



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### **Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

KF

16447

NEDL TRANSFER



HN 5JSZ +

# DER NORD-OSTSEE-KANAL.

---

DIE OSTSEESCHLEUSEN ZU HOLTENAU.

---

BEGLEITSCHRIFT ZU DEM AUF DER WELTAUSSTELLUNG IN  
CHICAGO AUSGESTELLTEN MODELL DER SCHLEUSEN.

---

BERLIN 1893.

1510741

DER NORD-OSTSEE-KANAL.

---

DIE OSTSEESCHLEUSEN ZU HOLTENAU.

---

BEGLEITSCHRIFT ZU DEM AUF DER WELTAUSSTELLUNG IN  
CHICAGO AUSGESTELLTEN MODELL DER SCHLEUSEN.

---

BERLIN 1893.

KF16447



Alle Rechte vorbehalten.

## I. Allgemeines.

Die Ostseeschleusen zu Holtenau bilden einen Theil der Schleusen- und Hafenanlagen, die in der Nähe der Stadt Kiel an der östlichen Mündung des Nord-Ostsee-Kanals geschaffen werden. Sie schliessen den Kanal gegen den Kieler Hafen und damit auch gegen die Ostsee ab. Der beigefügte Lageplan (Fig. 1) giebt ein Bild der gesammten, in der Ausführung begriffenen Hafenanlage, deren hauptsächlichstes Bauwerk die im Modell dargestellten Doppelschleusen sind.

## II. Beschreibung des Modells.

Das Modell der Ostseeschleusen wie der unmittelbar anschließenden Hafentheile ist im Mafsstabe 1 : 50 der natürlichen Gröfse angefertigt. Es ist ungefähr 8 m (26,24' engl.) lang und 3 m (9,84' engl.) breit und giebt die äußere Erscheinung in getreuer Nachbildung — auch der Farben — wieder. Die nördliche Schleuse und die Seitenwände des Aufsen- und Binnenhafens sind aus Metall gefertigt, damit sie Wasser aufnehmen und so ein vollkommen der Wirklichkeit entsprechendes Bild geben können. Die südliche Schleuse ist zumeist aus Holz gearbeitet und sowohl der Länge wie der Quere nach mit Theilungen versehen, wodurch es möglich wird, beim Herausziehen einzelner Theilstücke auch die innere Einrichtung zu betrachten, sowie die Stärke der Mauern und Sohle, die Verschiedenartigkeit der verwendeten Materialien, die Beschaffenheit des Baugrundes und dergleichen zu erkennen. In der beigegebenen Skizze (Fig. 2) ist die Anordnung des Modells, der Theile, aus denen es zusammen-

gesetzt ist, und die Lage der zur Darstellung gelangten inneren Längs- und Querschnitte angedeutet.

Die Thore und Abschlußpontons des Modells sind im Aeufseren genau nach dem wirklichen Entwurf gearbeitet. Eines der Ebbe-thore zeigt die dafür in Anwendung kommende, von der üblichen abweichende Bauart auch in der inneren Einrichtung. Sämmtliche Thore sind bewegliche.

Die Schützen der Umläufe sind in der hölzernen Südschleuse nur angedeutet, in der mit Wasser zu füllenden Nordschleuse aber vollzählig vorhanden und beweglich. Hierdurch wird es möglich, in der Nordschleuse wirkliche Durchschleusungen von kleinen Modellschiffen, deren Länge 3 m (9,84' engl.) — entsprechend einer Schiffslänge von 150 m (492' engl.) — nicht übersteigt, vorzunehmen.

Die durch Druckwasser angetriebenen Bewegungsvorrichtungen sind für ein Viertel der ganzen Schleusenanlage nachgebildet. Die sämmtlichen Maschinen sind betriebsfähig, wengleich ihre Kleinheit verbietet, zur Ingangsetzung Druckwasser zu verwenden. Die Bewegung der Maschinen und damit zugleich der zugehörigen Thore und Schützen kann durch direktes Drehen der Transmissionswelle vermittelt Kurbeln oder durch Drehen der auf den Schleusenmauern stehenden Spille mittels Hand bewirkt werden. Ein derartiger aushülfsweiser Antrieb durch Menschenkraft von den Spillen aus ist auch für die wirkliche Bauausführung für den Fall vorgesehen, daß die hydraulischen Bewegungsvorrichtungen aus irgend einem Grunde einmal versagen sollten.

Die in dem Binnenhafen angebrachten Leitwerke und Dalben sind der Wirklichkeit entsprechend aus Holz hergestellt.

