

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

# X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
3. Frage

**DIE SYSTEME**  
die zum Ausgleich der grossen Höhenunterschiede  
**ZWISCHEN DEN KANALHALTUNGEN GEEIGNET SIND**

**BERICHT**

VON

**WOUTER COOL C. J.**

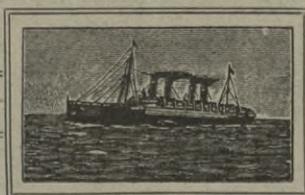
Ingenieur des Städtischen Bauamtes in Rotterdam

UND

**Jonkheer C. E. W. van PANHUYS C. J.**

Ingenieur vom Waterstaat in Hoorn (Holland)

NAVIGARE



NECESSE

**BRÜSSEL**

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

18, Rue des Trois-Têtes, 18

**1905**



~~117296~~

II-349873

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299426

BVL B-362/2017

# UEBERWINDUNG GROSSER HOEHEN

---

## BERICHT

VON

**WOUTER COOL C. I.**

Ingenieur des Städtischen Bauamtes in Rotterdam

UND

**Jonkheer C. E. W. VAN PANHUYC C. I.**

Ingenieur vom Waterstaat in Hoorn (Holland)

---

### Projekt für ein Schiffshebewerk.

#### *Einleitung.*

Die Ueberwindung der grossen Gefälle im Trasse der Binnenschiffahrtskanäle gehört unwidersprüchlich zu den meist schwierigen Fragen, welche die gegenwärtige Technik zur Lösung bekommen hat. Weniger die Vervollkommnung der Binnenschiffahrt in den Niederungen und Ebenen Europa's, als die grossartigen Entwürfe zu Schiffahrtstrassen im Hügellande in Deutschland, Oesterreich, zum Teile auch in Belgien, Italien, Russland und Frankreich, hat Anlass gegeben zu eingehenden Studien in dieser Hinsicht. Die Sitzungen des IX Internationalen Schiffahrtscongresses in Düsseldorf haben jedoch weder zu dem einem noch zu dem andern Systeme der Hebung eine Stellung genommen. Es bleibt also zweckmässig, weitere Untersuchungen über die Möglichkeit der Ausführung verschiedener Systeme hervorzunehmen und beabsichtigen wir deshalb auch mit unserer, hier vorliegenden Arbeit dazu beizutragen.

Wir nahmen hier die, von der Oesterreichischen Regierung für den Wettbewerb eines Schiffshebewerkes des Donau-Oder-Kanals in Prerau, ausgeschriebenen Verhältnisse, als Grundlage an. Die Schiffsabmessungen sind: Länge, 67 m, Breite, 8,20 m, Tauchtiefe, 1,80 m; Gefälle im Kanal 35,90 m mit Wasserstandschwankungen von nicht mehr als 0,20 m.

Die, bei der obenerwähnten Preissausschreibung gewählten

efke 3681/51

Terrainverhältnisse waren jedoch kaum auf ein andres System als die geneigte Ebene berechnet, und standen dieselben daher einer allgemeinen Lösung der Schiffshebewerksfrage in dem Weg. Auf sehr eigenthümliche Weise ist diese Stellung auch vom Preisgericht behauptet worden, welches selbst sofort geneigte Ebene mit Längsbahn wählte.

Wir lassen bei unsrer Bearbeitung der Frage, die Terrainverhältnisse nur insoweit in Betracht kommen, als sie dem Systeme des Hebewerkes soviel wie möglich anpassend gewählt werden müssen, und machen die Auswahl des Systemes hauptsächlich von Oeconomie und Betriebssicherheit abhängig.

Zur Ueberwindung grosser Höhen unterscheidet man, wie bekannt: Schleusen, Geneigte Ebenen, Drehende Hebwerke, Senkrechte Hebwerke: *a)* hydraulisch, *b)* pneumatisch, *c)* mit Gegengewichten, *d)* schwimmend. Bei jedem System geschieht die Hebung in einer oder mehreren Stufen, je nach den Gefällverhältnissen.

In gegebenem Falle würde nur genaue Ausarbeitung mehrerer Systeme mit finanziellen Betrachtungen die Wahl ermöglichen; wobei für jedes die eigenthümlichen Vor- und Nachteile in Rechnung gebracht werden.

Für ein ganzes, unter wirklichen *Gebirgsverhältnissen* (wie in Oesterreich) darzustellendes Kanalprojekt, eine und dieselbe Form von Hebewerk anzunehmen zur Ueberwindung der meist verschiedenen Gefällstufen ist ja nicht möglich; es fordert jederorts eine eingehende Beurteilung und Ausarbeitung.

Schleuse sind praktisch nur für Gefälle von am Höchsten 10-12 m anwendbar und fordern auch denn einen ausserordentlich zuverlässigen Bauboden. Obleich über viele Mittel zur Ersparniss von Schleusungswasser verfügt wird, sind doch oft die Kosten des Speisungswassers auf jeder Schleusung noch zu hoch, wenn auch die Anlage der Schleusung billig ist. Mit Hinsicht auf die Betriebssicherheit sind aber die Schleusen, wo ihre Anwendung möglich, anderen Hebwerken weit vorzuziehen.

Schleusentreppen sind wegen der grossen Zeitverlust und geringen Verkehrscapacität weniger zu empfehlen, oder müssen wenigstens doppelt ausgeführt werden.

Die Untersuchung der geneigten Ebenen betrifft Längs- und Querbahnen mit Trocken- oder Nassförderung. Die Schiffe müssen entweder mit einem Quantum Wasser oder im Trocknen auf einem Wagen (Trogwagen) bei eine Schienenbahn in der Längs- oder Querrichtung des Schiffes befördert werden. Nass-

förderung hat den Vorteil, dass jederzeit, unabhängig von dem mitzuführenden Schiffe, dasselbe Gewicht gehoben werden muss, erschwert aber mit einem grossen Gewicht die Last auf dem Wagen und bringt durch die unvermeidlichen Schwankungen des Wasserstandes beim Anfang oder Ende der Bewegung die Stabilität des Wagens in Gefahr. Trockenförderung stellt den Schiffen sehr hohe Ansprüche, so hoch dass kaum ein Schiffer ein nicht speziell dazu construirtes Schiff auf solch ein « Todesbett » niederlegen wird. Wer die grosse Sorgfalt, welche das Niederlassen eines Schiffes in ein Trockendock fordert nicht kennt, kann auch diese Schwierigkeit nicht im vollen Umfang übersehen; manche Beschwerde und jedenfalls grosser Zeitverlust würde selbst bei der Beförderung stark construirter Schiffe empfunden werden. In einem durchgehenden Schiffahrtwege ist Trockenförderung unbedingt auszuschliessen, da der Verkehr dann nur auf einige Schiffsformen beschränkt wäre, und gerade die allgemeinere Anwendbarkeit einen der eigenthümlichen Vorteile des Schiffahrtweges der Eisenbahn gegenüber bildet.

Die Förderung des grossen Gewichtes eines Wassertroges, geeignet ein Schiff von etwa 600 t mitzuführen, fragt eine ausserordentlich stark gestützte Schienenbahn, da die geringste Einsenkung genügen würde um den Reibungswiderstand über das Ueberwindbare zu erhöhen. Dazu ist mit Expansions-Zwischenräumen für die Wärmeausdehnungen die bei langen Schienenstrecken nicht zu vermeiden sind, zu rechnen. (Auch ist die Bahn gegen Längskräfte durch das « Wandern » der Schienen stark zu construieren, besonders bei den übrigens empfehlungswerten Querbahnen.)

Die Berechnung der auszuübenden Kräfte ist ganz unsicher, wegen der mangelnden Kenntniss der Reibungswiderstände, welche durch Laboratoriumproben nicht zu erwerben ist; die Oeconomie des Hebewerkbetriebes ist also nicht zu bestimmen.

Der Trogwagen muss entweder mit eigener Kraft auf eine Zahnradschienenbahn emporklettern oder mittelst langer Ketten oder Stahlseilen aufgezogen und niedergelassen werden. Bei kleinen Schiffen und geringeren Abmessungen des Werkes wird eine Ausgleichung der Arbeitskräfte, sei es durch teilweise Aufspeicherung in Accumulatoren, sei es durch gleichzeitiges Hinauf- und Herabfahren möglich sein. Bei grösseren Schiffen ist es jedoch, wegen der complizirten maschinellen Einrichtung sehr zweifelhaft und wird jedenfalls die Betriebssicherheit gestört, wenn darauf gerechnet wird.

Bergfahrt des Trogwagens mit eigner Maschine, wie eine Zahnradeisenbahn, ohne Arbeitsausgleichung, erfordert eine so riesige Kraft, dass die Betriebskosten dadurch über alle Maasse steigen würden. Die Kraftmaschinen müssen unbekanntem Reibungskräften gegenüber sehr stark berechnet werden.

Die geneigte Ebene ist jedoch unbeschränkt in ihrer Länge, und also bei günstiger Terrainlage geeignet für alle Gefällstufen. Wenn die Ansprüche so weit gehen, dass Gefälle von 100 m und mehr in einem Hub überwunden werden, müssen, so bleibt nichts übrig als eine geneigte Ebene.

Der von der Oesterreichischen Regierung gewählte Versuch mit einer geneigten Ebene für das ziemlich geringe Gefälle von 35,9 m wird daher, obgleich von wissenschaftlicher Bedeutung, unsres Erachtens nur für den concreten Fall einen praktischen Erfolg haben.

Drehende Hebewerke sind noch nicht ausgeführt; die dazu gegebenen Entwürfe sind für grössere Schiffsabmessungen sehr interessant doch etwas zweifelhaft.

Senkrechte Hebewerke umfassen verschiedene praktischen und gut gelungene Ausführungen; La Louvière (400 T, 15,4 m Gefälle), Les Fontinettes (300 T, 13,1 m Gefälle), Henrichenburg (800 T, 14-16 m Gefälle); jedoch sind sie infolge ihres complizirten Baues keine Anregungen für Ausführung auf grösseren Höhen.

