

# DIE BAUTECHNIK

15. Jahrgang

BERLIN, 29. Januar 1937

Heft 5

Alle Rechte vorbehalten.

## Entwässerungspumpwerke und Großpumpwerk Bosut der Bidj-Bosuter Wassergenossenschaft in Jugoslavien.

Von Dipl.-Ing. Alexander Steiner, entwerfender und beratender Ingenieur, Budapest.

Die Bidj-Bosuter Wassergenossenschaft, die größte in Jugoslavien, begreift in sich die Ebene am linken Ufer der Save, von Slav. Brod bis Sremska Mitrovica in etwa 150 km Länge und 20 km Breite (Abb. 1). Die etwa 2500 km<sup>2</sup> umfassende erstklassige, fruchtbare Bodenfläche dieses Gebietes war bisher mit 121 Ortschaften gegen Überflutungen — abgesehen von einem alten Damme von Brod bis Gunja, der beinahe wirkungslos war — gar nicht gesichert. Eine starke Überflutung des Gebietes, die etwa 100 Mill. Dinar Schaden verursacht hatte, gab Anlaß zur Gründung der Wassergenossenschaft, deren drei neueste Pumpstationen zu Entwässerungszwecken ausgebildet, hier beschrieben werden sollen.

Zwei dieser Pumpstationen, Vrtic und Mandjelos (In Abb. 1 „B“ u. „A“), sind bei zwei Hauptablaßkanälen in den Dammkörper selbst eingebaut. Der Damm wurde noch vor Errichtung der Pumpwerke von Mitrovica nach Bosut und auch weiter bis Gunja, anschließend an den alten Damm bis Brod, ausgebaut.

Vrtic hat eine Höchstleistung von 5500 l/sek bei einer Hubhöhe von 4,6 m, und Mandjelos 2500 l/sek bei 3,5 m statischer Hubhöhe. In der Ausbildung sind beide Stationen grundsätzlich gleich. In jeder Pumpstation werden zwei Pumpen mit stehenden Achsen von zwei Elektromotoren betrieben. Für die 15000-V-Stromleitung dient eine Fernleitung von etwa 10 km Länge von der elektrischen Zentrale in Mitrovica zu den beiden Stationen mit Eisenbetonleitungsmasten.

In zwei Schächten (Abb. 2) sind unten die Pumpen aufgestellt; oben in dem Pumpenhaus befinden sich die Motoren, Transformatoren und Schalträume.

Eigenartig sind die Pumpstationen in den Damm eingebaut (Abb. 3). Die sonst übliche heberartige Überführung der Rohrleitungen über den Damm wurde bei dieser Lösung vermieden, wodurch eine billigere Konstruktion ermöglicht wurde. Die Hauptaufgabe des Dammeinbaues war, womöglich auch bei Hochwasser gefährliche Durchsickerungen durch den zerschnittenen Damm zu vermeiden. Es sind beiderseitige Flügelmäuer als Eisenbetonrippen-Stützwände angeordnet (Abb. 2), die teilweise in 10 bis 11 m Länge ausgebildet sind. Diese Anordnung mit den leichten, wirtschaftlich ausgebildeten Eisenbetonwänden ist — da die Eigengewichte der Dammerdeschichten gegen Kippgefahr ausgenutzt werden — auch deswegen sehr vorteilhaft, weil infolge der Rippenwandflächen das Wasser zahlreiche Widerstände zu bekämpfen hat und somit die Durchsickerungsgefahr auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird.

Bei Dammeinbauten<sup>1)</sup> sind Erddruckstützmauern besonders vorteilhaft, und bei der beschriebenen praktischen Ausführung haben wir eine besondere Sicherheit gegen Schiefstellung, die infolge etwa auftretender Dammsetzungen zu befürchten sein dürfte, da die Flügelmäuer durch die mittleren schmalen Einbauten rahmenartig miteinander verbunden sind — nicht aber wie bei einer elastischen Brücke getrennt sind, bei der es möglich ist, durch den oberen Verband die etwaigen Zugkräfte durch die Eiseneinlagen aufzunehmen. Etwa dennoch auftretende Ungleichmäßigkeiten werden durch die gemeinsame durchgehende Platte aufgenommen. Die Ein- und Ausläufe der Pumpen sind zwischen 8 m hohen, auf Erd- und Wasserdruck bemessenen Stützwänden aus Eisenbeton angeordnet, die als konsolartig in der unteren durchgehenden Fundamentplatte (Abb. 4) eingespannt berechnet sind. Die inneren Wände sind auf einseitigen Wasserdruck berechnet, da sowohl Wasser-Ein- und -Ausflüsse (Abb. 5) als auch die seitlich angeordnete Durchflußöffnung gegebenenfalls mit Schleusen verschließbar sind. Die zusammenhängenden Fundamente sind mit einer sie vollständig einschließenden hölzernen Spundwand umgeben (Abb. 6).

<sup>1)</sup> s. auch H. Leussink, Der Einfluß des Dammes auf flachgegründete Brückenwiderlager bei nachgiebigem Baugrund. Bautechn. 1936, Heft 43 u. 45. Diese Arbeit lernte der Verfasser erst nach Abfassung des Manuskriptes des vorliegenden Aufsatzes kennen.



Abb. 1. Lageplan des Wirkungskreises der Bidj-Bosuter Wassergenossenschaft.

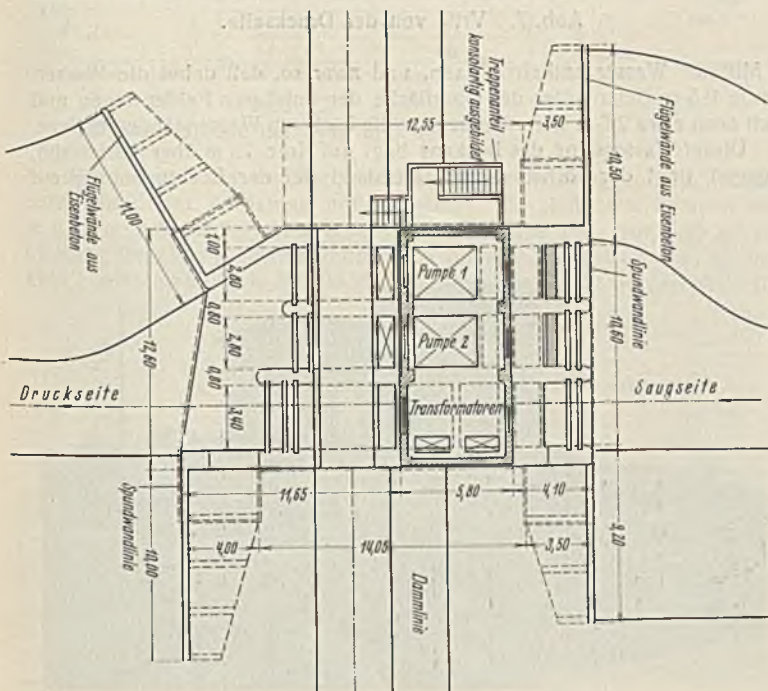


Abb. 2. Grundriß der Pumpstation Vrtic.

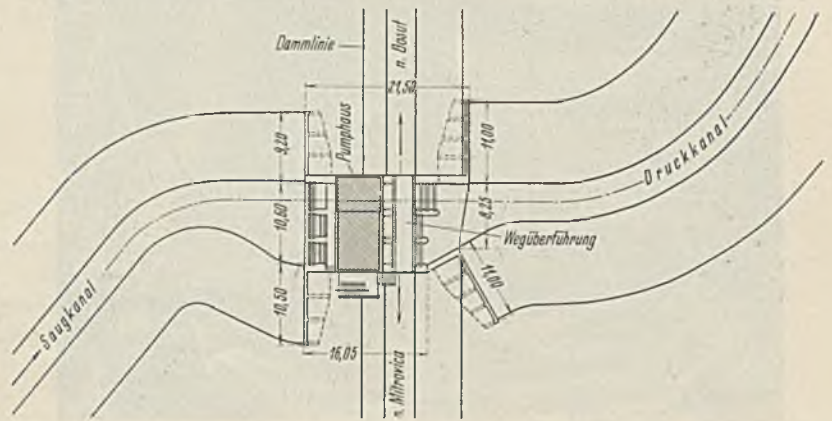


Abb. 3. Lageplan der Pumpstation Vrtic.

