dampfkraft führte auch bei diesem Zweige des Maschinenwesens, ebenso wie bei allen andern, große Umwälzungen herbei, da die den alten Maschinen in Bezug auf Leistungsfähigkeit durch die zu Gebote stehenden Kräfte gezogenen engen Grenzen für die Dampfkraft nicht mehr in Betracht kamen. Im Jahre 1796 ist der erste durch Dampf betriebene Bagger in England erbaut worden und zwar wurden 4 Stielbagger von zwei zusammenhängenden Pontons aus durch eine Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt. Die umfangreichen Baggerarbeiten, welche zur Vertiefung des Clyde im Anfange dieses Jahrhunderts notwendig wurden, haben erheblich zur Vervollkommnung der Maschinen Anregung gegeben, namentlich wurden bei diesen Arbeiten die Eimerkettenbagger zuerst angewendet. In Deutschland und Frankreich

¹⁾ Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre, Bd. IV. S. 514.

²⁾ Belidor. Architectura hydraulica, III, Buch, S. 2.

kamen erst mit dem Jahre 1840 durch Dampf betriebene Bagger in Gebrauch. Die Anwendung von Kolben-Pumpen (1859 beim Hafen von St. Nazaire) und Kreisel-Pumpen als Bagger (zuerst in Amerika, dann 1869 in England versucht)³⁾ kann als weiterer bemerkenswerter Fortschritt gelten.

Ganz der Neuzeit gehören die Trockenbagger an, welche bei Herstellung von Einschnitten für Eisenbahnen und Kanäle hauptsächlich da zur Anwendung kommen, wo die Menschenkraft zum Lösen und Laden bedeutender Bodenmassen zu teuer oder gar nicht zu beschaffen ist (Amerika, Suezkanal), während dieselben in Deutschland, wo die Menschenkraft verhältnismässig billig ist, trotz ihrer relativ grossen Leistungsfähigkeit bis jetzt wenig oder gar keinen Eingang gefunden haben.

Abweichend von der ziemlich verbreiteten Einteilung der Bagger nach der Betriebskraft, welche unzutreffend erscheint, da die verschiedenen Baggermaschinen im allgemeinen durch beliebige Motoren betrieben werden können, soll die eigentliche Arbeitsmethode des Baggers als Einteilungsgrund dienen. Die erste Hauptabteilung „Bagger mit unterbrochener Materialförderung“ umfasst alle die Bagger, welche mit einem Gefässe ausgerüstet sind, durch welche das zu baggernde Material gelöst und gehoben wird; in der zweiten Hauptabteilung „Bagger mit ununterbrochener Materialförderung“ finden die mit einer Reihe von Gefässen versehenen und die ohne eigentliche Schöpfgefässe konstruierten Bagger, durch welche eine ununterbrochene Materialförderung möglich wird, ihren Platz. Die Unterabteilungen sind nach charakteristischen Merkmalen der einzelnen Bagger benannt.

Allgemeiner Teil.

§ 2. Allgemeines über Lösen, Heben, Ausschütten und Horizontaltransport des Baggermaterials. Fast allen Baggern fällt die Aufgabe zu, den zu fördernden Boden, unter Anwendung eines Teiles der überhaupt zum Betriebe erforderlichen Kraft, zuvor zu lösen. Je nach Beschaffenheit des Bodens ist die hierfür zur Verwendung kommende Kraft verschieden gross; auch kann erklärlicher Weise ein Bagger nicht für alle Bodenarten passend hergestellt werden, da abgesehen von der Verschiedenheit der aufzuwendenden Kraft die Form und Grösse der Gefässe einer jeden Bodenart entsprechend bestimmt werden muss. Besonders feste Bodenarten können von den Baggergefässen nicht immer in solcher Menge gelöst werden, wie zu ihrer Füllung in den einzelnen Perioden des Betriebes erforderlich ist. Zur Lockerung solcher Materialien bedarf es entsprechender Vorkehrungen, die entweder direkt mit den Baggern verbunden sind oder unabhängig von denselben in Bewegung gesetzt werden. Bei felsigem Untergrunde sind Baggerungen nicht ausführbar, da die unter Wasser nur durch Sprengungen vorzunehmende Lösung solcher Partien stets so grosse Stücke liefern, dass es zweckmässiger ist, diese durch geeignete Zangen zu heben, die kleineren Sprengstücke werden meistens in die beim Sprengen unvermeidlich entstehenden grösseren Vertiefungen gespült, so dass auf deren Entfernung keine Rücksicht zu nehmen ist.