Bei allen widersetzt sich gegen grössere Höhen die ausserordentlich tiefe Fundirung, die Bedeutende Länge der bewegenden Teile, die Abhängigkeit der Betriebssicherheit von verschiedenen schwierig zu ersetzenden Teilen. So fördert das hydraulische Hebewerk den langen leicht schwankenden Presskolben, welcher ein grosses Gewicht trägt. Bei den pneumatischen Hebewerken (Entwurf für den Erie-kanal) ist die bewegende Masse sehr umfangreich (einem grossen Gasbehälter ähnlich) und fehlt die Erfahrung. Hebewerke mit Gegengewichten sind theoretisch von keinem Hohenmaass beschränkt, aber der Arbeitsverlust bei der Reibung der Räder ist gross, die Gegengewichte werden bei grösserer Höhe und grösserem Gewicht unhandlich. Bei den schwimmenden Hebewerken, Syst. Henrichenburg, sind lange Schraubenspindel oder andere lange beweglichen Teile erforderlich; bei diesem System muss bei grösseren Höhen die Verbindung zwischen Trog und Schwimmern mehr Umfang bekommen und wird dadurch die aus dem Bodenwasser hervorzuhobende Last immer grösser. Die schwimmenden Hebewerke haben vor Allen den Vorteil der

ausgezeichneten Arbeitsausgleichung, sie sind fortwährend im Gleichgewicht, und ihre Bewegung erfordert nur eine theoretisch unendlich kleine Arbeit, welche unabhängig ist von der Hubhöhe und der Schiffsgrösse. Die Vorteile der schwimmenden Hebewerke ohne die obengenannten Nachteile sind erreichbar durch die Anwendung des Prinzips das im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III Teil, 8 Band, 4<sup>e</sup> Auflage, Seite 352, gefunden wird und das im 18en Jahrhundert, obgleich in mangelhafter Form, in England ausgeführt war.

Ohne dieses im Anfang zu wissen wurde eine Ausarbeitung jenes Systems in einem concreten Falle von uns gegeben bei dem Wettbewerbe für ein Schiffshebewerk in Oesterreich.

Folgendes enthält Einzelheiten, Vor- und Nachteile dieser Lösung.

Das Prinzip wurde von uns folgenderweise genommen :

Nach dem Archimedischen Gesetze erfindet ein in Flüssigkeit getauchter Körper « einen Auftrieb gleich dem Gewichte der von dem Körper verdrängten Flüssigkeitsmenge ».

Ein solcher Körper ist also fortwährend in Gleichgewicht wenn sein eignes Gewicht jenem der verdrängten Wassermenge gleich ist. Wenn der Körper ganz eingetaucht ist, so wird die Stelle, worauf er sich befindet, das Gleichgewicht nicht beeinflussen; der Körper schwebt also in der Flüssigkeit. Eine unendlich kleine Kraft, so klein wie man nur wünscht, genügt um den Körper auf- und nieder zu bewegen über eine willkürliche Höhe. Setzen wir das zu hebende Schiff in solch einem Körper, so erfordert das Auf- und Niederbewegen des Schiffes nur eine unendlich kleine Arbeit.

Macht man in dem Tauchkörper oder Schwimmer einen geschlossenen Wassertrog, worin das Schiff treiben kann, so ist, wenn das Wasser im Troge auf derselben Höhe bleibt, das Eigengewicht des ganzen Schwimmkörpers immer dasselbe, ob sich ein Schiff darin befindet oder nicht. Man hat nur den Schwimmkörper oben und unten für die Schiffe zugänglich zu machen um die Hebung ohne Arbeitskraft zu ermöglichen.

Der Schwimmkörper in der Form eines grossen Cylinders oder Trommel enthält einen Wassertrog, welcher an den Enden durch Schützen geschlossen wird. Er bewegt sich in einem grossen geschlossenen Behälter, welcher durch Schützenöffnungen mit der oberen und der unteren Haltung in Verbindung steht. In wieweit der theoretische Vorteil: kein Wasserverlust — erreicht wird, folgt hiernach.

Die Organisationsbestimmungen des Congresses beschränken

unseres Bericht auf das Notwendigste; jedoch sind wir zu jeder näheren Auskunft an Interessenten gern bereit.

### **Ausführung des Hebewerkes.**

Das eigentliche Schiffshebewerk besteht aus 2 Hauptteilen :  
1) die Schiffstrommel ; 2) der Behälter.

#### *1. Die Schiffstrommel.*

Die Schiffe haben folgende Abmessungen :  $67 \times 8,20 \times 1,80$  m, die Durchfahrtshöhe soll 4,50 m sein. Um Schwierigkeiten zu vermeiden, auch mit Hinsicht auf die Wasserspiegelschwankungen von 20 cm wurden für den Trog in der Trommel nachstehende Maasse angenommen : 70 m Länge, 9 m Breite, 7,20 m Höhe (Wassertiefe 2,30 bis 2,70 meter.)

Für die Construction (mit Rücksicht auf Triebkraft und Wasserdruck) wurden ein Reihe kreisförmiger Hauptspanten gewählt, mit eingebautem, rechteckigen Querprofil. Die Spanten stehen in Entfernungen von je 1 m mit Querverbindungen auf 0 m 75 cm. Die Verbindung zwischen den verschiedenen Hauptspanten geschieht : *a)* durch die durchgehende Aussenwand von 21 mm Dicke ; *b)* durch 4 durchgehende Bleche von 21 mm Dicke, welche längs den Mittelliniën, von den 4 Eckpunkten des Querprofils nach der Aussenwand des Cylinders gerichtet sind ; *c)* durch die durchgehenden Bleche von 21 mm. Stärke des rechteckigen Innenraumes.

Diese 70 m lange Trommel wird durch diese durchlaufenden Bleche, und I Profil, Laschen u. s. w. und kann somit, den eventuell eintretenden einseitigen Auftriebwirkungen widerstehen.

Die Enden der Trommel werden abgeschlossen durch Schützen- oder Schiebethore, die jedesmal geöffnet und wieder geschlossen werden müssen. Diese Thore sind zweiteilig und bewegen sich deren Teile jeweilen in entgegengesetzter Richtung. Der untere Teil dieser Thore ist der kleinere, und zwar ist er nur so gross, dass er immer unter Wasser bleibt um nicht durch die, durch ungleiches Eintauchen hervorgerufenen ungleichen Auftriebwirkungen, beeinflusst zu werden ; letztere würden das durch Ballast erreichte Gleichgewicht (60,3 T) wieder stören. Beim Oeffnen senkt sich der untere Teil gleichzeitig während

der obere gehoben wird und so umgekehrt beim Schliessen. Diese Bewegungen werden mittelst 2 Seiltrommeln erzielt, welche beiden durch denselben Electromotor getrieben werden. Hierselbst, zur Sicherheit befindet sich noch ein Ersatzmotor von gleicher Stärke (Seriënmotor von 25 P. S. mit 500 Touren ; Beide wasserdicht verschlossen). Auf diese Seiltrommeln werden Tiegelstahlkabel von 44 mm Dicke aufgewunden (zulässige Spannung =  $1.500 \text{ kgr/cm}^2$  bei 10-facher Sicherheit). An diesen Kabeln sind die Thorteile aufgehängt und werden damit gehoben und gesenkt. Um nun trotz des Wegsgeschwindigkeitsunterschiedes des grossen resp. des kleinen Thorteiles sowie der entgegengesetzten Bewegungsrichtungen dennoch das Gleichgewicht zu erhalten, sind zwischen die beiden Seiltrommeln Zahnräder eingeschaltet, deren Verhältnis so gewählt ist, dass dadurch der Motor, nach der Inbewegungsetzung, nur noch die Reibung zu überwinden hat, und keine andere Arbeit zu verrichten, denn beim Oeffnen steht das Thor nicht unter Druck (hierüber später). Ausserdem sind die Thorteile noch mit Rollen versehen (Blatt II), zwecks Reduzirung der Reibung beim Oeffnen und Schliessen auf ein Minimum (in 20 Secunden). Auch hier ist gerechnet worden auf die Möglichkeit, die abnutzenden Teile bequem untersuchen, ausbessern oder ersetzen zu können, während ein doppelter Satz Seile Unfälle bei Bruch vorbeugt. Die Seile können noch durch separate Vorrichtungen gespannt werden.

Wie oben umschrieben, müssen die Thore einen wasserdichten Abschluss (zwei verticale und zwei horizontale Dichtungsleisten) bilden unter einem Wasserdruck von höchstens 56 m. Blatt II stellt die Dichtungsmethode da, wozu betreffs der Holzart zu bemerken ist, dass hierfür Lindenholz gewählt worden ist, und für die über einander schiebenden Flächen von Thor und Trommel, Messing ; die Gummileisten sichern durch den Wasserdruck die Dichtung noch mehr. Die Kraft, welche die Abschlussthore gegen die Trommel drückt, wird durch Querverbindungen nach den danebenliegenden Spanten übertragen.

Ausser dem Bergholz, dem Geländer und den Mannlöchern in den Wänden von Thoren und Spanten, zur Completirung der Ausrüstung, sind noch 3 Centrifugalpumpen mit Motoren, Röhren, und Schiebern, und zwei horizontale Schrauben mit ebensoviele Electromotoren im Inneren und ein Bedienungsraum auf der Trommel angebracht. Die Pumpen dienen zur Verbalastung und in Gleichgewichtshaltung der Schiffstrommel bei verschiedenen Wasserspiegelnhöhen.

Die ganze Construction von Trommel, Thoren und Inhalt, (es sei mit oder ohne Schiff) wiegt wenigstens (bei 2,30 m Wasserstand) 6.049 ton, durchschnittlich (bei normalem Wasserstand) 6.175 ton, höchstens (bei Hochwasser) 6.301 ton ; die Gesamtwasserverdrängung ist 14.034 m<sup>3</sup>. Das Gesamtgewicht, das die Trommel im schwebenden Zustande halten muss, ist demzufolge 14.034 ton.