Die bauliche Anordnung, wobei sämtliche Wasserwege, Maschinenräume, Transformatoren und Schalträume „zentrisch“ liegen, bot auch bei den ungünstigen Fundamentverhältnissen eine wirtschaftlich vorteilhafte Lösung. Alle Lasten trägt die Fundamentplatte, und die seitlich angeordneten Treppen sind konsolartig ausgebildet und daher auch im Falle von Senkungen des Schutzdammes rissesicher (Abb. 7 u. 8).



Abb. 4. Plattenfundierung bei Vrtic.

Mitteleuropa. Die seit vielen Jahren gesammelten Zahlen für die Wasserstände der Bosut ergaben, daß zur vollständigen und sicheren Entwässerung der fraglichen Fläche eine Pumpstation von etwa 53 m<sup>3</sup>/sek Leistung erforderlich sein würde. Von einer so kostspieligen Lösung konnte aber keine Rede sein, daher wurde ein Mittelweg gefunden. Man begnügte sich bei dieser neuen Lösung mit der Ausbildung des unteren Bosutgebietes — durch



Abb. 9. Druckkanalausbildung bei Vrtic.

Die Zufluß- und Abflußkanäle der Pumpwerke sind mit etwa 20 cm dicken Betonplatten, die durch Trennfugen voneinander abgesondert sind, in abwechselnden Schichten betoniert, gesichert (Abb. 9).

Die Eisenbetonmasten der Fernlinie Mitrovica—Mandjelo—Vrtic sind alle gruppenweise, in einfachen Holzverschalungen und mit quadratischem Querschnitt hergestellt worden (Abb. 10). —

den Einbau einer neuen Schleuse — zu einem Sammelbecken (Abb. 11). Hierbei wurde in Betracht gezogen, daß dieses untere Bosutgebiet Waldungen einschließt und daß diese Anlagen durch die kurzzeitigen Überschwemmungen des Flusses im Winter und zu Beginn des Frühlings, infolge der Ausbildung des Sammelbeckens, nicht gefährdet werden. Es wurde durch Messungen festgestellt, daß dieses untere Becken etwa

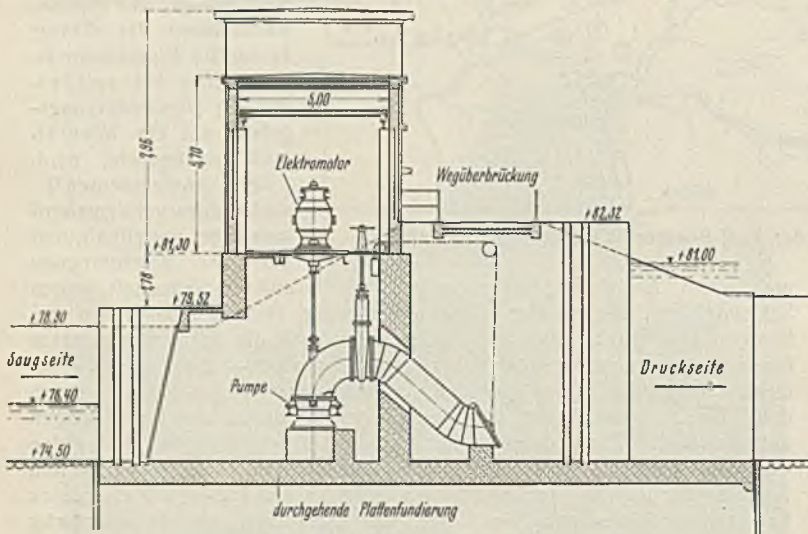


Abb. 5. Schnitt durch den Pumpenteil bei Vrtic.

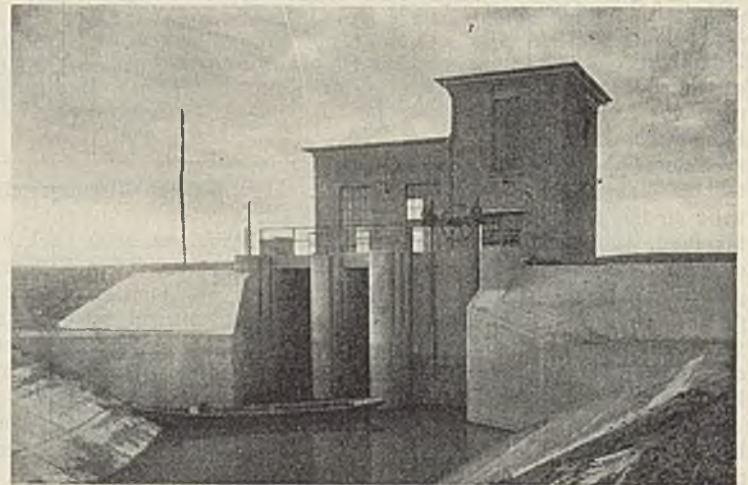


Abb. 7. Vrtic von der Druckseite.

Die bemerkenswerteste neue Pumpstation der Wassergenossenschaft, die Pumpstation Bosut, löst ein besonderes Problem der Bosut-Savemündung; sie dient zur Regelung des Wasserabflusses einer etwa 2,635 km<sup>2</sup> großen Fläche in der Nähe des unteren Bosutflusses und ist mit ihrer Höchstleistung von 12,7 m<sup>3</sup>/sek die größte Pumpstation für Entwässerungszwecke von

60 Mill. m<sup>3</sup> Wasser enthalten kann, und zwar so, daß dabei die Wasserstände 0,5 m tiefer unter der Oberfläche der nutzbaren Felder liegen und doch noch etwa 2,6 m tiefer bleiben als die höchsten Wasserstände der Save.

Dieser Wasserstand des Beckens liegt auf Kote 79 m über Adriastand, dagegen liegt der höchste Savewasserstand bei der Bosutmündung auf



Abb. 6. Dammeschnitt und Rammen der Spundwände bei Vrtic.



Abb. 8. Vrtic von der Saugseite.



Abb. 10. Fernleitungsmast aus Eisenbeton.

Kote 81,6 m. Die Überschwemmungen dieses Gebietes treten jährlich meistens in den Monaten März und April ein. Angesichts dessen, daß die Gewässer im April schon sehr schädliche Wirkungen für die Vegetationen mit sich bringen können, wurde die Pumpstation so bemessen, daß ein über dem Adriastande von 79 m höherer Wasserstand auf höchstens 32 Tage eingeschränkt wird (Abb. 12).

Die ungünstigste Flutgefahr seit 40 Jahren trat im Frühling März bis Mai des Jahres 1924 ein, im Gründungsjahre der Wassergenossenschaft, und beim Entwurf zog die Wassergenossenschaft die Wasserstände dieses Jahres in Betracht. Man bestimmte die theoretischen Wasserstände im Bosutbecken für einen vorausgesetzten Fall. Nach dieser theoretischen Annahme wäre schon 1924 die Absperrung des Flusses durch eine eingebaute Schleuse bei der Savemündung möglich gewesen. Dieser Voraussetzung entspricht die Kurve „Y“ in Abb. 12. Es ist ersichtlich, daß der höchste Wasserstand ohne Pumpen des Wassers etwa 79,7 m über Adriastand wäre und daß das Wasser während 40 Tagen höher im Bosutbecken steht, als dies über dem Wasserstande von 79 m erwünscht wäre. Die Pumpstation dient eben zur Verwirklichung obigen Erfordernisses, und ihre Leistung müßte so bestimmt werden, daß die über 79 m liegenden Wasserstände nur

höchstens 32 Tage dauern können. Falls wir das Pumpen des Wassers voraussetzen, erhalten wir die Kurve „Z“, woraus ersichtlich ist, daß der Wasserstand um rd. 25 cm niedriger zu halten wäre, um innerhalb 32 Tage die Einhaltung obiger Erfordernisse sichern zu können. Um den Unterschied zwischen den Höhen von 79 m und 79,25 m auspumpen zu können, müßte eine Pumpstation aufgestellt werden, die im Stande ist, rechtzeitig eine Wassermenge von etwa 25 Mill. m<sup>3</sup> auszupumpen.