### **III. Beschreibung der Ostseeschleusen.**

#### **a) Zweck der Ostseeschleusen.**

Der Nord-Ostsee-Kanal wird als ein Durchstich ausgeführt, dessen gewöhnlicher Wasserspiegel dem mittleren der Ostsee entspricht. Da das Mittelwasser der Ostsee ziemlich gleich hoch liegt mit dem Mittelwasser der Elbe bei Brunsbüttel, so würden die Schleusen an ihren Mündungen entbehrlich sein, wenn nicht

sowohl die Elbe wie die Ostsee erheblichen Wasserstandsschwankungen unterworfen wären.

In der Ostsee herrscht zwar keine nennenswerthe Ebbe- und Fluthbewegung, allein die höchsten und niedrigsten Wasserstände weichen doch um 3,17 bzw. 2,09 m (10,40 bzw. 6,85' engl.) vom Mittelwasser ab. Es ist nun beabsichtigt, die Thore der Ostseeschleusen bei den häufigen, kleineren Wasserstandsabweichungen offen stehen zu lassen, damit die Schiffe ohne Aufenthalt frei durchfahren können. Erst wenn die Ostsee 0,50 m (1,64' engl.) über Mittelwasser gestiegen oder 0,50 m (1,64' engl.) unter Mittelwasser gefallen ist, werden die Thore geschlossen, und alle Schiffe müssen dann regelrecht durchgeschleust werden. Bei der Bemessung der Kanaltiefe ist auf das zeitweise Offenstehen der Schleusen dadurch Rücksicht genommen, dafs jene um 0,50 m (1,64' engl.) vergrößert, d. h. von den für die größten Kriegsschiffe erforderlichen 8,50 m (27,88' engl.) auf 9,0 m (29,52' engl.) bei mittlerem Kanal-(Ostsee-)Wasserstand vermehrt worden ist.

#### b) Allgemeine Anordnung und Hauptabmessungen.

Da zu Zeiten lebhaften Verkehrs eine Schleuse nicht genügen würde, wurden zwei Schleusen nebeneinander angelegt. Hierdurch wird zugleich der Vortheil erreicht, dafs der Kanal nicht gesperrt zu werden braucht, wenn eine Schleuse in der Ausbesserung befindlich oder aus irgend einem anderen Grunde nicht benutzbar sein sollte.

Die Schleusen mußten sowohl im Aufsen- wie im Binnenhaupt mit doppelten Thorpaaren versehen werden, weil das Aufsenwasser der Ostsee bald höher, bald tiefer steht als der Kanalwasserspiegel. Die in der Mitte der Schleusen angeordneten Thore dienen nicht zur Schleusung. Sie werden nur benutzt, wenn die bei mittleren Ostseewasserständen offene Durchfahrt geschlossen werden soll. Durch Berechnungen ist ermittelt worden, dafs jedesmal, wenn das Aufsenwasser schnell ansteigt oder abfällt, recht erhebliche Strömungen im Kanal und in den Schleusen entstehen werden, deren Geschwindigkeit unter Umständen fast einen Meter in der Sekunde erreicht. Die Berechnungen ergeben ferner, dafs bei diesem verhältnismäfsig starken Strom das Schliessen der schweren Schiffahrtsthore in hohem



Grade schwierig und gefährlich sein würde. Es wurden deshalb lediglich zum Zweck der gefahrlosen Absperrung der Strömung besondere Sperrthore angeordnet, deren Einrichtung weiter unten beschrieben ist. Sobald die Sperrthore ihren Zweck erfüllt, d. h. ruhiges Wasser in den Schleusen geschaffen haben, werden die Schiffahrtsthore geschlossen; die Sperrthore werden wieder in ihre Nischen zurückgedreht und verbleiben hier so lange, bis wieder einmal die Nothwendigkeit eintritt, die Schleusen bei durchgehender Strömung zu schliesen.

Um die Schleusen zeitweise trocken legen zu können, sind an den Enden Falze vorgesehen, in die Abschlufspontons eingesetzt werden können.

Die nutzbare Länge der Schleusen beträgt 150 m (492' engl.) bei einer Baulänge von rund 217 m (711,76' engl.), die Breite zwischen den Thorpfeilern und in den Kammern 25 m (82' engl.) und die Tiefe der Drempeel unter Mittelwasser 9,57 m (31,39' engl.). Um den Kanal und das an demselben liegende tiefere Gelände gegen Hochwasser zu schützen, sind die Häupter der Schleusen 4,0 m (13,12' engl.) über Mittelwasser-Ostsee gelegt.

An die Schleusen schliesen sich im Aufsen- und Binnenhafen Leitwerke von 200 m (656' engl.) bzw. 100 m (328' engl.) Länge an.