Wir haben also als Ballast hinzuzufügen : *a)* bei niedrigstem Wasserstand in der Trommel 7.985 ton ; *b)* bei mittlerem Wasserstand 7.859 ton ; *c)* bei höchstem Wasserstand 7.733 ton. Jedenfalls soll also ein constanter Ballast von 7.733 ton vorrätig sein. Ist dieser Ballast über 54 Räume gleichmässig verteilt, so soll pro Raum (und pro meter) 143 ton gestellt werden. Man kann grösstenteils Wasserballast benutzen, oder Eisen, Sand, Beton und Kies, oder dies Alles combinirt.

Wie bei der Besprechung des Prinzips deutlich gemacht worden ist, ist es gleichgültig, ob die Kanalhaltungen oben und unten normal stehen oder abweichen. Das Schiff kommt in die Trommel hinein bei einem Wasserstande gleich dem Kanalpegel der soeben verlassenen Haltung, wodurch sich verschiedene, das Gewicht der Trommel beeinflussenden Combinationen vorzeigen können. Um diese Differenzen zu beseitigen sind an drei Stellen in der Trommel Pumpen aufgestellt, welche Wasser aus Ballasträumen aufpumpen können nach dem Inneren der Trommel, oder diese Räume können gefüllt werden durch ein Rohr, welches in Verbindung steht mit dem Innenwasser der Trommel und mit dem Bassinwasser. Etwaige Manipulationen werden durch Schieber in den Rohrleitungen ermöglicht (hierüber später).

Besprechen wir die einzelnen Fälle. Nehmen wir an, dass die Trommel belastet ist mit einem constantem Ballast, und sich mit geöffneten Thoren an der oberen Haltung befindet. Es ist am Besten als constanten Ballast den Minimumwert anzunehmen, da die Trommel hierdurch immer eine auftreibende Neigung hat.

#### I. ANGENOMMEN DIE OBERE HALTUNG MIT HOHEM WASSERSTAND.

A. — *Untere Haltung mit hohem Wasserstand.* — Schiff fährt hinein ; Thore geschlossen ; Trommel nach unten mittelst noch zu beschreibender Schrauben ; Unterthore geöffnet ; Schiff fährt heraus u. s. w. Es ist hierbei kein Extra-Ballast nötig, da der

Minimumballast übereinstimmt mit dem hohen Kanalstand und die Wasserspiegel in der Trommel und dem unteren Kanal in derselben horizontalen Ebene liegen.

B. — *Untere Haltung mit normalen Wasserstand.* — Schiff fährt hinein ; Thore geschlossen ; während der Fahrt, d. h. in 3 Minuten, wird Wasser aus dem Trog in Wasserräume der Trommel gelassen, sodass Wasserspiegel im Inneren um 0,20 m niedriger wird, d. h. es werden 126 m<sup>3</sup> Wasser in die Behälter gepumpt. Wenn die Trommel jetzt unten angeschlossen ist und die Thore geöffnet sind, so ist sowohl im Inneren als auf der Kanalhaltung der Normalwasserspiegel hergestellt. Während der Steigung müssen in derselben Zeit die 126 m<sup>3</sup> Wasser wieder zurückgepumpt werden. Hierzu sind 3 horizontale Centrifugalpumpen angebracht, welche ohne Ansaugen in Betrieb gesetzt werden können und direkt mit einem Elektromotor verbunden sind. Sobald die Schiffstrommel jetzt oben ist, sind die Wasserstände im Innern und auf der oberen Haltung gleich.

C. — *Untere Haltung mit niedrigem Wasserstand.* — Schiff fährt hinein ; Thore geschlossen ; während der Fahrt werden aus dem Trog 40 cm. Wasserhöhe oder 252 m<sup>3</sup> Wasser in die Wasserräume eingelassen, sodass der Spiegelanschluss unten in Ordnung ist. Beim Zurückgehen werden durch die Pumpen in 3 Minuten die 252 m<sup>3</sup> Wasser wieder nach dem Trog zurückgebracht.

## II. ANGENOMMEN DIE OBERE HALTUNG MIT NORMALEM WASSERSTAND.

A. — *Untere Haltung mit hohem Wasserstand.* — Schiff fährt oben hinein ; Thore geschlossen, und Wasser aus dem Behälter durch die dazu geeigneten Röhre in den Trog der Trommel gelassen, bis zu einem Maximum von 126 m<sup>3</sup>. Hierdurch ist die Gewichts Differenz wieder beseitigt, und kann die Trommel niedergelassen werden, wodurch unten ein gleicher Wasserspiegel-Anschluss gesichert ist.

Will man die Trommel wieder hoch bringen, so lässt man 126 m<sup>3</sup> Wasser aus dem Trog in die Ballasträume laufen wodurch die Wasserhöhe des Oberkanals wieder erreicht ist. Bei der nachfolgenden Heruntersteigung pumpt man dieselbe Quantität Wasser wieder in den Trog u. s. w.

B. — *Untere Haltung mit normalem Wassertsand.* — Wie unter a. 126 m<sup>3</sup> Wasser in die Ballasträume lassen um Gleichgewicht zu bekommen ; dieses Quantum bleibt, so lange die Wasserspiegel constant sind, in den Ballastbehältern.

C. — *Untere Haltung mit niedrigem Wasserstand.* — Schiff fährt hinein ; zur Herstellung des Gleichgewichtes 126 m<sup>3</sup> Wasser aus Bassin in die Behälter gelassen, und während der Fahrt 126 m<sup>3</sup> Wasser aus dem Trog in die Wasserräume zur Sicherung guten Anschlusses unten. Beim Steigen dagegen pumpt man 126 m<sup>3</sup> Wasser aus den Behältern in den Trog.

### III. ANGENOMMEN DIE OBERE HALTUNG MIT NIEDRIGEM WASSERSTAND.

A. — *Untere Haltung mit hohem Wasserstand.* — Schiff fährt hinein ; Thore geschlossen ; 252 m<sup>3</sup> Wasser aus dem Bassin in den Trog der Trommel gelassen, wodurch Gleichgewicht und unterer Spiegelanschluss in Ordnung sind. Beim Steigen wieder 252 m<sup>3</sup> aus dem Trog in die Wasserräume gelassen ; nachher wieder heruntersteigend pumpt man dieses Quantum aus den Wasserräumen wieder in die Trommel u. s. w.

B. — *Untere Haltung mit normalem Wasserstand.* — Jetzt nicht 252 m<sup>3</sup> sondern nur die Hälfte aus dem Bassin in den Trog der Trommel gelassen, die andere Hälfte in die Wasserräume ; wieder steigend lässt man 126 m<sup>3</sup> aus dem Trog nach den Wasserräumen fließen. Beim Zurückkehren letzteres Quantum zurückpumpen.

C. — *Untere Haltung mit niedrigem Wasserstand.* — Jetzt 252 m<sup>3</sup> Wasser aus dem Bassin in die Ballastbehälter lassen, so lange diese Wasserstände fortdauern.

Aus dem Obenstehenden geht hervor, dass die 3 Pumpen in 3 Minuten 252 m<sup>3</sup> Wasser höchstens 6,5 m hochbringen müssen, d. h. 28 m<sup>3</sup> pro Pumpe und pro Minute. Die projectierten horizontalen Centrifugalpumpen sind mit äusserst geringer Saughöhe aufgestellt. Die Motoren sind regulirbare Shuntmotoren von etwa 40 P. S. mit ungefähr 400 bis 500 Touren, und wirken sehr günstig durch den intermittirenden Betrieb und die directe Verbindung mit den Pumpen. Für bequeme Erreichbarkeit der Teile und absolut wasserdichten Abschluss ist gesorgt.

Zur Sicherung einer guten Durchströmung sind alle Rohre von

400 mm l. W. genommen. Dieselben können mittelst elektromotorisch bewegter Schieber geöffnet und abgeschlossen werden. Jeder Schieber bekommt einen separaten Gleichstrom-Centrator-Motor von etwa 2 P. S. mit 800 Touren, welcher durch eine Transmission von 40 Touren die Schieber in einigen Sekunden öffnet oder schliesst.

Wie erwähnt, muss die Schiffstrommel auf- und niedergehen. Dies ist auf mancherlei Weise möglich. Theoretisch würde beim nachuntergehen eine schwere Person als Uebergewicht genügen; in der Praxis jedoch nicht, da die Anzahl der zu hebenden Schiffe schnelles Auf- und Niedergehen nötig macht. Ein einfaches Mittel ist: Wasser einzulassen wenn man nach unten- und auszulassen wenn man nach oben will. Man hat dann gegen Drücke von etwa 5 Atm. zu pressen und bekommt Kraftverlust im Motor und in der Pumpe.

Ein andres Mittel wäre das kleiner und grösser machen des Volumens der Trommel mittelst Säuger.

Ein genaues Studium des Problems der unterseeischen Boote gab uns jedoch die Ueberzeugung, dass im vorliegenden Falle das Anwenden zweier horizontalen Schrauben eine ausgezeichnete Beseitigung geben kann, da nur Bewegung in verticaler Richtung eines im Wasser schwimmenden Körpers nötig ist. Mittelst directer Verbindung der Schraubenwellen mit den Elektromotoren ist ein möglichst hoher Nutzeffect zu erzielen. Um die Trommel ganz in der Macht zu haben sind 2 Schrauben gewählt. Zur Berechnung der Kraft, welche die Schrauben entwickeln müssen, ist eine totale Fahrtdauer von 3 Minuten angenommen, d. h. 1/2 Minute zum Antrieb, 2 Minuten Fahrt, 1/2 Minute zur Bremsung. Ausserhalb der Schiffstrommel muss all das Wasser in dem später zu beschreibenden Bassin und in den Zirkulationsrohren bewogen werden; ist dies geschehen, so ist nur noch die Reibung zu überwinden. Mehr als genügend sind also 2 Motoren, jeder vom 30 P. S.-Type, und jeder wirkend auf eine Schraube.