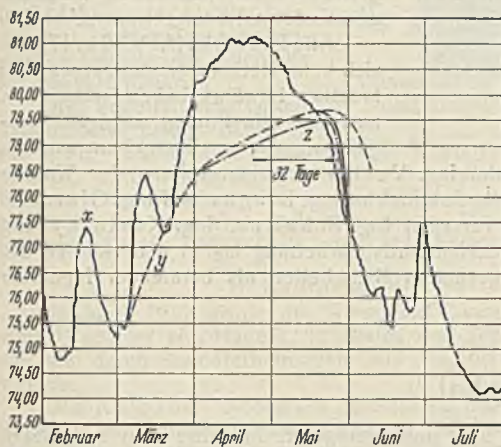


Abb. 12. Die Wasserstände der Save und des Bosut.

Die Pumpstation von Bosut mit einer Höchstleistung von 12,7 m<sup>3</sup>/sek entspricht dieser Forderung mit Sicherheit. Es sind zwei Pumpen von je 6,35 m<sup>3</sup>/sek Höchstleistung auf 2,2 m Hubhöhe oder von 5,25 m<sup>3</sup>/sek Leistung bei einer größten Hubhöhe von 3,2 m eingebaut worden, die von zwei Gasmotoren von je 370 PS Höchstleistung betrieben werden (Abb. 13).

bei der zu bewältigenden Wassermenge noch eine reichliche Sicherheit vorhanden.

Die Gründungsverhältnisse von Bosut waren sehr ungünstig. In der gewünschten Tiefe des Pumpenhauses lag dicht unter einer gemischten Lehmschicht eine flußsandartige Schicht auf mehrere Meter Tiefe.

Da auch bei einer durchgehenden Platten- bzw. Plattenbalkengründung, die hier angewandt wurde, kleinere Senkungen zu erwarten waren, ist das Pumpenhaus selbst, von den Eisenbetonbecken auf der Saugseite durch eine Trennungsfuge abgesondert, gegründet (Abb. 14). Obschon auf gemeinsamer Platte gegründet,

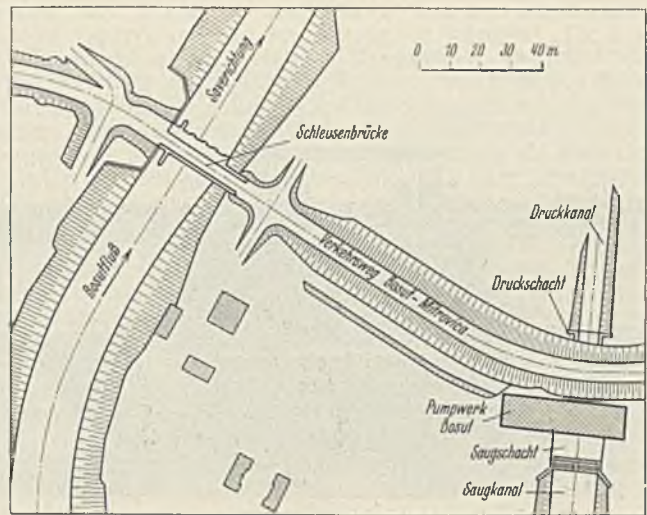


Abb. 11. Lageplan der Pumpstation Bosut.

Bei  $2 \times 5,25 = 10,5$  m<sup>3</sup>/sek Leistung ist es in ununterbrochenem Betriebe möglich, innerhalb 660 Stunden = 27,5 Tagen etwa 25 m<sup>3</sup> Wasser auszupumpen. Wie aus Abb. 12 ersichtlich, muß die Pumparbeit schon vor Beginn der 32 Tage begonnen werden, so daß ungefähr 50 Tage zur Erzielung der erforderlichen Leistung zur Verfügung stehen. Es ist also

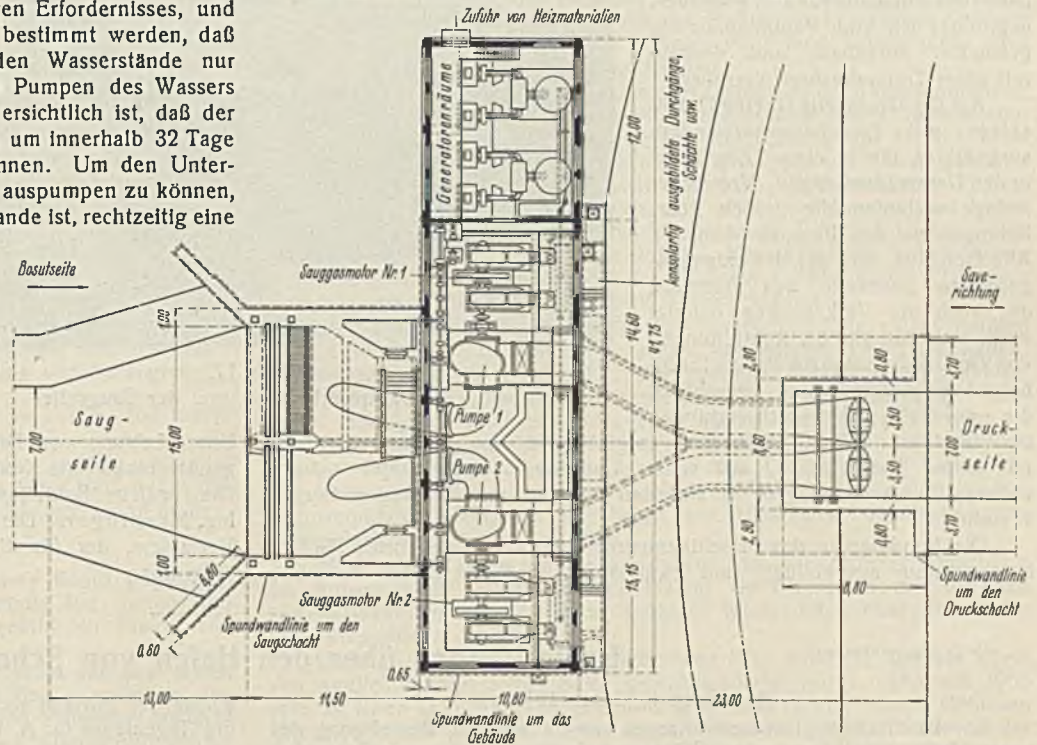


Abb. 13. Grundriß der Pumpstation Bosut.

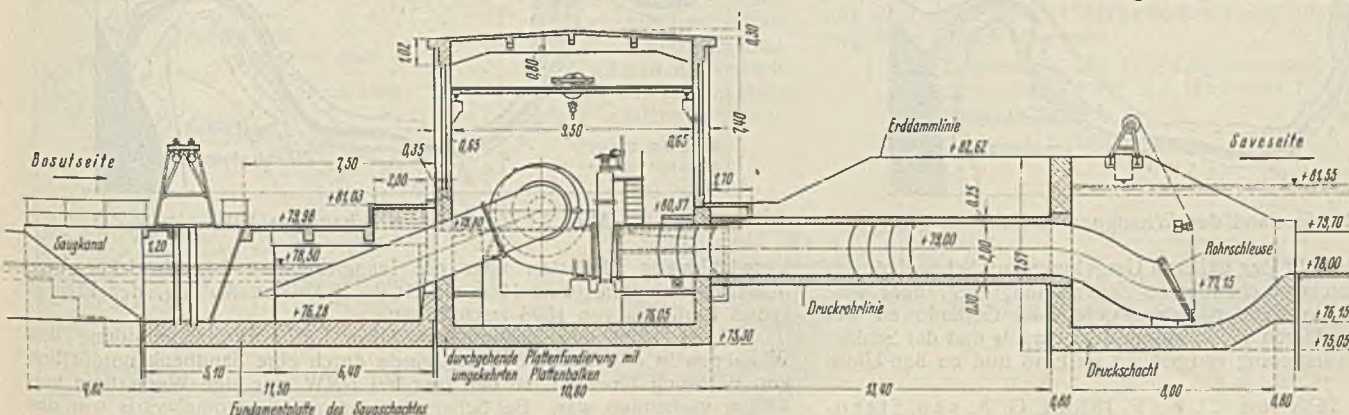


Abb. 14. Schnitt durch die Anlage Bosut.