Die den Baggergefässen zum Lösen des Bodens zu gebenden Bewegungen müssen unter allen Umständen langsam und kontinuierlich sein; stofsartige Bewegungen wirken zu schädlich auf das Triebwerk und den Baggerapparat ein und sind gegen festgelagerte oder breiartige Bodenmassen von nur geringer Wirkung.

³⁾ Deutsche Bauztg. 1873. S. 1 u. 12. Mit Abb.

Bei den nicht mit Gefäßen ausgestatteten Baggern werden feste Bodenmassen dadurch gelöst, daß Rührwerke oder bewegtes Wasser auf dieselben einwirken und sie in eine mehr oder weniger breiartige Masse verwandeln.

Das gelöste Bodenmaterial muß durch die Bagger bis über den Wasserspiegel gefördert werden, wobei die Hubhöhe auf ein Minimum zu beschränken ist. Bei den Baggern mit unterbrochener Materialförderung ist dies in der Regel angängig, da die gefüllten Gefäße direkt in die zur Aufnahme des Bodenmaterials bestimmten Transportmittel gestürzt werden können, so daß die Hebung nur bis zu der Höhe dieser letzteren zu erfolgen hat. Die Bagger mit ununterbrochener Materialförderung hingegen haben stets eine Mehrleistung an Hubhöhe zu stellen, da das gelöste Material bis zu den Transportmitteln, abgesehen von veralteten Ausnahmen (bei den durch Pferde betriebenen Baggern), nur durch besondere Vorkehrungen gelangen kann; es sind dies Schuttrinnen oder Röhren. Je nach der Bodenbeschaffenheit und der beim Baggern mitgeführten Wassermenge ist die Neigung der Schuttrinnen zu bemessen. Wird das geförderte Material so mit Wasser vermenget, daß seine Konsistenz mehr breiartig ist, so kann von einer Neigung der Schuttrinnen fast ganz abgesehen oder dieselben können unter Umständen steigend angeordnet werden. In diesem Falle sind die Ausschutkanäle geschlossene Röhren und wird die Masse unter Anwendung einer der zu überwindenden Steighöhe entsprechenden Kraft durch dieselben geprefst.

Das Entleeren von Baggergefäßen nach dem Heben geschieht entweder durch Umstürzen oder durch Öffnen von Bodenklappen oder dadurch, daß die Gefäße in einzelne Teile auseinander klappen. Die Bagger ohne Gefäße fördern das Bodenmaterial mit Wasser gemischt in Röhren in ähnlicher Weise wie Pumpen.

Das gewonnene Baggermaterial muß durch Transportmittel an die Stellen geschafft werden, wo die Ablagerung desselben unschädlich oder nutzbringend geschehen kann. Unter Umständen ist dieser Transport horizontal bis zu großen Entfernungen auszudehnen, wobei alle zu derartigen Bodentransporten benutzbaren Mittel in Frage kommen können, deren Wahl lediglich von örtlichen Verhältnissen abhängt; Wasserwege, Uferbildung, Arbeitskräfte u. s. w. müssen hierbei besonders berücksichtigt werden.