Im Bedienungsraum sind angebracht die Wasserstandsanzeiger System Ing. Roosen (*Gesamtbericht IX. int. Schiff. Congr. 1902, S. 519*), von den Ballasträumen; die Zeiger: *a)* von der Höhe, worauf sich die Trommel im Behälter befindet (Druckmesser); *b)* vom Horizontalstand; *c)* vom Verticalstand; das Schaltbrett zum Ein- und Ausschalten der verschiedenen Motoren und die Fernsprecher, welche die Verbindung mit der Aussenwelt unterhalten. Die benötigte Elektrizität wird zugeführt durch 2 Kabel, bestehend aus je einer Anzahl Kupferdrähte für Strom-, Zu-

und Abfuhr zur Kraftlieferung, für die Glühlampen im Inneren, für die Fernsprechapparate und, zur Sicherung der Solidität, aus einem Stahldraht. Da diese Kabel mit auf- und niedergehen, werden sie durch ein automatisches Gegengewicht auf eine Trommel von 4 m Durchmesser jedesmal aufgewunden oder abgerollt. Diese Vorrichtung ist auf dem Behälter in 2 Räumen aufgestellt.

Bei der auf- und niedergehenden Bewegung der Schiffstrommel ist eine Führung gewünscht. Ausserdem muss eine kleine Bewegung in horizontaler Richtung gegeben werden — zum Andrücken gegen die Behältestirnwände; dies wird erreicht durch tangentiale und radiale Führungsrollen.

Weiter sind an der Aussenseite der Schiffstrommel an beiden Enden noch Dichtungsleisten befestigt. Diese sind von Lindenholz und dienen um im höchsten und niedrigsten Stand der Trommel wasserdicht gegen die Wände des Behälters anzuschliessen, und dem Wegfliessen des Wassers aus diesem Behälter vorzubeugen, wenn die Thore der Schiffstrommel und der Kanalhaltungen beim Hinein- oder Herausfahren eines Schiffes geöffnet sind.

Wir würden die Beschreibung der Schiffstrommel nicht complet achten, wenn wir nicht darauf hingewiesen hätten, dass wir zuerst erwogen hatten ein als Treppenturm gebrauchtes und daher immer Verbindung mit der Aussenwelt unterhaltendes Rohr anzubringen, welches Rohr (oder Schornstein) zugleich Luftrohr sein und die electricischen Kabel enthalten würde. Wenn man untersucht, welches Quantum Luft eine Person innerhalb eines bestimmten Raumes nötig hat, stellt es sich jedoch heraus, dass dieses Rohr, dessen Gewicht auch noch automatisch aufgehoben werden müsste, überflüssig ist. Der Trog der Schiffstrommel allein enthält 2.800 m<sup>3</sup> Luft, und dann bleiben, wenn nötig, die nicht belasteten Räume zwischen den Spanten übrig. Dieses Quantum Luft ist gewiss mehr als ausreichend für das Personal, bestehend aus höchstens 2 Personen, nebst den Schifferfamilien, für mehrere Stunden, und also natürlich auch für die 3 bis 4 Minuten, während welcher die Personen jedesmal eingesperrt sind. Auch hier war das Studium der unterseeischen Boote sehr beleerend und fand sich darin unsere Meinung nur bestätigt. Jedoch, wäre es sehr empfehlenswert den gehobenen Dampfern vorzuschreiben, den Schornstein während des Aufenthalts in der Schiffstrommel zu schliessen.

Die Beleuchtung mittelst elektrischer Glühlampen kann wäh-

rend des Hebens oder Senkens das fehlende Tageslicht sehr gut ersetzen.

## 2. Der Behälter (Bassin).

Dieser ist ein in der Längsachse des Kanales gestellter Beton-Eisen-Körper (Grundfläche  $96 \times 40$  m). Im Inneren enthält dieser Körper einen parallelpipidförmigen ganz mit Wasser gefüllten Wasserraum, lang 74,80 m, breit 17,60 m, hoch 51,90 m, unten und oben cylindrisch abgerundet, worin die Schiffstrommel sich auf- und niederbewegt. Die Trommel ruht in ihrem niedrigsten Stand auf Holzschwellen und drückt sich in ihrer höchsten Lage ebenfalls gegen Holzschwellen an. Zur Ein- resp. Ausfahrt der zu fördernden Schiffe sind an den Stirnseiten des Behälters an Stelle der Kanalhaltungen Schiffahrtsöffnungen gelassen. Die obere Oeffnung ist so gross, dass die Trommel herausgefahren werden kann in eine Verbreiterung der oberen Haltung, was beim Bau oder später bei der Revision von Nutzen sein kann. (Wir bemerken hier deutlich « von Nutzen sein kann », weil die Trommel auch von Anfang an im Behälter montirt und nach Ablassen des Behälterwassers auch dort an Ort und Stelle im Behälter revidiert werden kann. In letzterem Falle würden also das Pontonthor und damit auch die zum ausfahren der Trommel nötige Oberkanalerweiterung wegfallen und somit bedeutende Kosten erspart.)

Die achteckige Oeffnung im Oberhaupt ( $21 \times 16,50$  m), ist von einem Pontonthore geschlossen; solch eine grosse Oeffnung im Unterhaupt wäre ohne zu grosse Schwächung des Behälters unmöglich; Revision der Trommel unten würde auch Entleerung des Behälters fordern. In dem Pontonthor ist zur täglichen Benutzung der Schiffahrt eine Oeffnung ( $9 \times 7,20$  m), mit Schützenthoren verschlossen, zwar nach gleichem Prinzip wie die Trommelverschlüsse, welche durch auf der Abdeckung des Behälters gestellte Motoren bewogen werden. Die Oeffnung im Unterhaupt ist ebenfalls  $9 \times 7,20$  m, wird durch ein Schwimmendes nach einer Seite hin öffnender Schiebethor gesperrt, dessen Motor mittelst Schnecke sich in einem speziellen Maschinenraum A befindet. Elektrische Spille bei jeder Einfahrtsöffnung ziehen die Schiffe ein- und aus. Der Behälter ist für die verschiedenen Belastungsfälle in armirtem Beton berechnet. Es wurde dabei der leere sowie auch der gefüllte Behälter, in Rechnung gezogen. Der innere Raum wurde möglichst klein gehalten; um jedoch die freie Bewegung der Schiffs-

trommel nicht zu hindern, sind in den Behälterwänden Umlaufkanäle hergestellt. Ein Teil dieser Kanäle (E) mündet auf dem Boden des Behälters aus und kann zur Bremsung der niedergehenden Trommelbewegung mittelst einer in einem gemeinschaftlichen Umlaufrohr befindlichen cylindrischen Schütze abgeschlossen werden.

Treppen in den Türmen (welche übrigens die Behälterwände stärken) geben Zugang zu dem Unter- und Oberhaupt. Der südliche Turm enthält eine Kreiselpumpe nebst Motor zur Füllung des verlorenen Raumes zwischen Trommel und Pontonthorwand, und ein Reservoir zur Aufspeicherung dieses Wassers (4 m<sup>3</sup> pro Minute, 7 m Hubhöhe, 15 P. S.). Eine zweite Pumpe daselbst dient zur Füllung des Behälters über den Pegel der oberen Haltung (6 m<sup>3</sup> pro Minute, 15 m Hubhöhe, 40 P. S.). Die Abmessungen sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Entleerung des Behälters ist vorgesehen, wird jedoch nur ausnahmsweise geschehen, da die Ersetzung aller bewegenden Teile ohne dies auch möglich ist.

Während Frostwetters wird die Trommel unten gestellt und bleibt nach der unteren Haltung offen. Dem starken Behälter droht bei Frost keine Gefahr, dabei wird auch das Wasser darin nicht schnell abkühlen. Im Nothfall könnte Dampf eingeführt werden.

Für die Geschwindigkeit der Trommel wurde im Maximum 0,24 m pro Secunde angenommen, anfangs steigend mit einer Beschleunigung von 0,008 m pro Secunde. In Verhältnis zu dieser Annahme wird das Wasser in den Umlaufrohren sich mit 0,54 m pro Secunde bewegen.

Die gleichmässige Verteilung der Röhre und die Bewegungsschrauben sorgen dafür, dass die Trommel horizontal bleibt.

Das Pontonthor im Oberhaupt wird bei der Revision, nachdem das Wasser bis zum Pegel der oberen Haltung abgelassen, nach innen wagerecht gelegt (niedergeschlagen), dann durch Füllung und Entleerung von Ballasträumen gedreht und nach aussen, in die tiefe Kanalstrecke gefahren (Blatt II). Die Anschlagleisten des Pontonthores werden, da die Revision nur selten stattfindet, aus Holzschwellen hergestellt.

Im Thore, welches 4,50 m dick ist, befindet sich die Schiffsfahrtsöffnung, welche durch zwei in dem Thor vertical auf- und abschiebbare Schütze geschlossen wird. Diese Schütze sind der Trommelform, zur Beschränkung des Wasserverlustes so viel wie möglich angepasst. Der Schützenmotor auf dem Behälter hat 20 P. S., und kann vor dem Ausfahren des Ponton-

thores von den Wellen und Kabeln der Schützen losgekuppelt werden. Das untere Schiebethor (F) schwimmt im Wasser des unteren Kanales und wird beim öffnen mit einer Schnecke in eine seitliche Nische (Thorkasten) G. gezogen. Im Thorkasten ist das Wasser fortwährend auf der Höhe des Pegels der unteren Haltung.

Zur Revision der Anschlagleisten im Unterhaupt (wogegen die Schiffstrommel sich drückt), braucht der Behälter nicht entleert zu werden, doch ist um diese Dichtungsflächen zur Kontrolle zugänglich zu machen, nach Ausfahrt der Trommel ein nach oben geöffneter Taucherschacht einzuführen, welcher sich der Behälterwand genau andichtet.