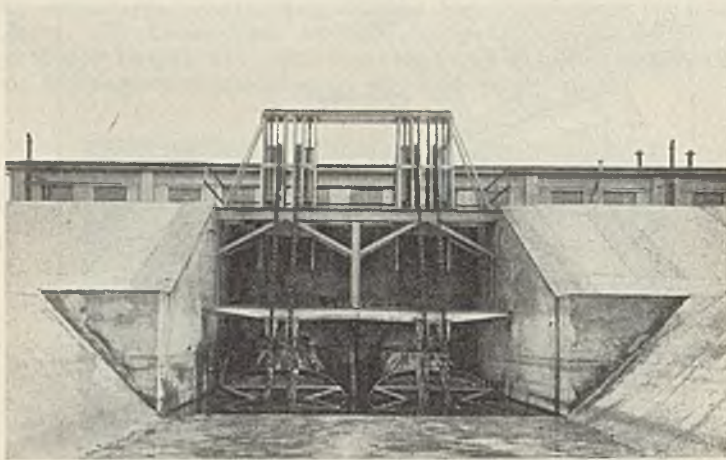


Abb. 15. Druckschacht mit den Rohrschleusen.

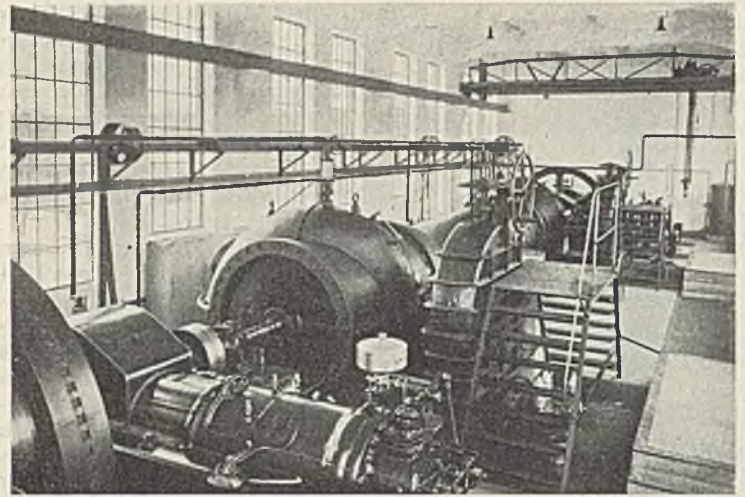


Abb. 16. Das Innere des Pumpenhauses in Bosut.

wurden oben die Sauggasmotorenfundamente von den übrigen Gebäudeteilen zwecks Vorbeugung von Erschütterungen durch Trennfugen abgedeckt. Ebenso ist das Generatorhaus, das ebenfalls für sich gesondert gegründet ist, vom Pumpenhaus abgedeckt aufgebaut und deshalb mit einer Trennungsfuge versehen.

Auf der Druckseite ist eine Druckanlage mit Eisenbetonstützmauern ausgebildet, die in etwa 7,5 m Höhe in den Damm hineinragen. Von dieser Anlage verlaufen die großen Rohrleitungen zu den Pumpen (Abb. 15). Alle Gebäude sind auf der entgegengesetzten Seite des Damms, der auch als Verkehrsweg benutzt wird, errichtet, und die Rohrleitungen von 2 m Durchm. sind durch eine Eisenbetonbogenummantelung geschützt, die auf alle Verkehrsbelastungen berechnet ist. Diese Teile sind sorgfältig in den Damm eingebaut mit rohen Betonflächen, mit reiner Dammerde eingestampft — um etwaige Durchsickerungen zu verhüten — und mit Plattengründungen versehen.

Die Fundamente des Maschinenhauses sind als umgekehrtes Plattenbalkensystem ausgebildet, und zwar derart, daß die Balken teilweise

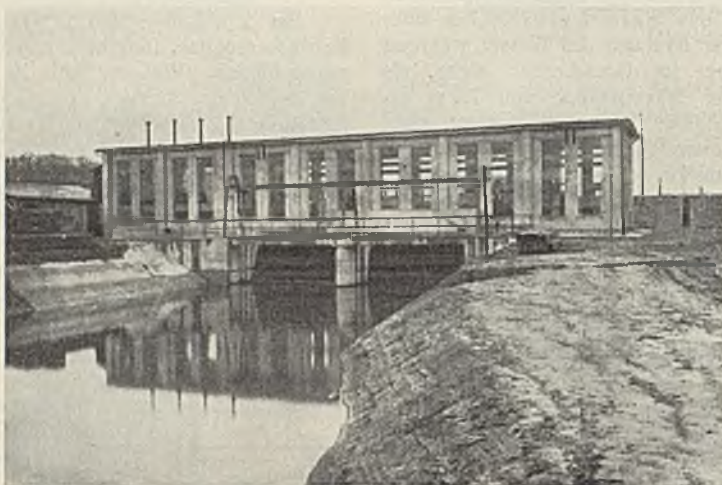


Abb. 17. Großpumpwerk Bosut von der Saugseite.

in den Maschinenfundamenten versteckt sind.

Sowohl diese Fundamente als auch die Fundamente der Saug- und Druckseite sind mit hölzernen Spundwänden umgeben.

Über den Ein- und Ausflußkanälen sind die Gebäudeteile durch Eisenbetonrahmen ausgewechselt. Die Gebäude selbst sind als Rahmenskelettbauten mit Füllmauerwerk ausgebildet. Alle außerhalb des Gebäudes fallenden Bestandteile, wie Durchgänge, Schächte usw. werden wegen des schlechten oberen Baugrundes durch konsolartig ausgebildete Konstruktionen getragen (Abb. 14).

Alle Bauwerke (Abb. 16 u. 17), die sich beim Hochwasser des Jahres 1936 tadellos bewährt haben, sind 1936, nachdem alle Proben vorzüglich ausgefallen waren, übergeben worden.

Unter Leitung von Direktor Ing. Veslay versahen seitens der Wassergenossenschaft die Kontrolle Subdirektor Ing. Dragas und Ing. Gjurasin. Die örtliche Bauleitung versahen Ing. Schuller, Ing. Kosinsky und Ing. Messinger. Die Einzelentwurfsbearbeitung lag in den Händen des Verfassers, der für die gesamten Bauarbeiten als beratender Ingenieur tätig war.

Alle Rechte vorbehalten.

### Bemerkungen über den Hafen von Schanghai.<sup>1)</sup>

#### I. Zeitraum 1842 bis 1910.

Bei Abschluß des Friedensvertrages von Nanking zur Beendigung des sogen. Opiumkrieges zwischen China und England 1842 wurde Schanghai für den internationalen Handel geöffnet. Die Schifffahrtsverhältnisse auf dem Whangpoofluß, an dem Schanghai liegt, waren für die damalige Zeit einigermaßen befriedigend. Es ist deshalb verständlich, daß die

wurde der Zustand recht bald unbefriedigend. Im Jahre 1876 berichteten die Ingenieure G. A. Escher und J. de Ryke an das Konsularkorps über den schlechten Zustand des Whangpoo, ohne daß Maßnahmen zur Änderung des Zustandes folgten. J. de Ryke berichtete 1898 nochmals über den schlechten Zustand, und zwar dieses Mal an die Internationale Handelskammer in Schanghai. Der Boxeraufstand und andere politische

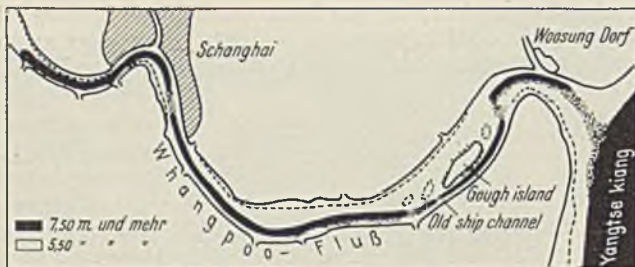


Abb. 1. Zustand des Whangpoo 1905.