### c) Beschreibung im Einzelnen.

#### 1. Baugrund.

Die von der Bauausführung berührten Bodenschichten zeigten starke Verwerfungen, die von den Geologen auf Stauchungen während der beiden in Schleswig-Holsteins Vorgeschichte nachgewiesenen Eisperioden zurückgeführt werden. Im allgemeinen fand sich unter der Ackerkrume eine bis 5 m (16,40' engl.) starke Schicht von gelbem Lehm, darunter meist eine Sandschicht, welche ihrerseits wieder eine sehr starke Bank von blauem Thon oder Letten überlagert. Unterhalb der Lettenschicht und diese zum Theil durchsetzend, findet sich eine Schicht von gröberem Sande, welche viel Wasser unter sehr starkem Druck enthält. Am nordöstlichen Flügel der Schleusenanlagen fand sich bis zur Tiefe von 13 m (42,64' engl.) unter der Wiesenfläche Moor auf wenig tragfähigem Untergrunde von Lehm und Letten.

## 2. Beton und Mauerwerk.

Das Grundmauerwerk der Schleusen besteht aus einer von Spundwänden umschlossenen 2,5—3,5 m (8,20—11,48' engl.) starken Betonlage. Wo es zugänglich war, nämlich in den Schleusenkammern, wurde dem Betonbette die Form eines umgekehrten Gewölbes (Fig. 4) gegeben. In den drei Häuptern mußte die Form eines rechteckigen, wagerechten Balkens (Fig. 3) beibehalten werden, dessen Unterfläche nur an den Seitenmauern etwas in die Höhe gezogen wurde, um an Länge der Spundwände zu sparen und diesen einen festen Halt während der Zeit der tiefsten Bodenausschachtung und des Betonirens zu gewähren.

Der Sohlenbeton enthält 3 quer zur Schleusenachse gerichtete Tunnel (Fig. 5), welche eingewölbt und ringsum der größeren Wasserdichtigkeit wegen mit Bleisolarplatten umgeben sind. Die Tunnel haben den Zweck, Druckwasser- und Heiz-Röhren von einer südlich der Schleusen gelegenen Centralmaschinenanlage nach den Maschinenkammern jeder der drei Schleusenmauern zu führen. Außerdem sollen sie zur Durchführung von Telegraphen- und Telephon-Leitungen benutzt werden.

Das aufgehende Mauerwerk weist in seinem Innern zunächst die großen Umläufe auf, mit denen die Schleusen gefüllt und geleert werden.

Die Lage der Umläufe ist aus dem Grundriß (Fig. 6) und aus den Querschnitten (Fig. 3 und 4), die Ausmündung aus dem Längenschnitt (Fig. 5) ersichtlich. Um beim Füllen der Schleusen starke Strömungen und Wirbel zu vermeiden, tritt das Wasser nicht geschlossen aus jedem Umlauf in die Schleusenkammer, sondern wird durch 12 kleinere Ausläufe, deren Gesamtquerschnitt erheblich größer ist, als der des Umlaufs (12 gegen 7,6 qm oder 129,12 : 81,78 Quadratfuß engl.) auf die ganze Kammerlänge vertheilt.

Im oberen Theil der Schleusenmauern sind die ausgedehnten Maschinenkammern angelegt, deren Anordnung aus dem Grundriß (Fig. 6), den Querschnitten (Fig. 3) und dem Sonderplan der Maschinenanlagen (Fig. 7 und 8) ersichtlich ist. Die Abdeckung der Maschinenkammern hat nicht wie die der übrigen Mauertheile mit Quadern erfolgen können:

1. weil die zwischen letzteren verbleibenden Fugen kaum dauernd wasserdicht zu halten gewesen sein würden,
2. weil die Abdeckung dann sehr schwer ausgefallen wäre und
3. weil nur eine geringe Bauhöhe zur Verfügung stand, wenn die tiefst gelegenen Maschinenkammern noch etwas über den mittleren Kanalwasserstand angeordnet werden sollten.

Aus diesen Gründen mußte eine andere Eindeckung gewählt werden und zwar ergab sich in Folge eingehender Versuche als das zweckmäßigste eine zwischen eisernen Träger gespannte Monierdecke eigenthümlichen Querschnitts, über welche eine 3 cm (1,2" engl.) starke Gulsasphaltschicht gelegt wird. Die genaue Einrichtung ist im Modell an dem abnehmbaren Theile der Abdeckung dargestellt.

Die Uebermauerung der Betonsohle, die Anordnung der Drempe und desgl. sind aus dem Modell und den hier beigefügten Grundrissen und Schnitten (Fig. 3, 4, 6) leicht zu entnehmen.