Eine Pumpe im Unterhaupt füllt ein daselbst befindliches Reservoir (I), woraus immer der schädliche Raum zwischen Schiebethor und Trommel aufgefüllt wird (8 m<sup>3</sup> pro Minute, 7 m Hubhöhe, 25 P. S.).

### **Kanalwerke und Kunstbauten.**

Das Kanalquerprofil, gedacht auf 15,60 m. Sohlenbreite, Böschungen 2 zu 1, Bermen breit 0,50 m, Uferbefestigung mit Bruchstein und Pfähle, wird in der Nähe des Hebewerkes verbreitert zu einem Schiffsliegeplatz, welche in der oberen Haltung ausserordentlich grosse Tiefe und Breite bekommt zur Aufnahme der Trommel und des Pontonthores. Beide Strecken sind 100 m lang. Der Boden bei den Einfahrten ist mit armirten Betonplatten bedeckt.

Die Dammaufschüttung längs der Revisionsstrecke enthält um jeder Gefahr für Durchsickerung und Abrutschungen vorzubeugen eine nach amerikanischem Verfahren hergestellte armirte Betonwand.

Zur Schützung der oberen Haltung bei Unfällen ist in der Nähe ein Sicherheitsthor gedacht in der Form eines um horizontale Zapfen drehbaren Pontonthores, welches vom Hebewerke aus mit Luft gefüllt, sich hebt und vom Wasserdruck an seine Anschlagleisten gedrückt wird.

Das grosse Pontonthor im Oberhaupt wird von Dalben und zwei horizontalen treibenden Pontons gegen Anfahrten geschützt. Diese Pontons dienen zugleich als Laufsteg und Landebrücke.

### **Gesamtdisposition.**

Die Lage des Hebewerkes soll man derartig wählen, dass der Behälter eine genügende Stütze durch die Erdmasse bekommt,

und dass die Aushuberde so viel wie möglich zur Aufschüttung verarbeitet werden kann.

Ausser den Dienstgebäuden soll noch eine elektrische Centrale gebaut werden. Für eine ausgezeichnete Beleuchtung in und neben dem Hebewerke sind 100 Ampère bei 220 Volt Spannung hinreichend. Der Kraftverbrauch beträgt 50 P. S. und soll derselbe jeder Zeit in elektrischer Form geliefert werden. Bei einer Betriebsspannung von 220 Volt ist im Ganzen 270 Amp. nötig.

Wählen wir eine Dynamo von 310 Amp., gebaut für eine Spannung von 240 Volt (75 Kilowatt). Antriebmaschine sei eine Dampfmaschine von 125 P. S. (150 Touren) mit 1 Cylinder, Condensation und Ueberhitzung bis 250° C. Weiter bedürfen wir einer Pufferbatterie von 100 Zellen, welche 300 Amp. während einer Stunde liefern kann, und muss die Dynamo also die Spannung bis 320 Volts steigern können. Ausserdem muss noch ein Luftcompressor im Maschinenhaus aufgestellt werden um nach Bedarf gepresste Luft nach einer Luftschleuse im Behälter, nach der Schiffstrommel und nach dem Sicherheitsthor zu führen zu können. Der Dampf muss geliefert werden durch einen Cornwall-Dampfkessel von 70 m<sup>2</sup> Heizfläche, welcher ungefähr 900 K. G. Dampf pro Stunde liefern kann; ein zweiter Dampfkessel bleibt in Reserve. Der Dampfdruck beträgt 8 K. G. pro c. m<sup>2</sup>. Das Speisewasser kann man dem Bassin entnehmen.

### Betrieb.

Stellen wir uns vor, dass ein Schiff von der unteren Haltung nach oben gefördert werden muss, indem die Trommel unten ist mit geöffneten Abschlussthoren und geöffnetem Schiebethor. Das Schiff wird mittelst der electricen Spille B in die Trommel hinein gezogen. Die Spille wird im Pumpenraum A (hier ist ein Gehülfe zur Bedienung der Motoren), beim Unterhaupt eingeschaltet. Sobald das Schiff hineingefahren und in der Trommel festgelegt ist, wird das Abschlussthor geschlossen und zugleich der Motor des Schiebethores F eingeschaltet, wodurch dasselbe auch in 30 Secunden geschlossen ist. Dann wird der Schieber des Behälters J in der Mauer des Bassins geöffnet, wodurch der Raum zwischen Schiffstrommel und Schiebethor F in einer Minute gefüllt ist (im Pumpenraum A automatisch angezeigt). Jetzt wird der Motor des cylindrischen Abschlusses R in Betrieb gesetzt, wodurch das Wasser durch die Rohre E und K zirkuliren kann und unter die Trommel kommt. Der

Chef des Bedienungsraumes schaltet die horizontalen (senkrecht wirkenden) Schrauben ein und ist 3 Minuten später mit seiner Trommel gegen den oberen Anschlag angefahren. Setzen wir voraus, dass für das Oeffnen von R u. s. w. eine halbe Minute nötig gewesen ist. Während der Fahrt nach oben bringen die Centrifugalpumpen in der Trommel den Wasserspiegel derselben in Uebereinstimmung mit dem der oberen Haltung, wenn nötig. Oben angekommen, telefonirt der Maschinist der Trommel nach einem Gehülfen im Pumpenraum A des Oberhauptes, dass er das Wasser zwischen den Abschlussthor der Trommel und den Pontonthor N durch das Rohr H nach der oberen Haltung fließen lässt, was in einer Minute geschieht. Der Mann in A öffnet dann das Abschlussthor im Pontonthor in 30 Secunden und telefonirt diese Bewegung an den Maschinist in der Trommel. Dieser öffnet das Abschlussthor ebenfalls in 30 Secunden und das schiff kann herausfahren. Man sieht also dass das Abschlussthor der Trommel und des Pontonthores nicht unter Druck geöffnet wird.

Um sich gegen alle mögliche Unfälle zu sichern, bleiben die horizontalen Schrauben langsam in Bewegung, sodass die Trommel gegen den oberen Anschlag gedrückt bleibt. Das Schiff kann jetzt wieder mittelst der elektrischen Spille aus der Trommel gezogen werden und in 5 Minuten ausfahren.

Indessen und während der Zeit dass ein anderes Schiff, das nach unten befördert werden muss, hineinfährt, was auch 5 Minuten dauert, sorgt der Mann in A, dass er einen, in diesem Turm stehenden, Behälter ( $60 \text{ m}^3$ ) mittelst einer horizontalen Centrifugalpumpe mit Wasser füllt. Dieses Wasser, der oberen Haltung entzogen, braucht durchschnittlich nur 6 m aufgeführt zu werden bis zu einem Quantum von  $40 \text{ m}^3$ , um nachher den Raum zwischen Pontonthor und Abschlussthor zu füllen. Die Centrifugalpumpe in A braucht also höchstens nur  $4 \text{ m}^3$  pro Minute nach dem Hochbehälter aufzuführen.

Wenn das Schiff hineingefahren ist können beide Thore zugleich in 30 Secunden geschlossen werden, und ist es überflüssig die weiteren Manipulationen zu beschreiben.

Man hat also nötig gehabt rund 35 Minuten. Für 60 Einzelförderungen oder 30 nach jeder Richtung sind also höchstens  $30 \times 35$  Minuten = 17,5 Stunde, global 18 Stunden nötig, was für die Leistungsfähigkeit des Werkes sehr günstig ist.

Mit der Bedienung sind beschäftigt :

Bei 12-stündigem Betrieb ein Betriebsführer, ein Obermaschinist im Maschinenhaus, 2 Maschinisten für die Bedienung der

Schiffstrommel, ein Heizer im Kesselhaus, ein Gehülfe am Unterhaupt, ein Gehülfe am Oberhaupt, zusammen 7 Personen; bei 24-stündigem Betrieb: ein Betriebsführer, ein Obermaschinist, 4 Maschinisten, die mit dem Obermaschinist in der Cylindertrommel und im Maschinenhaus arbeiten, 2 Heizer im Kesselhaus, 4 Gehülfen, zusammen 12 Personen.

Wie aus obenstehender Beschreibung hervorgeht, geht *kein Tropfen Wasser der oberen Haltung verloren* nach der unteren Haltung, mit Ausnahme natürlich eines kleinen Quantum Leckwassers.

Der Betrieb mit dem Hebewerke kann auf die obenskizzierte Weise ohne Unterbrechung das ganze Jahr fortgesetzt werden, so lange die Witterungsverhältnisse die Fahrt auf dem Kanal gestatten.

### Materialien, Anlage- und Betriebskosten.

Die Materialien der Schiffstrommel, des Behälters, der Centrale, der Dienstgebäude, mit 300 m langen Kanalstrecken und Wendepätzen an beiden Seiten des Hebewerkes sind genau ausgerechnet, und betragen die *Anlagekosten* demnach (Gründerwerb eingeschlossen) für die Schiffstrommel 1.176.600 Kronen, den Behälter 3.265,280 K, die Centrale 132.600 K, den Kanal 445.000 K, zusammen rund 4,990,000 Kronen (rund 5,240.000 Francs oder 4.241.500 M).

Nach der Veranschlagung der Verwaltungs-, Betriebs- und Unterhaltungskosten, gegeben in der Denkschrift über den Entwurf eines Rhein-Elbe-Kanals vom Wasserbauinspector Prüsmann (1899) muss man rechnen: a) 0,4 % der für Bauwerke und Nebenanlagen veranschlagten Beträge; b) 5 % der für die Maschinen, Pumpen, Kessel veranschlagten Beträge; c) 100 % der Kosten der Verwaltung und der Betriebskraft.