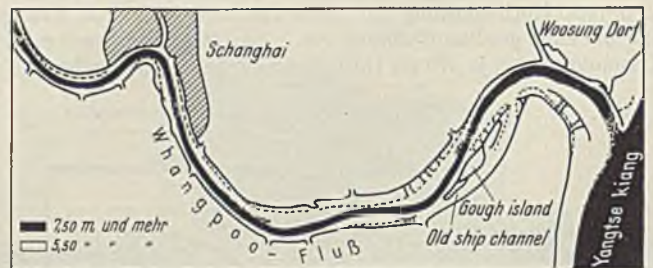


Abb. 2. Zustand des Whangpoo 1910.

englischen Faktoren sich in der näheren Umgebung von Schanghai, das schon lange vor Beginn der christlichen Zeitrechnung gegründet war, niederließen, und nicht in dem niedriger gelegenen Gelände an der Mündung des Whangpoo. Durch die Zunahme des Handels und der Schiffgröße und auch durch Ablagerung von Schlick im Fluß und an den Ufern

Verwicklungen hinderten aber die Inangriffnahme irgendwelcher Verbesserungsarbeiten. Erst 1905 erhielt de Ryke den Auftrag, den Plan B seines Berichtes von 1898 auszuführen.

Abb. 1 zeigt den Zustand im Jahre 1905. Die Einmündung des Whangpoo in den Yangtse-Kiang wurde durch eine Sandbank nordöstlich von Woosung blockiert, so daß hier bei NNW nur eine Wassertiefe von 4,60 m vorhanden war. Bei Schanghai und weiter stromabwärts war der Fluß zu schmal, ebenso wie die Fahrinne selbst, die in dem Übergang

<sup>1)</sup> Nach De Ingen. 1935 vom 23. 8., S. 187 (fr. G. A. van Steenberg).

zwischen zwei Krümmungen durch Sandbänke unterbrochen wurde. Die normale Wassertiefe betrug in der Fahrinne 7,30 m und mehr unter NNW, weiter stromabwärts in der Biegung vor Gough Island waren es nur noch 5,50 m, und der Fluß trennte sich dort in zwei Arme; einen tiefen, engen rechten Arm, „Old ship channel“ genannt, und einen seichten, breiten linken Arm, der bei 2,50 m Wassertiefe nur zum Befahren mit chinesischen Dschunken geeignet war. Der tiefe rechte Arm hatte keine Verbindung mit der weiteren tiefen Fahrinne bei Woosung und war hiervon durch eine Bank geschieden. Hinter Woosung erschwerte eine zweite Bank, über der keine größere Wassertiefe als 4,60 m vorhanden war, die freie Fahrt nach dem Yangtse-Kiang.

Die Lösung. Der Rykes Plan bestand aus dem Regulieren des Flusses im allgemeinen und im besonderen aus dem Abschluß des „Old ship channel“ zur Erreichung einer Fahrinne mit genügenden Abmessungen durch die Bank bei Woosung. Ferner war der Bau von Leitdämmen längs der Fahrinne hinter Woosung zur Vergrößerung der Wassertiefe über der dortigen Bank vorgesehen. Zugleich wurde die Breite zwischen den zukünftigen Normallinien oberstromwärts von Schanghai auf ungefähr 425 m und an der Mündung des Whangpoo auf ungefähr 730 m festgesetzt.

Nach altholländischer Weise wurden Buhnen erbaut, wobei in großem Maße Reislagerwerk angewandt wurde. Die Regulierungsarbeiten waren mit Baggerarbeiten verbunden, die durch eine holländische Firma ausgeführt wurden. Der erste 1907 geschlossene Vertrag mit dieser Firma betraf die Anlage von Leitdämmen bei Woosung und eines Arbeitshafens für schwimmendes Material im Gesamtbetrag von rd. 2 Mill. Taels = rd. 3 bis 3,5 Mill. Mark. Im gleichen Jahre wurde noch ein zweiter Vertrag mit der Gesellschaft geschlossen, und zwar für die Baggerarbeiten an der Bank bei Woosung und für den Arbeitshafen. 1909 wurde ein dritter Vertrag für weitere Baggerarbeiten abgeschlossen; 1912 folgte ein vierter Vertrag mit einer anderen holländischen Gesellschaft, ebenfalls für Baggerarbeiten.

Die Regulierungsarbeiten hatten bald Erfolg (Abb. 2), es wurde überall eine gleichmäßige Wassertiefe von 6 m bei NNW erreicht. 1910 trat de Ryke zurück und wurde durch von Heidenstam ersetzt. Das Problem des ersten Zeitraums schien gelöst; vollendet waren die Arbeiten aber noch keineswegs. Die im Jahre 1907 durch das Reich bewilligten 7 Mill. Taels waren aufgebraucht. Weitere Mittel fehlten.

## II. Zeitraum 1910 bis 1935.

Im Jahre 1912 wurde die Whangpoo Conservancy Board gegründet, worin Vertreter von Handel, Schifffahrt und Diplomatie Sitz hatten und die die durch Sondererhebungen und Abgaben gebildeten Fonds verwaltete.

Die Aufgabe. Neben der Fortsetzung der Arbeiten aus dem ersten Zeitraum zur Erzielung einer größeren Tiefe und Breite zwischen den Normallinien mußte nun auch an die Zukunft von Schanghai gedacht werden. Nicht nur wegen des zunehmenden Tiefganges der Schiffe mußte mit einer Unzulänglichkeit der Schifffahrtsverhältnisse auf dem Whangpoo gerechnet werden, auch die Mündung des Yangtseflusses selbst drohte ein Hindernis für die immer mehr zunehmende Schifffahrt zu werden. Unter der Leitung von v. Heidenstam wurden umfassende Studien zur Vorbereitung neuer Hafenpläne auf-



Abb. 4.

Plan für einen „Yangtse-Kap“-Hafen.

genommen. Abb. 3 gibt ein anschauliches Bild über die Zunahme von Tonnenmaß, Güterverkehr und Bevölkerung von Schanghai. Die auffallend starke Steigerung von den späteren Kriegsjahren ab rechtfertigt die damalige Erwartung eines größeren Betriebes im Hafen von Schanghai.

Hierbei soll auf die günstige Lage von Schanghai in bezug auf westeuropäische und amerikanische Häfen hingewiesen werden. Man kann wohl sagen, daß Schanghai eine einzigartige Stellung als Welthafen einnimmt. Das Hinterland von Schanghai mit einer Oberfläche von 1 950 000 km<sup>2</sup> und einer Bevölkerung von 200 Mill. Seelen wird durch den Yangtse-Kiang durchschnitten, der im Sommer bis Hankon, d. h. über 1500 km für die größten Seefrachtschiffe befahrbar ist, während mit Dschunken nicht weniger als 2100 km befahren werden können. Die Erwartungen über die Zukunft von Schanghai waren also nicht zu hoch gespannt, und 1920 wurde ein Stockholmer Ingenieurbüro beauftragt, ein Gutachten über die Schifffahrts- und Hafenverhältnisse auszuarbeiten.

Die Lösung. Der Stockholmer Bericht stellte im Zusammenhang mit Hinweisen auf Weltenschifffahrt, Gezeiten, Abstand des Hafens bis zur untersten Bank auf der Reede usw. folgende Forderungen auf;

- a) Tiefe unter NNW im Hafen mindestens 12,20 m.
- b) Tiefe unter NNW in den Zugangswegen zum Hafen mindestens 10,10 m.