Die von den eigentlichen Schleusenmauern getrennt aufgeführten Flügel konnten meist unmittelbar auf den Baugrund gesetzt werden, nur der nördliche Flügel wurde wegen des dort vorhandenen Moorbodens auf Pfahlrost gegründet.

Hinsichtlich der Mauermaterialien wird Folgendes bemerkt:

Der Beton der Schleusensohle besteht aus einem Gemisch von 9 Theilen Granitschotter und 5 Theilen Trafsmörtel. Der Trafsmörtel, welcher in Kollergängen (broyeurs) bereitet wurde, ist zusammengesetzt aus 1 Raumtheil Trafs,  $\frac{2}{3}$  Raumtheilen Fettkalk und einem Raumtheil Sand. Die Mischung von Schotter und Mörtel geschah in gewöhnlichen hölzernen Betontrömmeln.

Das aufgehende Mauerwerk und die Uebermauerung des Betons in den Schleusen- und Thorkammern sowie die Flügel sind hauptsächlich in Ziegeln ausgeführt. An allen vorspringenden und sonst Beschädigungen leicht ausgesetzten Theilen, sowie dort, wo besondere Formsteine nothwendig waren, wurden Werkstücke aus Granit angeordnet. Im Uebrigen sind die äußeren Mauerflächen mit Klinkern verblendet, die aus Schweden bezogen, von ungewöhnlicher Festigkeit und in der Form sehr gleichmäßig sind. Zur Abdeckung der Schleusenmauern mit Ausnahme der

Maschinenkammern wird rheinischer Basaltlava verwendet. Um an Kosten zu sparen, sind im Innern der starken Mauern große Hohlräume im Ziegelmauerwerk ausgespart, die mit Stampfbeton, einem Gemisch von einem Gewichtstheil Cement und acht Gewichtstheilen Sand ausgefüllt wurden. Die gewöhnlichen Hintermauerungssteine werden in einer eigens zu dem Zweck angelegten Ziegelei hergestellt, in welcher der beim Kanalbau gewonnene Ziegelthon verarbeitet wird. Der beim aufgehenden Mauerwerk verwendete Mörtel besteht zumeist aus 1 Gewichtstheil Cement,  $\frac{1}{2}$  Gewichtstheil Fettkalk und 4 Gewichtstheilen Sand. Dieser Mörtel wird in denselben Kollergängen bereitet, die zur Herstellung des Trafmörtels dienen. Vergleichende Versuche haben ergeben, daß der aus den Kollergängen herrührende Mörtel wegen der sehr innigen Mischung seiner Einzeltheile eine erheblich größere Festigkeit erlangte als der im gewöhnlichen Verfahren durch Hand oder in der Mörtelmulde angemachte.

Beim Verblend- und Quadermauerwerk wurde Cement-Sandmörtel im Mischungsverhältniß 1 : 2 bzw. 1 : 1 verwendet. Zur Herstellung der Schleusen sind erforderlich rund:

60 000 cbm (2 119 200 Cubik-F. engl.)	Beton,
5 500 cbm ( 194 260 Cubik-F. engl.)	Quadermauerwerk,
65 000 cbm (2 595 800 Cubik-F. engl.)	Ziegelmauerwerk,
10 000 cbm ( 353 200 Cubik-F. engl.)	Stampfbeton.

Das Ziegelmauerwerk beansprucht einschl. der Verblendsteine 26 Millionen Ziegel.

### 3. Die Thore.

Die Schleusenthore sind als Stemmthore angeordnet. Ein wesentlicher Unterschied in der Bauart besteht in Folge des verschiedenen Zwecks zwischen den Schiffahrts- und den Sperrthoren. Erstere unterscheiden sich in die den Aufsenwasserstand der Ostsee kehrenden Flut- und in die den Kanalwasserstand haltenden Ebbethore. Die Flutthore werden als gewöhnliche Riegelthore, wie sie von der Holzbauart auf das Eisen übernommen sind, ausgeführt, die niedrigeren Ebbethore dagegen wurden als sogenannte Ständerthore entworfen, bei denen nur ein oberer starker Riegel stemmt, während senkrechte Ständer den Wasserdruck unten unmittelbar auf den steinernen Drempe,

oben auf den erwähnten Riegel übertragen. Sämmtliche Thore bilden mit wasserdichter doppelter Blechhaut Schwimmthore. Das Modell zeigt an einem der Ebbethore deren innere Einrichtung.