Aus obenstehendem Kostenanschlag folgt dass: —

1. Für Gruppe A (0,4 %) auszugeben ist 4.466.620 K, macht pro Jahr 17.866,40 K.

2. Für Gruppe B (5 %) auszugeben ist 158.200 K, macht pro Jahr 7.910 K.

3. Für Gruppe C (100 %) pro Jahr bei:  
12-stündigem Betrieb:

A. Verwaltung, 7 Personen 8000 K.

24-stündigen Betrieb, 12 Personen 12.500 K.

B. Betriebskraft. Nimmt man 270 Arbeitstage (nach Sympher, *Die wirtschaftliche Bedeutung des Rhein-Elbe-Kanals*, 1899).

Bei 12-stündigem Betrieb :

Kraft $35 \times 12 \times 270$ Kilo-Watt-Stunden.	
Licht $20 \times 12 \times 270$ „	
$55 \times 12 \times 270 = 178.200$ K. W. S.	
rund	180.000 „

24-stündigem Betrieb :

Kraft $35 \times 24 \times 270$ Kilo-Watt-Stunden.	
Licht $40 \times 24 \times 270$ „	
$75 \times 24 \times 270 = 486.000$ K. W. S.	
rund	490.000 „

Da die Kohlengebiete ganz in der Nähe sind und man selber die elektrische Energie produziert, ist ein Preis von 6 Heller pro K. W. S. anzunehmen und werden die Betriebskraftkosten 10.800 K. und 29.400 K.

Die Kosten der Verwaltung und der Betriebskraft werden : bei 12-stündigem Betrieb 18.800 K und bei 24-stündigem Betrieb 41.900 K.

Die Gesamtkosten der Gruppen *a*, *b* und *c* werden bei 12-stündigem Betrieb 44.576.40 K, und bei 24-stündigem Betrieb 67.676.40 K., rund *a*) 45.000 K., *b*) 68.000 K.

Nimmt man nach dem Muster der deutschen wasserwirtschaftlichen Vorlage eine Kapitalverzinsung von 3 % und eine jährliche Tilgung der Bausumme von 1/2 % (was von den meisten Entwürfern anderer Hebewerke und geneigter Ebenen für das Oesterreichische Wasserstrassennetz vielfach unterlassen ist), so bekommt man im ersten Jahre :

149.700 K. Verzinsung.
24.950 K. Tilgung.
Zusammen 174.650 K.

Zusammenstellung :

A. Jährliche Verwaltungs-, Betriebs- und Unterhaltungskosten :

a) (12-stünd. Betrieb) . . . . .	45.000 K.	
b) (24 „ „) . . . . .		68.000 K.
B. Tilgung und Verzinsung . . . . .	174.650 K.	174.650 K.
Jährliche Gesamtkosten . . . . .	219.650 K.	242.650 K.

Symphor (*Wirtsch. Bedeutung des Rhein-Elbe-Kanals*) nimmt an, dass nur die halbe Anzahl der Schiffe geladen ist mit 500 T. netto Last und die zweite Hälfte mit 100 T. netto Last, d. h. durchschnittlich eine Nutzlast von 300 T. pro Einzelförderung. Schönbach (*IX Int. Schiffahrt Congr., 1902*), nimmt 360 T. mittlerer Bootlast, und Moràvek (*Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Bau-dienst, 1903*), berechnet seine Anlagen bei 80 % Ladungscoefficienten, und bei 60 % Gegenfracht der 600 Tonnenschiffe. Wir glauben aus obigen Gründen mit Schiffen von 600 T. Ladefähigkeit eine mittlere Bootslast von  $\frac{600+120}{2} = 360$  T. annehmen zu dürfen, und finden dann einen *Gesamtverkehr* pro Jahr :

bei 12-stünd. Betrieb

$$40 \times 360 \times 270 \text{ T.} = 3.880.000 \text{ T.}$$

rund 3,5 Mill. T.

bei 24-stünd. Betrieb

$$80 \times 360 \times 270 \text{ T.} = 7.776.000 \text{ T.}$$

rund 7 Mill. T.

*Die Kosten pro T. und 1 m Hubhöhe sind also :*

a) 12-stünd. Betrieb :

1. Unterhaltungs- und Betriebskosten . . . . . 0,036 h.

2. Tilgung und Verzinsung . . . . . 0,140 h.

Zusammen . . . . . 0,176 h.

b) 24-stünd. Betrieb :

1. Unterhaltungs- und Betriebskosten . . . . . 0,027 h.

2. Tilgung und Verzinsung . . . . . 0,069 h.

Zusammen . . . . . 0,096 h.

Nach Lösung des Kapitals sind die Kosten 0,036 h. und 0,027 h. (1 Krone = 100 Heller = 1,05 Francs = 0,85 Mark).

### Schlussbetrachtungen.

Selbstverständlich können Bemerkungen gemacht werden über den grossen Durchmesser, über die aussergewöhnliche Stärke der Schiffstrommel und über die Dicke der Behälterwände. Diese sind mit vorbedacht so gewählt worden, um den strengsten Anforderungen zu genügen. Aus demselben Grund

ist auch das Pontonthor am Oberhaupte projectirt worden, obgleich es unseres Erachtens vollkommen sicher wäre, den Behälter auch an jener Seite mit einem gewöhnlichen Schiebethor zu versehen, und wenn die Schiffstrommel revidirt oder angestrichen werden müsste, das Wasser zum Teil abfliessen zu lassen, und die Reparaturen im Inneren des Behälters auszuführen, indem die Trommel aufgehängt oder unterstützt würde. In diesem Falle würde man in der Behälterwand noch einige Gänge und Thüre machen können um Alles bequem zu erreichen. Ausserdem würde dann die Verbreiterung der Kanalstrecke zur Revision der Schiffstrommel im Wegfall kommen, wodurch das ganze Werk viel billiger wird (ungefähr 60.000 K),

*Alle Nachteile, welche gegen geneigte Ebenen und Schleusen angeführt werden, fehlen hier und sind daher als Vorteile für unsres Project zu betrachten.*

Ohne diese alle nennen zu wollen, sei es genügend, darauf hinzuweisen :

dass die jährlichen Unterhaltungskosten niedrig sind, sich beschränkend auf Eisenanstrich, insofern das Eisen dem Einflusse der Luft ausgesetzt ist ;

dass wenig mechanische Teile vorkommen, deren Bruch Betriebsstörungen zufolge haben würde ;

dass die Fundirung verhältnismässig wenig tief ist und keine Schächte erfordert, und, insofern dieselbe unten, im Sickerwasser steht, bequem unter Wasser gemacht werden kann, da die Sohle des Gebäudes nach Ausführung bald eine Umschliessung der Baugrube bildet, die zur Vollendung der Arbeiten trocken gelegt werden kann ;

dass gar keine Unsicherheit besteht über die Grösse der zur überwindenden Reibungswiderstände ;

dass der Wasserverlust sich beschränkt auf das Wasser, in dem verlorenen Raum zwischen Trommel und Aüssenthoren, welches wieder zurückfliesst in die Kanalhaltung, der es entzogen worden ist, sodass kein Wasser aus der oberen Haltung in die untere Haltung kommt, mit Ausnahme kleiner Mengen Leckwasser ;

dass keine Constructionsteile vorkommen, deren Anfertigung einige technischen Schwierigkeiten darbietet, und zur Ausführung keine besonders geübten Arbeiter, sondern nur gehörige Aufsicht erforderlich ist, sodass hierzu nicht die Mitwirkung speziell ausgerüsteter Fabriken oder Unternehmer nötig ist, und die Konkurrenz bei der Verdingung möglichst allgemein sein kann ;

dass also für alle Arbeit in jeder Staat inländische Techniker und Arbeiter, sowie die heimische Industrie, beschäftigt werden können ;

dass unter dem Pegel der unteren Haltung die bewegenden Teile beschränkt sind auf die Bewegung des Schiebethores im Unterhaupte auf einer Tiefe von 3 m, deren Revision bezw. Trockenlegung, wenn die Schiffstrommel unten ist, keine Beschwerden darbietet ;

dass die zu bewegende Masse ohne Stoss oder Schwankungen möglichst gleichmässig in Betrieb gesetzt wird, die Bewegung für die Schifffahrt möglichst bequem ist, und alle Bürge für die Sicherheit von Trommel und Gebäude bietet ;

dass die Bewegung nicht abhängig ist von einigen schwierig zu ersetzenden Teilen, als Kabeln, Schraubenspindeln, schweren Zahnradschienen, welche ausserdem massive Verankerungen mit sich bringen ;

dass der Betrieb einfach ist und keine besondere Uebung des Personals erfordert ;

dass weder Winddruck noch Schneefall Belästigung verursachen können ;

dass weder Frostwetter noch anderer Temperaturwechsel das Hebewerk ausser Betrieb setzen oder gefährden ;

dass die Leistungsfähigkeit des Hebewerkes die gestellten Anforderungen und damit auch die Leistungsfähigkeit der bisher entworfenen geeigneten Ebenen weit übertrifft ;

dass die Baukosten, was Billigkeit anbetrifft, keinem andren Systeme nachstehen ;

dass die Betriebskosten minimal sind ;

dass das Gewicht der zu fördernden Schiffe bis zu jeder Brutto-Abmessung steigen kann, wenn dieselbe unter die Abmessung des Troges in der Schiffstrommel bleibt ;

dass die Verwendung in Fällen, wo grössere Leistungsfähigkeit oder grösseres Gefälle als 50 m erforderlich ist, möglich bleibt, und ausserdem noch bedeutend gesteigert werden kann, indem man in denselben Behälter eine zweite Trommel setzt. In diesem Falle sind nur grössere Innenabmessungen und fast keine Erschwerungen der Mauern nötig. Die beiden Trommeln können dann derartig verbunden werden, dass die durch die Maschinen zu leistende Arbeit minimal wird. Was die Maximalhöhe anbelangt, wofür dieses Hebewerk ausgeführt werden kann, achten wir 50 m als das äusserste Maass. Wünscht man noch grössere Höhen zu überwinden, so ist eine doppelte Anordnung dieser Einrichtungen genügend bis 100 m, u. s. w.