§ 3. Motoren. Zum Betriebe der Bagger sind alle verfügbaren Kräfte ausnutzbar, da im allgemeinen jeder Bagger durch die verschiedenartigsten Motoren bewegt werden kann, ohne daß die Konstruktion des eigentlichen Baggers geändert zu werden braucht. Bagger mit geringer Leistungsfähigkeit werden durch Menschen in Bewegung gesetzt, die entweder direkt, wie bei den Baggerwerkzeugen, oder an Kurbeln mittels Winden oder in Laufrändern thätig sind. Größere Leistungen entwickeln die durch Pferde betriebenen Bagger, bei denen Pferde an Göpeln die Betriebskraft ausüben. Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts sind derartige Bagger namentlich in Deutschland vielfach im Gebrauch gewesen.⁴⁾ Die Pferde hatten ihre Stallung im Bagger selbst; ihre Anzahl wird bei keinem Bagger größer als 4 gewesen sein. Auch die Stromkraft des Wassers wird dazu benutzt, Bagger zu betreiben, doch ist deren Leistungsfähigkeit, allerdings bei großer Billigkeit der Arbeit, nur sehr unbedeutend. Die Bagger der Neuzeit, denen die Aufgabe zufällt, Bodenmassen in großem Umfange zu fördern, werden durchgängig mittels Dampfkraft betrieben; erst durch deren Anwendung ist es möglich geworden, so bedeutende

⁴⁾ Hagen. Seeufer- und Hafenbau, Bd. IV. S. 169.

Baggerungen wie sie beim Clyde, dem Suezkanal und Amsterdamer See-Kanal vorkamen, in kurzer Zeit auszuführen.

§ 4. Aufgaben der Bagger. Arbeits- und Konstruktionsprincipien. Die durch Bagger zu erfüllenden Aufgaben sind:

- a. Baggerungen zur Materialgewinnung,
- b. Baggerungen beim Grundbau (konstruktive Bauten),
- c. Baggerungen zur Herstellung und Erhaltung von Fahrrinnen.

a. Bei den Baggerungen zur Materialgewinnung handelt es sich darum, unter Wasser liegende Materialien, welche zu andern Zwecken nutzbringend verwendet werden können, zu fördern. Zu diesen Arbeiten können alle Arten Bagger benutzt werden. Mit dem Zwecke der Materialgewinnung werden bei Wasserflächen, in deren Gebiet überhaupt Korrekionsarbeiten vorgenommen werden, letztere durch solche Baggerungen gefördert, indem die Anweisung der Stellen, an welchen überhaupt gebaggert werden darf, durch die zuständigen Organe erfolgt. Die Baggerungen selbst werden meistens so ausgeführt, daß mit dem geringsten Kraftaufwand das größte Materialquantum zu erlangen gesucht wird, und kommen daher die seichtesten Stellen als Gewinnungsorte besonders in Frage. In den unteren Flusstrecken, wo Ebbe und Flut bedeutendere Wasserstands-differenzen hervorrufen, geschieht die Entnahme hauptsächlich von den bei Ebbe blosliegenden Sänden. Hierbei finden selten Bagger, sondern gewöhnlich nur Schaufeln Anwendung. Es handelt sich überhaupt bei diesen Baggerungen um verhältnismäßig geringe Bodenbewegungen, so daß von Arbeitsdispositionen nicht viel die Rede sein kann; es liegt im Interesse der Arbeiter, mit der geringsten Mühe in kürzester Zeit die Transportmittel zu füllen, und werden demnach die erforderlichen Maßnahmen getroffen. Sobald die Transportmittel gefüllt sind und die Wassertiefen es erlauben, verlassen die Fahrzeuge die Gewinnungsstelle, um an anderen Orten entleert zu werden. Werden ausnahmsweise Baggermaschinen zur Materialgewinnung benutzt, wie z. B. bei der Kiesgewinnung für Eisenbahnzwecke, so muß ebenfalls dahin gestrebt werden, die größt mögliche Leistung zu erzielen und die Umladungen aus einem Transportfahrzeug in das andere möglichst zu beschränken. Die Eimerkettenbagger kommen bei solchen Arbeiten in erster Linie in Frage.

b. Baggerungen bei Grundbauten werden in neuerer Zeit für die verschiedensten künstlichen Fundierungsarten vielfach angewendet. Diese Baggerungen sind in der Regel auf Flächen von geringer Ausdehnung beschränkt; entweder handelt es sich darum, umschlossene Baugruben bis zur vorgesehenen Tiefe unter Wasser auszuheben, oder brunnenartige Körper durch Ausbaggern bis zum tragfähigen Boden abzusenken. Die Bagger hierfür müssen so konstruiert sein, daß sie mit Leichtigkeit an jede Stelle des begrenzten Raumes gelangen können und unabhängig von der zunehmenden Tiefe funktionieren. Fast ausnahmslos werden die zu diesen Arbeiten verwendbaren Bagger vertikal von oben nach unten bewegt und sind meistens solche mit unterbrochener Materialförderung. Eine Hauptschwierigkeit bei der Konstruktion dieser Bagger liegt in der Aufgabe, dieselben stets der wachsenden Tiefe anzupassen, ohne zu komplizierten Aushülfsmitteln zu greifen.