Die Sperrthore sind so gestaltet, daß sie ohne Gefahr bei strömendem Wasser geschlossen werden. Sie haben zu diesem Zweck große durch Schützen verschließbare Oeffnungen erhalten, die während des Schließens offen bleiben, um einen großen Theil des Schleusenquerschnitts für den Durchfluß von Wasser frei zu lassen. Erst nachdem die Thore völlig zuge dreht sind, werden die Oeffnungen langsam geschlossen. Die Schützen hängen bis dahin vor dem Schwimmkasten, der den unteren Theil eines Thorflügels bildet, in den Windekett en. Sie sind der leichteren Handhabung wegen mit gußeisernen Rollen versehen, mit denen sie sich auf den Leitschienen bewegen. Alle weiteren Einzelheiten sind an dem Modell zu ersehen. — Die Thore werden der Hauptsache nach aus Flußeisen, die Schützen der Sperrthore aus Eichenholz hergestellt.

#### 4. Pontonverschlüsse, Schützen der Umläufe, Spille, Poller, Treppen und Fender.

An beiden Enden der Schleusen finden sich von Quadern eingefasste Falze, in die Pontons eingefahren werden können, welche die Schleuse wasserdicht von dem Aufsen- und Binnenhafen abschließen. Die Pontons werden in üblicher Weise als eine Art Schiff aus Flußeisen hergestellt werden. Die Anordnung des Wasserballastes geschieht in der Weise, daß die Pontons sich selbstthätig heben und senken können.

Die Umläufe der Schleusen werden durch hölzerne Rollenschützen geschlossen, die ähnlich gestaltet sind, wie diejenigen der Sperrthore.

Die Schleusen sind mit einer Anzahl Spille versehen, mit denen Schiffe ein- und ausgeholt sowie andere Hülfeleistungen gewährt werden können. Zur ferneren Ausrüstung gehören Poller und Treppen, welche letztere von der Krone der Schleusenmauern zum Wasserspiegel hinunterführen.

Hölzerne, schwimmende Fender, aus mehreren starken Balken zusammengesetzt, verhindern das Anstößen der Schiffe an die steinernen Schleusenmauern. Diese Vorsichtsmaßregel ist ins-

besondere mit Rücksicht auf die Durchfahrt von großen Kriegsschiffen getroffen worden. Die Fender können für den Fall, daß die Ausnutzung der vollen Schleusenbreite einmal nothwendig werden sollte, jederzeit von ihren Festhalteketten ohne Schwierigkeit abgelöst und ausgefahren werden.

##### 5. Maschinelle Anlagen zum Betrieb der Schleusen.

Sämmtliche Bewegungen, die zum Betrieb der Schleusen mit Thoren, Schützen oder Spillen ausgeführt werden müssen, werden durch Druckwasser bewirkt; jedoch sind die Einrichtungen so getroffen, daß an Stelle der maschinellen ausnahmsweise Menschenkraft treten kann.

Das Druckwasser gelangt von einer südlich der Schleusen gelegenen Centralmaschinen-Anlage zu den hydraulischen Motoren, die in den Maschinenkammern jeder Schleusenmauer aufgestellt sind. Als Motoren finden durchweg rotirende Dreicylindermaschinen Verwendung. Im Allgemeinen ist die Anordnung derartig, daß mehrere hydraulische Motoren an einer gemeinsamen Welle arbeiten, von welcher aus durch ausrückbare Räderübersetzung je nach Bedarf entweder die Thore auf- und zuge dreht, die Schützen und Umläufe und Sperrthore gehoben und gesenkt oder endlich die Spille angetrieben werden. Durch besondere einfache Vorrichtungen in der Rohrleitung des Druckwassers wird bewirkt, daß die entsprechenden Theile auf beiden Seiten derselben Schleuse die gleichen Bewegungen stets zu gleicher Zeit und mit der gleichen Geschwindigkeit ausführen. Die gleichen Einrichtungen ermöglichen es auch, daß sämmtliche Bewegungen von der Mittelmauer der Schleusen aus veranlaßt werden können. Nur zur Aufsicht und zu wenigen bestimmten und selten vorkommenden Handleistungen wird auf den Seitenmauern eine geringe Bedienungsmannschaft erforderlich werden. Das Modell und die Zeichnungen (Fig. 7 und 8) geben ein genaues Bild der Gesamtanlage und der einzelnen hydraulischen Motoren.

Zu bemerken ist noch, daß die entsprechenden Sperrthore beider Schleusen zwangsläufig gemeinsam dieselben Bewegungen ausführen, daß sämmtliche Thore durch Uebertragung der Maschinenkraft auf starke Zahnstangen gedreht werden, daß die an den Schleusenenden befindlichen Spille je einen besonderen

Motor erhalten haben, und daß der Druck des Betriebswassers 50 Atmosphären beträgt. Sämtliche Maschinenkammern und Gänge können durch eine Dampfrohrlleitung, die mit den Dampfkesseln der Centralmaschinenanlage in Verbindung steht, geheizt werden.