Zur Verwirklichung wurden folgende Möglichkeiten angegeben. Offener oder geschlossener Hafen, Hafen innerhalb oder außerhalb der Yangtsemündung. Es wurde festgestellt, daß bei Anlage eines offenen Hafens in der Yangtsemündung eine Wassertiefe von 12,20 m wegen der starken Schlickablagerung in dem Whangpoo nicht zu erreichen sei, wenigstens nicht durch Baggerarbeiten allein. Die Berichterstatter sahen die Möglichkeit zur Erreichung einer Wassertiefe von 12,20 m im Whangpoo nur in der Anlage eines Kanals vom Yangtse nach den Meeren, aus denen der Whangpoo entspringt. Auf diese Weise sollte bei hohen Yangtse-Wasserständen Wasser auf dem Wege durch die Meere zur künstlichen Spülung in den Whangpoo geleitet werden. Dieser Plan muß jedoch mehr oder weniger als phantastisch bezeichnet werden.

Die Frage „offener oder geschlossener Hafen“ in der Yangtsemündung glaubte das Stockholmer Gutachten mit „geschlossener Hafen“ beantworten zu können. Durch die bei Woosung für einen Betrag von 45 Mill. Taels zu bauenden Schleusen sollte der MWS im Whangpoo um 2,15 m gehoben werden. Die Nachteile eines durch Schleusen abgeschlossenen Hafens wurden zwar zugegeben, aber gleichzeitig wurde auf London und Liverpool verwiesen, deren Hafenentwicklung durch Schleusenbauten auch nicht gehindert wurde. Mit Einschluß der Kosten für die Entwässerung der niedrigengelegenen Ufergebiete des Whangpoo hätte dieser Plan aber eine Gesamtausgabe von rd. 100 Mill. Taels gefordert.

Die Zugänge zu einem Hafen der Yangtsemündung selbst mußten nach Ansicht der Stockholmer Gutachter mindestens 11 m Tiefe haben. Es erschien deshalb erforderlich, die südliche Fahrinne des Yangtse, Fairy Flats genannt, um 6 m zu vertiefen. Da es nach Ansicht der Gutachter unmöglich erschien, diese Tiefe allein durch Baggerarbeiten zu erreichen, wurden Regulierungsarbeiten mit dem Bau von Leitdämmen, Krüben usw. vorgeschlagen, die etwa 40 Mill. Taels gekostet hätten.

Außerdem wurde der Plan untersucht, den Hafen außerhalb der Yangtsemündung, etwa in der Bucht von Hangchow, anzulegen. Die Wassertiefe ist dort aber zu klein.

Als Ergebnis ihrer Studien wurde von den Stockholmer Gutachtern die Anlage eines abgeschlossenen Hafens im Whangpoo und der Bau von Leitdämmen zur Erreichung größerer Wassertiefen über dem Fairy Flats empfohlen.

Erwähnt sei auch der 1920 erschienene Plan Powell, der vor allem von amtlicher chinesischer Seite sehr begünstigt wurde. Die seit 1905 sehr zu ihren Gunsten geänderte politische Lage würde es den Chinesen nämlich möglich gemacht haben, einen bedeutend größeren Anteil an der Kontrolle über einen mehr oder weniger weit von Schanghai entfernten Hafen zu bekommen, als dies bei den sogenannten Vertragshäfen der Fall ist. Powell plante deshalb die Schaffung eines vollständig neuen Hafens am sogenannten Yangtse-Kap (Abb. 4). Im übrigen war Powell der gleichen Meinung wie das Stockholmer Gutachten, wonach die Bucht von Hangchow für die Anlage eines Hafens wegen der vielen Inseln, des häufigen Nebels und der untielen, flachen Küste nicht in Frage käme.

Ein internationaler Gutachterausschuß beschäftigte sich 1921/22 erneut mit dem Studium der Hafenverbesserung für Schanghai und kam zu folgenden Entschlüssen:

1. Bei Beurteilung der Hafenzugänge wird von der Annahme ausgegangen, daß Schiffe mit höchstens 10 m Tiefgang bei Ebbe in den Hafen einlaufen.

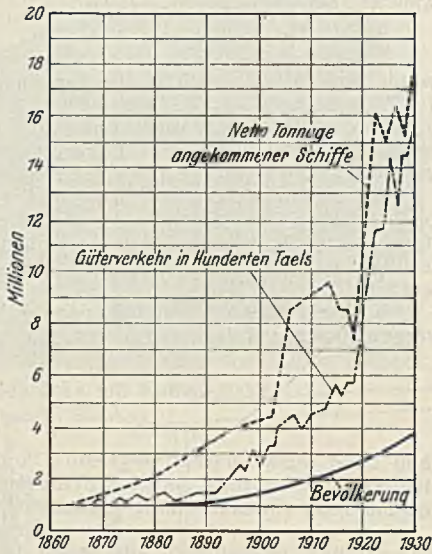


Abb. 3.

Zunahme an Tonnage, Güterverkehr und Bevölkerung von Schanghai.

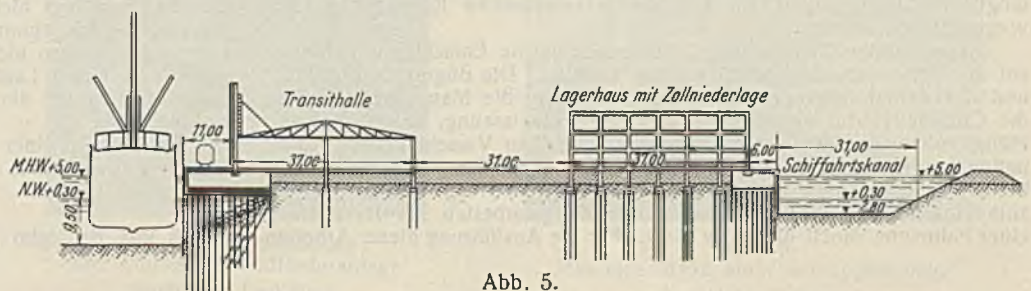


Abb. 5.

Anlegekai für Frachtdampfer nach dem Vorschlag der Internationalen Kommission 1921.

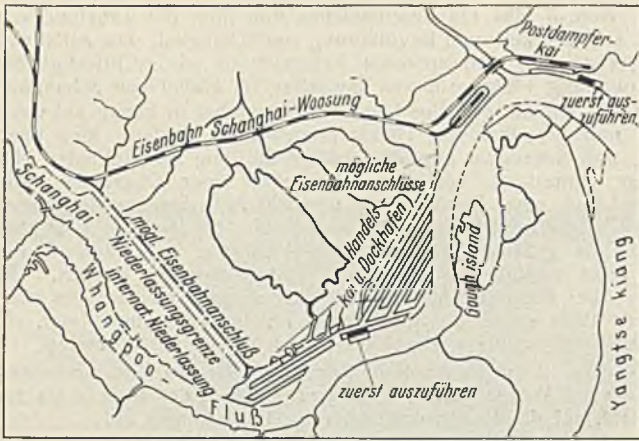


Abb. 6. Plan für die zukünftige Hafenentwicklung (Internationale Kommission 1921.)

2. Die dazu erforderliche größere Tiefe in den Fairy Flats ist ausschließlich durch Baggern herzustellen; Bodenbreite der Fahrinne 185 m; die Tiefe der vorhandenen Fahrinne ist um 2,75 m zu vergrößern; Länge der zu baggernden Rinne etwa 37 km.
3. Herstellung von 765 m Anlegekais für vier oder fünf Frachtschiffe am linken Ufer des Whangpoo, möglichst nahe bei Schanghai, mit Lagerhäusern, Hallen sowie Eisenbahn- und Binnenschiffahrtsanschlüssen (Abb. 5).
4. Anlegekais für Überseepostdampfer bis zu 185 m Länge am linken Whangpoofer an der Mündung bei Woosung.
5. Fortsetzung der Baggerarbeiten in der Fahrinne des Whangpoo, bis eine Tiefe von 9,15 m oder mehr unter NNW erreicht ist.