Die pneumatische Gründungsmethode bedient sich zur Förderung der in den Caissons gelösten Bodenmaterialien Bagger, denen hier nur die Aufgabe zufällt, den gelösten Boden zu heben. Die Anordnung der zu diesem Zwecke benutzten Bagger kann so sein, daß dieselben sich in einem offenen Schachte bewegen,

der vom Wasserspiegel bis unter die Basis des Caissons reicht, also nicht mit komprimierter Luft gefüllt ist, wobei das Baggergut direkt über Wasser gehoben wird, oder der Bagger befindet sich innerhalb der mit komprimierter Luft gefüllten Räume und der geförderte Boden wird ausgeschleuft, oder endlich der Baggerapparat wird durch komprimierte Luft oder Druckwasser in Thätigkeit gesetzt, wobei der Standort desselben auf seine Wirkungsweise ohne Einfluss ist.

Eine allgemeine Arbeitsdisposition läßt sich für Baggerungen beim Grundbau nicht wohl anführen, da hierfür in jedem einzelnen Falle die örtlichen Verhältnisse maßgebend sind oder werden. Die Beseitigung des geförderten Materiales unterliegt meistens keinen Schwierigkeiten, da es sich vergleichsweise um geringe langsam gewonnene Massen handelt, die sehr häufig sogar unmittelbar bei den Baustellen deponiert werden können.

c. Zur Erhaltung oder Neubeschaffung von Fahrrinnen werden die umfangreichsten Baggerungen vorgenommen; es handelt sich hierbei stets um die Beseitigung sehr erheblicher Massen, die rationell nur durch starke zweckmäßig konstruierte Maschinen gelöst und gehoben werden. Die zu diesen Arbeiten hauptsächlich verwendbaren Bagger sind solche mit ununterbrochener Materialförderung, da nur bei Anwendung dieser eine gute Disposition für die Beseitigung des gewonnenen Materials getroffen werden kann.

Die zu erbaggernde größte Tiefe und zu fordernde Leistungsfähigkeit sind die Ausgangspunkte für die Konstruktion dieser Bagger. Da bei diesen Arbeiten ausgedehnte Flächen gleichmäßig zu vertiefen sind, so müssen an den Baggern Vorrichtungen vorhanden sein, welche es ermöglichen, die Bagger vor- und rückwärts oder seitlich hin und her so zu bewegen, daß der Baggerapparat an jeden Punkt der zu vertiefenden Fläche gelangen kann.

Für den Betrieb und die Leistung der Bagger ist es zweckmäßig, wenn die zu beseitigende Erhöhung gegen den Strom in Angriff genommen werden kann, das sogenannte „gegen den Berg baggern“. In vielen Fällen ist es erwünscht, namentlich wenn es sich um die Neubeschaffung von Fahrrinnen handelt, daß die Bagger im Stande sind, sich „frei“ zu baggern, d. h. durch eine über Wasser liegende Erhöhung sich einen Weg bahnen können.

Bei Baggerungen in Flüssen treten sehr häufig die verschiedenartigsten Bodenmassen unter- und nebeneinander liegend auf, so daß es notwendig ist, Vorkehrungen zu treffen, welche es möglich machen, auch andere Bodenarten zu lösen und zu heben, als solche für welche eigentlich die Bagger bestimmt und konstruiert sind. Ebenso häufig kommt es vor, daß Hindernisse, Baumstämme, Steine u. s. w., den Baggern entgegen treten; die in solchen Fällen anzuordnenden Vorrichtungen müssen derart sein, daß bei vorkommenden bedeutenden Widerständen die Maschinenkraft selbstthätig für den Baggerapparat unschädlich gemacht wird, da dieselben plötzlich eintreten, so daß ein Ausrücken der Maschine durch die Arbeiter in der Regel nicht rasch genug erfolgen kann.