#### 6. Die Leitwerke.

Die im Aufsen- und Binnenhafen in unmittelbarem Anschluß an die Schleusen angeordneten hölzernen Leitwerke haben den Zweck, den ein- und ausfahrenden Schiffen als Führung zu dienen. Sie bestehen aus hölzernen Schwimmflößen, welche sich gegen mächtige Bündel Pfähle legen, die im Stande sind, die Stöße der sich bewegenden Schiffe elastisch aufzunehmen.

### IV. Beschreibung der Bauausführung.

#### 1. Erdarbeiten.

Am 5. Januar 1889 wurde mit dem Bau der Ostseeschleusen dadurch begonnen, daß die Baugrube bis + 13,77\*) d. h. bis 6 m (19,68' engl.) unter Mittelwasser-Ostsee ausgehoben und mit Deichen umgeben wurde, welche einen sicheren Abschluß gegen die Sturmfluthen der Ostsee gewähren. Diese Arbeit wurde im wesentlichen im Laufe desselben Jahres beendet.

#### 2. Wasserbewältigung.

Zu gleicher Zeit wurden auch Versuche über die zweckmäßigste Art der Wasserbewältigung für den weiteren Verlauf der Erd- und Gründungsarbeiten gemacht. Die vorgenommenen Bohrungen hatten ergeben, daß eine im Mittel auf ungefähr  $\pm 0$  liegende, durchgehende Sandschicht weichliches Wasser unter so hohem Druck enthielt, daß dasselbe in den Bohrröhren bis zu + 23,77 (77,97' engl.) anstieg und aus den tiefer gelegenen Bohrlöchern als artesische Quellen hervorsprudelte. Wie nicht anders zu erwarten war, ist das ausfließende Grundwasser süß. Es steht offenbar unter dem Druck höher gelegener, vielleicht weit entfernter Wasserbecken und fließt als unterirdischer Strom

---

\*) Alle in dieser Abhandlung vorkommenden Höhenzahlen beziehen sich auf eine 20 m (65,60' engl.) unter Normal-Null = 19,77 m (64,85' engl.) unter Mittelwasser-Ostsee liegende Wagerechte.

nach solchen tief gelegenen Stellen der Ostsee ab, wo die wasserführende Sandschicht in den Meeresgrund austritt. Sorgfältige Beobachtungen, die im Verlauf der Bauausführung über das Verhalten des Grundwassers sowohl in der Baugrube als in ihrer Umgebung angestellt wurden, haben die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt. Bei dem hohen Druck des in der Sandschicht befindlichen Wassers war zu befürchten, daß nach dem vollständigen Aushub der Bodenmassen zur Herstellung des Schleusenbetonbettes die zwischen diesem und dem unteren wasserführenden Sande verbleibende Thonschicht nicht im Stande sein werde, dem von unten wirkenden starken Wasserdrucke zu widerstehen. Es war vorauszusehen, daß unter diesem Druck starke Quellen, vielleicht sogar größere Aufbrüche entstehen mußten, und daß das Auspumpen des Wassers eine stetig zunehmende Lockerung des Untergrundes zur Folge haben mußte. Um diese Uebelstände zu vermeiden, mußte man entweder das Wasser in der Schleusenbaugrube zu beträchtlicher Höhe ansteigen lassen und im Nassen betonieren, oder es mußte versucht werden, die untere Sandschicht in zweckmäßiger Weise zu entwässern, und damit den in derselben enthaltenen Druck zu vermindern. Dieser letztere Weg wurde beschritten. Es wurde zunächst durch einen bis in die untere Sandschicht abgeteuften hölzernen Schacht, der mit einer starken Pumpe besetzt wurde, festgestellt, daß eine Entwässerung und Druckverminderung durch Abpumpen von Wasser aus der unteren Sandschicht thatsächlich zu erreichen war. Hierauf wurden 3 steinerne Brunnen von 5,04 m (16,53' engl.) äußerem und 3,50 m (11,48' engl.) innerem Durchmesser von der zeitweilig auf + 13,77 m (45,17' engl.) liegenden Sohle der Baugrube, jedoch außerhalb der Schleusenspundwände abgesenkt. Diese Arbeit wurde am 12. April 1890 begonnen und am 20. November desselben Jahres beendet. Die untere Schneide der Brunnen steht in der Höhe von - 2,13 m (6,99' engl.) bezw. - 0,41 m (1,34' engl.) bezw. - 0,47 m (1,54' engl.)

Von der Herstellung eines vierten Brunnens, der anfänglich in Aussicht genommen war, konnte, wie sich später ergab, abgesehen werden.