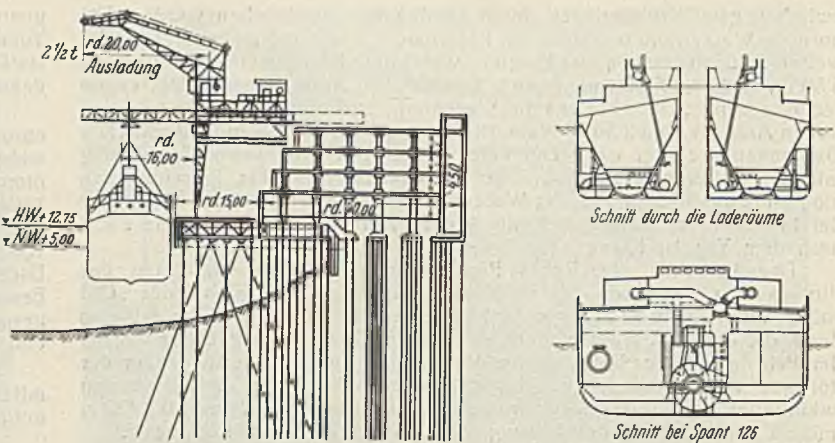


Abb. 8. Anlegekai mit Lagerhaus.

Schnitt durch die Laderäume  
Schnitt bei Spant 125  
Zu Abb. 7.

wurde im Dezember 1932 ein Saugbagger ausgeschrieben, der unter 16 Mitbewerbern der Werft Schichau, Danzig, für 151 800 £ in Auftrag gegeben und Ende 1934 abgeliefert wurde. Über diesen Bagger (Chien-She) hat die „Bautechnik“ bereits früher einen Bericht gebracht, auf den hier verwiesen sei<sup>2)</sup>. Abb. 7 gibt Grundriß und Schnitte des Baggers.

Die inzwischen mit dem Saugbagger Chien-She ausgeführten Betriebsproben haben ergeben, daß seine wirklichen Leistungen allen Forderungen der Ausschreibung entsprechen, während von der höchsten Maschinenleistung mit 5000 PSI tatsächlich nur 4000 PSI gleichzeitig verbraucht werden.

Auch mit der Ausführung der von der Internationalen Kommission 1921 vorgeschlagenen Kais und Lagerhäuser ist inzwischen begonnen worden.

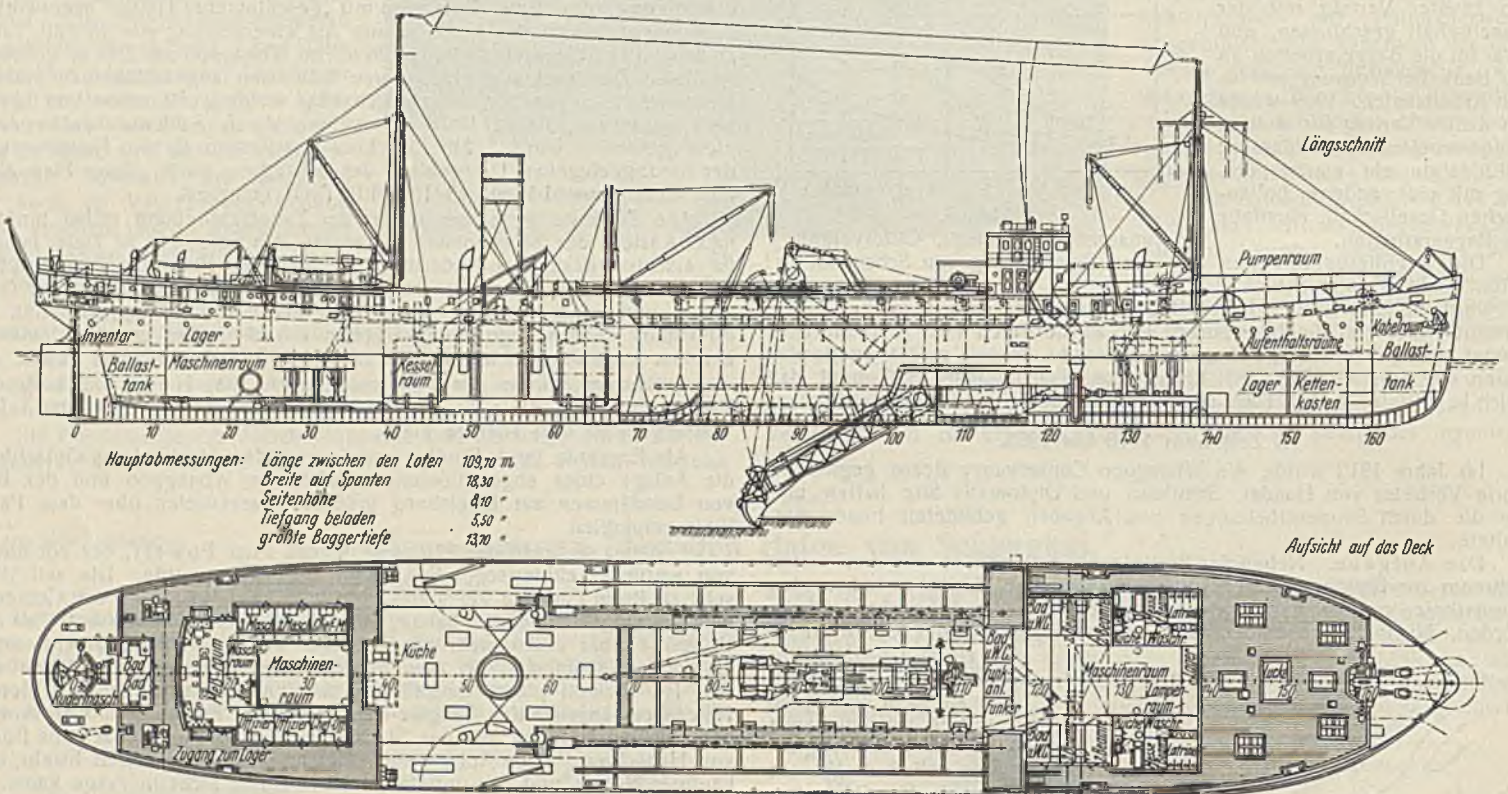


Abb. 7. Doppelschrauben-Schleppkopf-Saugbagger „Chien-She“ für Schanghai.

Die Kapitalausgaben wurden auf 11 Mill. Taels geschätzt, während in der Betriebsrechnung 6% Sonderabgaben auf die Zölle vorgesehen waren, gleich 0,3% des Warenwertes. Abb. 6 zeigt noch einen Plan für zukünftige mögliche Erweiterungen, die von der Internationalen Kommission 1921 vorgeschlagen wurden.

Es hat einige Zeit gedauert, bis irgendwelche Entschlüsse in bezug auf die Hafenausbauten gefaßt werden konnten. Die Bürgerkriege 1926/27 und der darauf folgende Einfall der Japaner in die Mandchurei und in die Chinesenviertel von Schanghai waren Veranlassung, lange Zeit alle Pläne ruhen zu lassen. 1932 wurden die alten Vorschläge der Internationalen Kommission von 1921 wieder aufgegriffen. Das Wichtigste bei den Arbeiten nach diesen Plänen sind, soweit es sich um den Zugang zum Hafen handelt, die umfangreichen Baggerarbeiten zur Herstellung einer Fahrinne durch die Fairy Flats. Für die Ausführung dieser Arbeiten

Sie werden von einer chinesischen Firma für einen Betrag von 1,7 Mill. chines. Dollars ausgeführt.

Die ursprünglichen Pläne (Abb. 5 u. 6) sind geändert und vereinfacht worden, allerdings nicht in allen Einzelheiten gerade glücklich. Der vorgeschlagene Liegeplatz für Binnenfahrzeuge ist ganz weggefallen. Die Lagerhäuser liegen nicht hinter, sondern neben den Hallen und Einfuhrgütern, die durch Leichter und Dschunken weiter befördert werden. Die Leistungsfähigkeit der Anlagen ist hierdurch wesentlich beeinträchtigt worden.