Die Gesamtdisposition bleibt auch dann sehr einfach, und kann verglichen werden mit einer zweistufigen Schleusentreppe, jedoch ohne Wasserverlust.

*Sowohl in Hauptteilen als in Details sind wir überzeugt, dass das von uns angebotene Hebewerk-Project :*

- a) *Theoretisch klar und deutlich ist ;*
- b) *Praktisch gut und betriebsicher ;*
- c) *Oeconomisch billig und vorteilhaft ist.*

1904.

WOUTER COOL.  
C. E. W. VAN PANHUYS.



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS - MAILAND - 1903

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
3. Frage

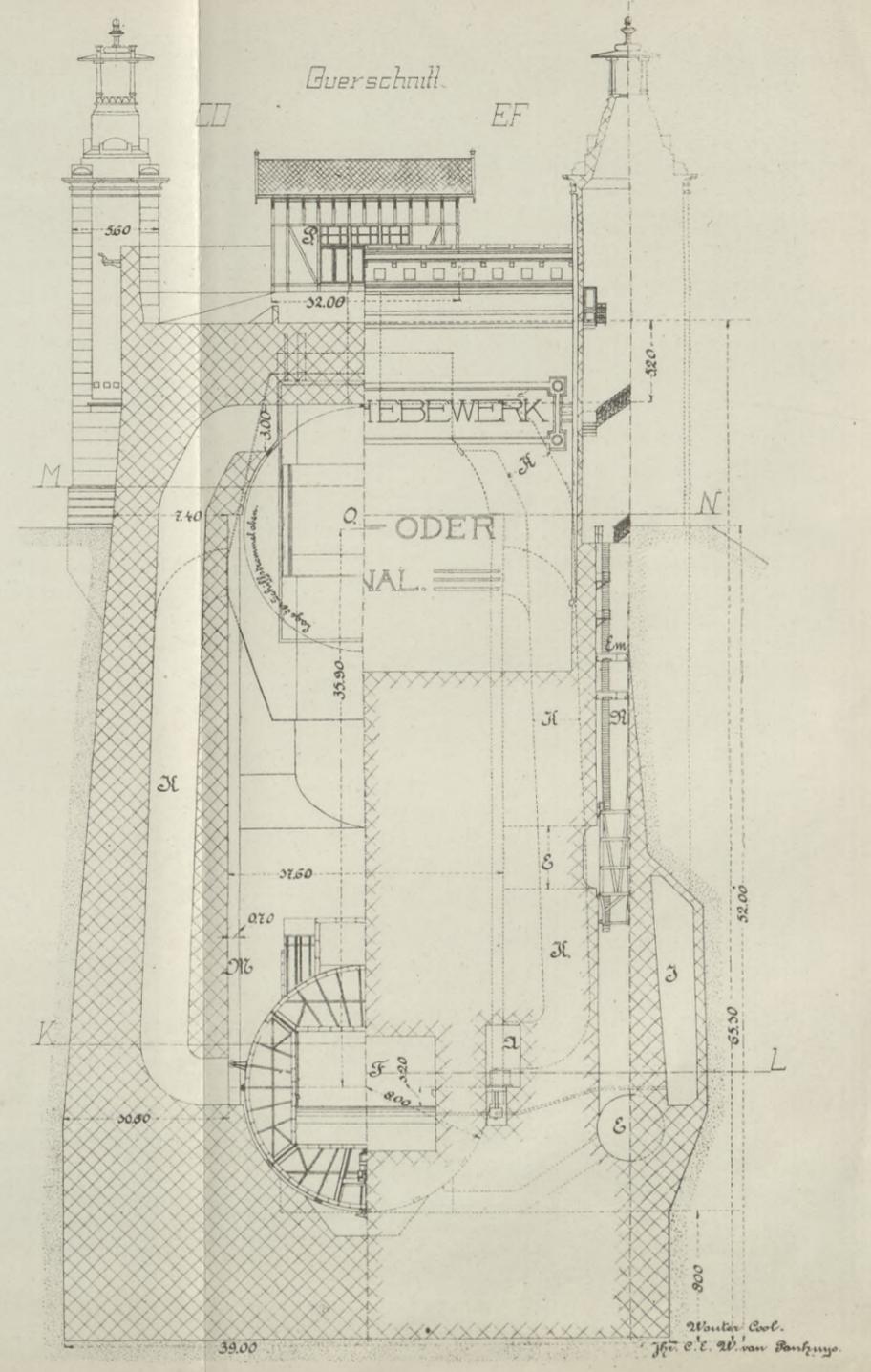
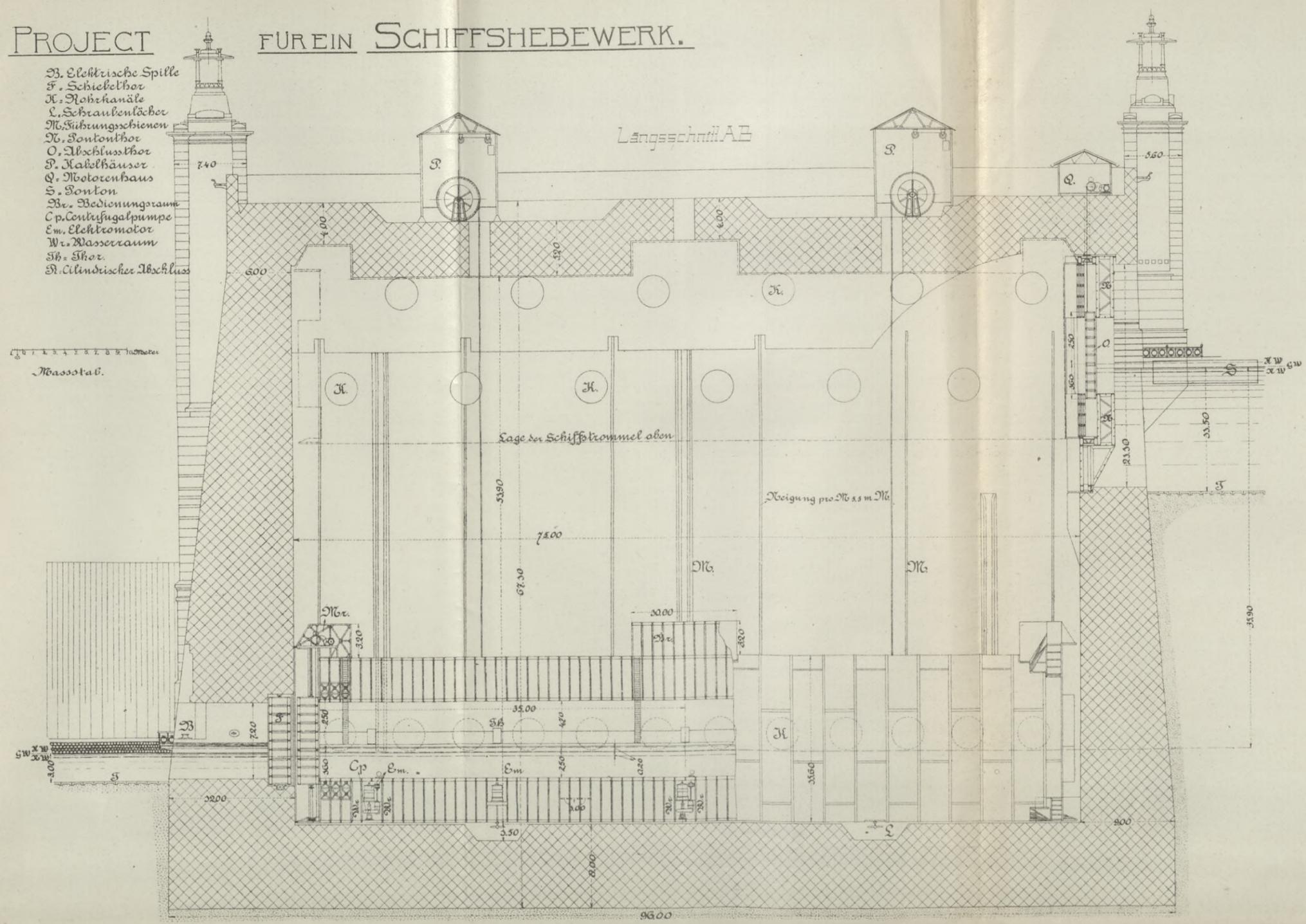
BERICHT  
VON  
WOUTER COOL C. I.  
und  
JONKHEER C. E. W. van PANHUYS, C. I.

BLATT I.

PROJECT  
FÜR EIN SCHIFFSHEBEWERK.

- B. Elektrische Spille
- F. Schiebelhor
- K. Rohrkäule
- L. Schraubenlächer
- M. Führungsschienen
- N. Sontonthor
- O. Abschlussvor
- P. Kabelhäuser
- Q. Motorhaus
- S. Sonton
- Be. Bedienungsraum
- Cp. Centrifugalpumpe
- Em. Elektromotor
- W. Wasserraum
- Sb. Thor
- D. Cylindrischer Abschluss

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Meter  
Maßstab.





INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

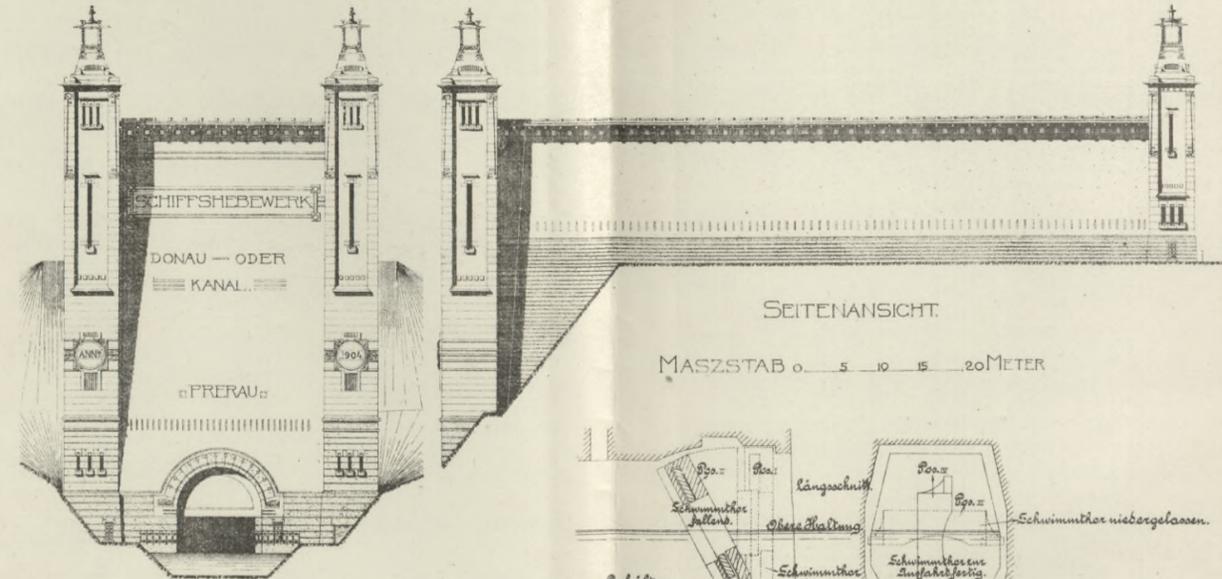
X. CONGRESS - MAILAND - 1903

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
3. Frage

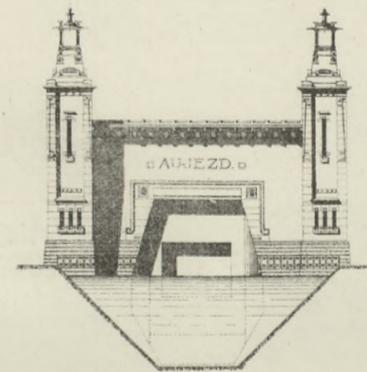
BERICHT  
VON  
WOUTER COOL C. I.  
und  
JONKHEER C. E. W. VAN PANHUYS, C. I.

BLATT II.

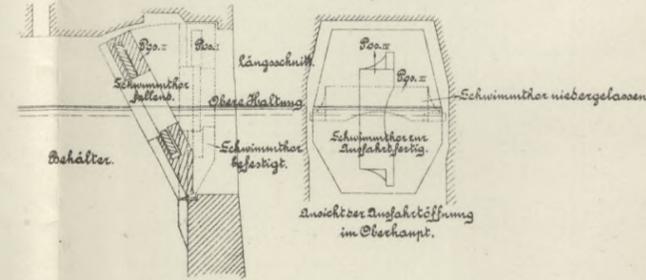
PROJECT FÜR EIN SCHIFFSHEBEWERK.



ANSICHT VON UNTERHAUPT.

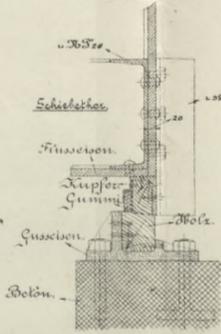


ANSICHT VON OBERHAUPT.



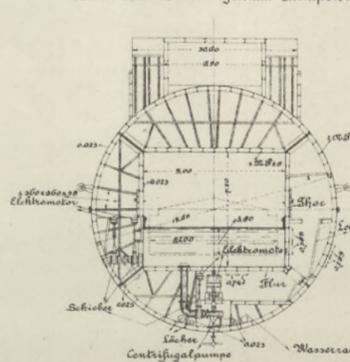
Stellungen des Pontonthores.

Schiebthor am Unterhaupt des Behälters.  
Horizontaler Querschnitt der Dichtungsleiste  
an der inneren Seite.

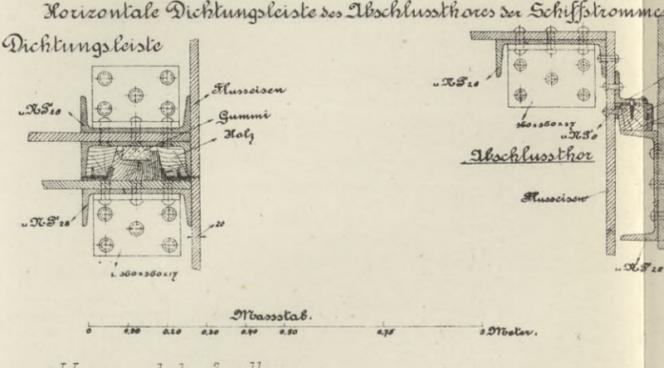
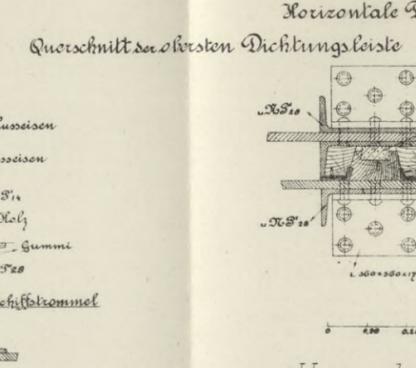
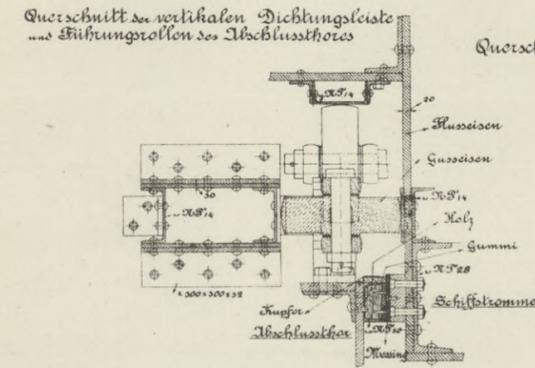


Behälter

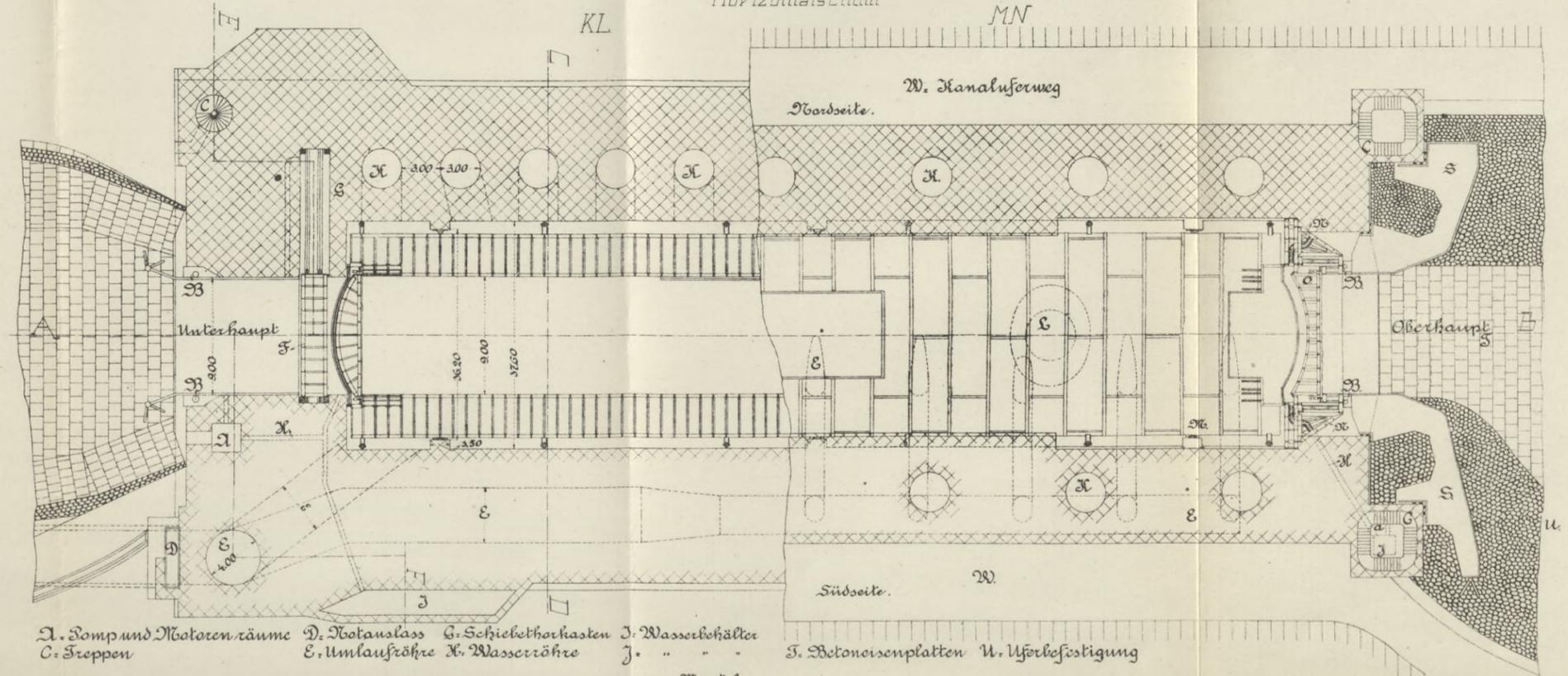
Hauptspann der Schiffskrommel mit Nerven  
räumen, Strohleitungen und Stumpen.



Behälter



Horizontalschnitt MN



- A. Pump- und Motoren-räume
- B. Notauslass
- C. Treppen
- D. Notauslass
- E. Umlaufschne
- F. Betonisenplatten
- G. Schiebthorkasten
- H. Wasserrohre
- I. Wasserbehälter
- J. "
- K. Wasserrohre
- L. Uferbefestigung

Wasserslab.  
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Meter.

Wouter Cool.  
Jr. C. E. W. van Panhuys.





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-349873**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299426