Die Brunnen sind unter Anwendung von Prefsluft ausgeschachtet und abgesenkt, und im unteren Theil filterartig mit



grobem Sand, Kies und Steinen angefüllt. Das Modell zeigt die Lage und in dem einen Seitenauszug einen Schnitt eines der Brunnen, die nach Beendigung des Schleusenbaues bis zur Krone der Schleusenplattform erhöht, eingewölbt und bei etwaigen Trockenlegungen der Schleusen wieder in Benutzung genommen werden sollen, um den Wasserdruck auf die Unterfläche des Sohlenmauerwerks zu vermindern.

Nachdem im Herbst 1890 der Verding der Gründungs- und Maurerarbeiten stattgefunden hatte, wurde im Januar 1891 mit denselben begonnen. Zunächst wurden die Brunnen mit Kreiselpumpen versehen und diese zur Entwässerung der unteren Sandschicht in Betrieb gesetzt. Die Bewältigung des Grundwassers und die erstrebte Druckverminderung wurde dadurch in vollkommen befriedigender Weise erzielt. Zur Beobachtung des in der unteren Sandschicht vorhandenen Wasserdrucks wurden bis zu derselben rings um die Baugrube eiserne Röhren eingetrieben, in denen der Wasserstand regelmässig abgelesen wurde. In den ersten Monaten senkte sich der Wasserstand sehr schnell, später langsamer. Am 1. April 1892, d. h. nach etwa  $1\frac{1}{4}$  Jahren fort-dauernden Pumpens, hatte sich der Stand in den Röhren, der ursprünglich die durchschnittliche Höhe von  $+ 22,02$  hatte, um rund  $10,25$  m ( $33,62'$  engl.), also auf  $+ 11,77$  gesenkt. Drei unter der Mittelmauer nachträglich niedergetriebene Bohrrohre zeigten durchschnittlich einen  $+ 7,0$  m ( $22,96'$  engl.) nicht erreichenden Stand, so dafs also der Druck des Grundwassers im Innern der Baugrube um mehr als  $15$  m ( $49,20'$  engl.) vermindert war. Die Folge der Entziehung des Grundwassers war eine fast vollkommen trockene Baugrube, in welcher die Lettenschichten gar kein Wasser und die an einzelnen Stellen blofsgelegte untere Sandschicht nur sehr wenig Quellen unter sehr geringem Druck durchliessen. Das durch diese Quellen auftretende sowie das während der Bauzeit von aussen in die Baugrube anderweit hineinfließende Wasser wurde den Brunnen durch offen in Kies verlegte Thonröhren von  $30$  cm Weite zugeführt, welche unter der Mitte jeder Mauer in deren ganzen Länge angeordnet wurden. Zwei Querstränge verbinden diese Rohrleitungen mit einander und mit den 3 Pumpenbrunnen, so dafs ein vollständiges, mit kleinen Nebensträngen versehenes Drainagenetz vorhanden ist.

Modell- und Querschnittszeichnungen (Figuren 3 und 4) geben die Lage der Thonrohre an.

Die 3 Pumpenbrunnen haben ohne die Pumpanlagen selbst einen Kostenaufwand von rund 100 000 Mark erfordert, welcher Betrag indess durch Ersparnisse in der Bauausführung, als Verminderung der Erdarbeiten und der Betonstärke, Ersatz der vorübergehenden Längsspundwände der Mittelmauer durch dünne Streichwände und dergl. mehr als ausgeglichen worden ist.

### 3. Gründungsarbeiten und Herstellung des Mauerwerks.

Die weitere Bauausführung ist ohne besondere Zwischenfälle regelmässig verlaufen.

Am 19. März 1891 wurde mit den eigentlichen Gründungsarbeiten durch Vertiefung der Baugrube bis  $+ 10,77$  begonnen. Der weitere Bauvorgang war derart, daß zunächst der Beton und das Mauerwerk der Schleusenmauern und erst, nachdem die letzteren sich völlig gesetzt hatten, der Beton und die Uebermauerung der Schleusensohlen hergestellt wurden. Nachdem die Erdarbeiten bis  $+ 10,77$  ausgeführt waren, wurden zuerst die Spundwände der Seitenmauern eingerammt. Zwischen diesen Spundwänden wurde die Erde bis zur entwurfsgemäßen Tiefe ausgeschachtet und alsdann der Beton eingebracht. Ferner wurde der Boden unter der Mittelmauer entfernt und nachdem die zur Einfassung der Betonkiste vorgesehenen Streichwände eingeschlagen waren, auch hier das Betonbett hergestellt.

Die Erdausschachtung geschah theils mit einem Trockenbagger, theils mit der Hand. Die Spundwände wurden meist mit schweren direkt wirkenden Rammen, in geringem Mafse auch mit Dampfkunstrammen eingeschlagen. Die Schüttung des Betons erfolgte auf einmal in voller Stärke mittels Muldenkippern unter schwachem Abstampfen der Oberfläche.