Abb. 8 zeigt einen Querschnitt durch den Anlegekai, der nach amerikanischer Bauweise aus einem Eisenbetonbau auf 30 m langen Holzpfählen besteht.

<sup>2)</sup> Vgl. Bautechn. 1935, Heft 18, S. 235.

Alle Rechte vorbehalten.

## Schrapper - Förderung.

Von Oberingenieur P. Wiesenthal VDI, Zeitz.

Die bekanntlich vor etwa 15 Jahren aus Amerika übernommene Förderung durch Kabelbagger (Schrapper) hat in rascher Entwicklung eine den deutschen Verhältnissen angepaßte Ausgestaltung erfahren und große Verbreitung gefunden<sup>1)</sup>. Die Schrapper werden mit gleich gutem Erfolge zum Abhub der Abraumschichten und Fördern des Abbaugutes in Sand- und Kiesgruben, Steinbrüchen usw., zur Gewinnung von Flußkies, zum Zusammenräumen von Schotter und Splitt, beim Straßen- und Tunnelbau, bei Planierungs- oder Erdarbeiten, bei denen größere Flächen zu bedienen sind, und zu vielen anderen Zwecken benutzt. Ihr besonderer

den Arbeitsbereich eines Schrappers ohne Umbau möglichst zu vergrößern, wird die Entladevorrichtung vielfach schwenkbar (Abb. 3) oder zusammen mit der Antriebstation auf Schienen verfahrbar (Abb. 4) eingerichtet.

Die Schrapperwinde besteht aus zwei Trommeln, die den örtlichen Verhältnissen entsprechend neben- oder hintereinander angeordnet werden. Sie laufen lose auf den Wellen und sind mit diesen durch ein- und ausrückbare Kupplungen verbunden. Dadurch wird erreicht, daß, je nachdem ob der beladene Kübel zur Entladung oder der entleerte Kübel nach dem Abbauort bewegt wird, das Zug- oder Leerseil auf die zugehörige Trommel aufgerollt, das andere aber gleichzeitig von der lose laufenden Trommel abgerollt wird. Außerdem ist jede Trommel mit einer Bandbremse ausgerüstet, die durch einen Hand- oder Fußtritthebel vom Führer-



Abb. 1. Verladebrücke mit Entladestelle.  
Werkphoto: Bleichert.

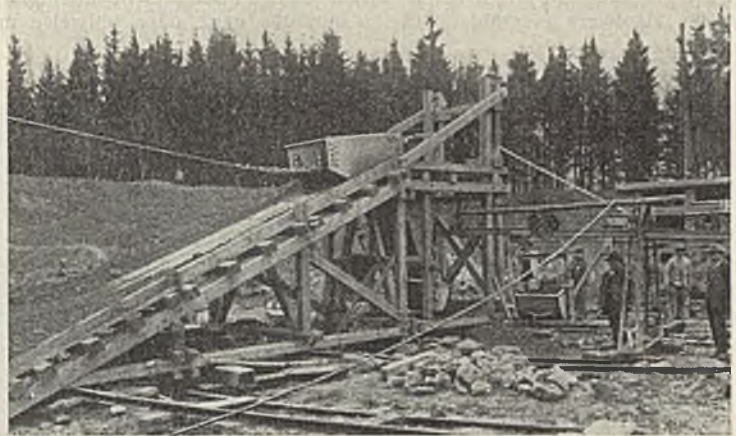


Abb. 3. Schwenkbare Ladebühne einer Schrapperanlage.  
Werkphoto: Emil Wolff.

Vorzug ist, daß sie beim leichten Fördergut, beispielsweise Sand und Kies, nicht nur als Fördermittel, sondern auch als Abbaugerät verwendet werden können und sowohl das Lösen des Haufwerkes als auch dessen Verladen und Ausbreiten besorgen.

Bei großer Leistungsfähigkeit haben die Kabelbagger niedrige Anschaffungspreise und geringe Betriebskosten. Die Arbeitsweise einer Schrapperanlage besteht, wie allgemein bekannt sein dürfte, darin, daß ein unten und vorn offenes, auf das Haufwerk aufgesetztes Schürfgefäß vom Zugseil, das sich um die eine Trommel des Haspels aufwickelt, gezogen wird und dabei durch eigene Schwere in das Fördergut eindringt und dieses beim Weiterziehen vor sich schiebt. Das Fördergefäß entleert sich, indem das Ladegut durch eine Öffnung in der Entladevorrichtung hindurchfällt und in die dort aufgestellten Förderwagen oder auf das dort befindliche Förderband (Abb. 1) gelangt. Der entleerte Kübel wird durch das Rückhol- oder Leerseil nach der Schürfstelle zurückgebracht, und das Spiel wiederholt sich. Außerdem kann das Fördergefäß auf einer bestimmten Stelle hin und her gezogen werden, wobei die Unebenheiten des Bodens durch Verteilen und Ausbreiten des Materials ausgeglichen werden (Abb. 2).

In der Hauptsache besteht eine Schrapperanlage aus der Antriebstation mit einer Seilwinde, den beiden Seilen mit den erforderlichen Seilumlenk- und -führungsrollen und dem Kratz- oder Fördergefäß. Hinzu kommt noch eine schräge Verladebrücke aus Eisen oder Holz (Abb. 3) oder eine in das Gelände eingearbeitete schiefe Ebene (Abb. 4) mit anschließendem Verladebock. Um

stand aus betätigt werden kann. Über an den Trommeln sitzenden Zahnrädern und Zahnradvorgelegen werden die Seiltrommeln von einem Elektromotor in Gang gesetzt. Auch Diesel- und Preßluftmotoren finden Anwendung zum Antrieb der Schrapperwinden.

Um die Leerlaufzeit beim Zurückziehen des Schrappers möglichst zu verkürzen, erhält die Leerseiltrommel größeren Durchmesser oder höhere Umdrehungszahl, wodurch die Fördergeschwindigkeit des Rückholseils erhöht wird. Zur Überwachung des Förderweges werden die Haspeln mit Streckenanzeigern versehen, die durch Kegel- oder Kettenräder von den Zugseiltrommeln angetrieben werden und die Stelle anzeigen, auf der sich der Kübel gerade befindet. In Abb. 5 ist hinter dem ausgestreckten Arm des Maschinisten der Streckenanzeiger zu sehen. Dieser hat noch die Besonderheit, daß er mit zwei Skalen versehen ist; die eine zeigt den ganzen Weg an, während die andere mit größerer Teilung die letzten 10 m des Schrapperweges verfolgt.

Die Seile unterliegen beim Schrapperbetrieb sehr großen Beanspruchungen; sie müssen daher große Zerreißfestigkeit haben, und ihr Querschnitt muß reichlich gewählt sein. Das Leerseil wird über eine

Endumlenkrolle geführt, deren Lagerung so ausgebildet ist, daß sie nach Bedarf versetzt werden kann. Auch dadurch wird es möglich, mit dem Schrapper ohne Umbau der Anlage ein größeres Gebiet zu bestreichen. Um auch von den schrägliegenden Punkten ein gleichmäßiges Abfließen der Seile zu erreichen, werden vor dem Haspel Rollenstationen angeordnet, die eine beliebige Ablenkung der Seile in senkrechter und waagrechter Ebene zulassen.

Das Fördergefäß oder der eigentliche Schrapper hat je nach der Beschaffenheit des Förder-



Abb. 2. Schrapper beim Planieren.  
Werkphoto: Hasenclever.



Abb. 4. Schiefe Ebene einer fahrbaren Sandförderanlage.  
Werkphoto: Emil Wolff.



Abb. 5. Maschinenstand einer Schrapperanlage.  
Werkphoto: Bleichert.

<sup>1)</sup> Vgl. Bautechn. 1923, Heft 1, S. 3; 1924, Heft 50, S. 568; 1933, Heft 45, S. 628; Heft 53, S. 711; 1935, Heft 21, S. 267/8.