Der ununterbrochenen Materialförderung entsprechend muß auch für eine ununterbrochene Beseitigung der geförderten Massen gesorgt werden. Je nach Art der Transportmittel sind die hierfür zu treffenden Maßnahmen verschieden; sie richten sich lediglich nach ersteren. Die Wahl der Transportmittel hängt in der Hauptsache von der Arbeitsstelle, dem Ablagerungsorte und dem Umfange der Arbeit ab. Bei größeren Baggerungen ist auch für diesen Zweck am rationellsten die Maschinenkraft zu verwenden.

§ 5. **Einteilung der Bagger.** Die Verschiedenheit der vorhandenen Bagger macht es schwierig, dieselben nach einem übersichtlichen Systeme zu ordnen. Wie schon in § 1 erwähnt, kann eine Einteilung nach der angewendeten Betriebskraft nicht streng durchgeführt werden, da im allgemeinen jeder Bagger durch die verschiedensten Motoren betrieben werden kann, ohne dafs eine Änderung der eigentlichen Baggerapparate vorgenommen werden mufs. Am meisten unterscheiden sich die Bagger durch die Art der Materialförderung, und soll danach die Trennung der Bagger im nachstehenden geschehen.

Es sind zwei Hauptabteilungen angenommen, die in Unterabteilungen zerfallen, benannt nach charakteristischen Merkmalen der einzelnen Bagger. Übersichtlich gestaltet sich demnach die Einteilung wie folgt:

A. Bagger mit unterbrochener Materialförderung.

1. Stielbagger.

Baggerhaken, Sandlote, Sackbagger, Löffelbagger, Kranstielbagger, Bagger System Popie, Perris, Bagger-schaufel, Sackbohrer, Doppelsackbohrer, Bagger von Webb, von Fouracres, Zangenbagger, Steinzange.

2. Stiellose Bagger.

Indische Schaufel, Bagger von Both, Bruce & Batho, Milroy, Rammpumpe, pneumatischer Bagger.

B. Bagger mit ununterbrochener Materialförderung.

1. Gefäfsbagger.

Radbagger, Kettenbagger (Schaufel- und Eimer-Kettenbagger).

2. Pumpenbagger.

Kolben- und Kreisel-Pumpenbagger.

A. Bagger mit unterbrochener Materialförderung.

1. Stielbagger.

§ 6. **Baggerhaken, Sandlote, Sackbagger** sind Baggerwerkzeuge von den verschiedensten Formen, die in der Hauptsache aus einem offenen Gefäfs bestehen, das an einem langen Stiele befestigt ist. Das Gefäfs dient sowohl zum Lösen als auch zur Aufnahme des Materiales, und wird letzteres in demselben gehoben. Je nach Beschaffenheit des zu baggernden Materials ist die Form des Gefäfses und die Stellung desselben zum Stiele verschieden, immer aber ist dasselbe mit schneidenartigen Teilen armiert zur Erleichterung der Materialablösung. Das Gefäfs ist ganz von Eisenblech in Gestalt eines flachen Kastens und bildet mit dem Stiele einen kleineren als rechten Winkel, wenn es sich um grobkörnige Materialien handelt; es besteht aus einem Ringe, an welchem ein aus Leder, Segeltuch oder engmaschigem Netze gefertigter Sack befestigt ist, bei feinem Sand und Schlamm.⁵⁾ Der kubische Inhalt dieser Gefäfses schwankt zwischen 0,01—0,02 cbm. Die Bedienung wird bei Baggerungen in geringer Tiefe und leicht lösbarem Boden durch einen Arbeiter bewirkt, der das Gefäfs zu füllen sucht, indem er den Stiel am oberen Ende mit der Schulter stützt und mit den Händen das Gefäfs auf dem Boden im Bogen fortbewegt und nach Füllung senkrecht in die Höhe hebt.

⁵⁾ Handb. der Ingenieurw. III. Bd. Wasserbau. S. 1094. Mit Abb.