Die Betonirung der Längsmauern wurde am 6. Juli 1891 begonnen und am 25. November 1891 beendet. Im Anfang September desselben Jahres war der zuerst geschüttete Beton soweit erhärtet, daß mit der Herstellung des aufgehenden Mauerwerks begonnen werden konnte.

Der Winter unterbrach sämtliche Arbeiten, die jedoch im März 1892 wieder aufgenommen wurden. Bis zum Schluf des

Jahres 1892 waren die Schleusenmauern zum größeren Theil fertiggestellt. Der Beton der Schleusensohlen konnte während des zweiten Halbjahres 1892 zu etwa dreivierteln eingebracht werden. Die vollständige Fertigstellung des Betons und Mauerwerks ist im Jahre 1893 vorgesehen und bis auf kleine Nacharbeiten auch bestimmt zu erwarten.

#### 4. Thore und maschinelle Einrichtungen.

Mit dem Aufbau der bereits in der Ausführung begriffenen Thore wird im Juli 1893 begonnen werden. Theile der maschinellen Einrichtung wurden bereits im Jahre 1892 in den Maschinenkammern der Seitenmauern angebracht. Die Aufstellung der Thore und der Ein- und Aufbau aller zu ihrer Bewegung, sowie zur Bewegung der Thor- und Umlaufschützen und der Spille vorgesehenen maschinellen Anlagen soll vertragsmäfsig zum 1. April 1894 beendet sein. —

#### 5. Leitwerke.

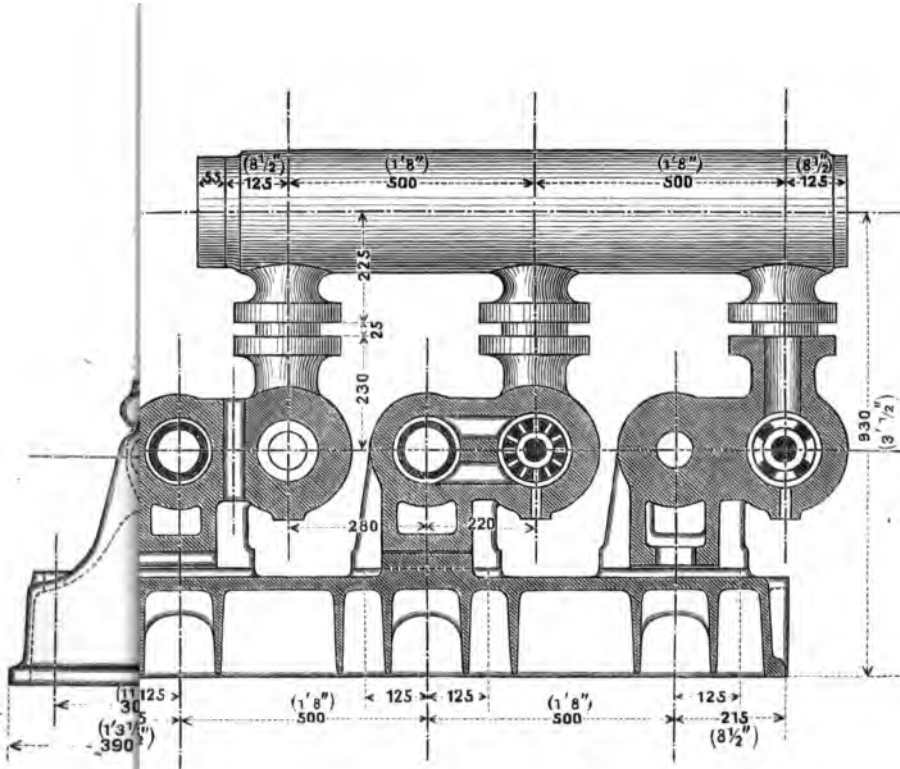
Die Ausführung der Leitwerke erfolgt in den Jahren 1893 bis 1895.

#### 6. Zeit der Vollendung.

Es ist beabsichtigt und ohne unvorgesehene Zwischenfälle auch zu erreichen, dafs die Ostseeschleusen am 1. Juli 1894 vollständig betriebsfähig sind, so dafs mit dem Beseitigen der Abschlussdämme begonnen werden kann. Die Betriebseröffnung des ganzen Kanals wird im Sommer 1895 erfolgen können.

#### 7. Kosten der Ostseeschleusen.

Die Baukosten der Ostseeschleusen mit Ausschluss der Leitwerke werden sich auf rund 9 000 000 Mark belaufen.



# Hydraulischer Motor

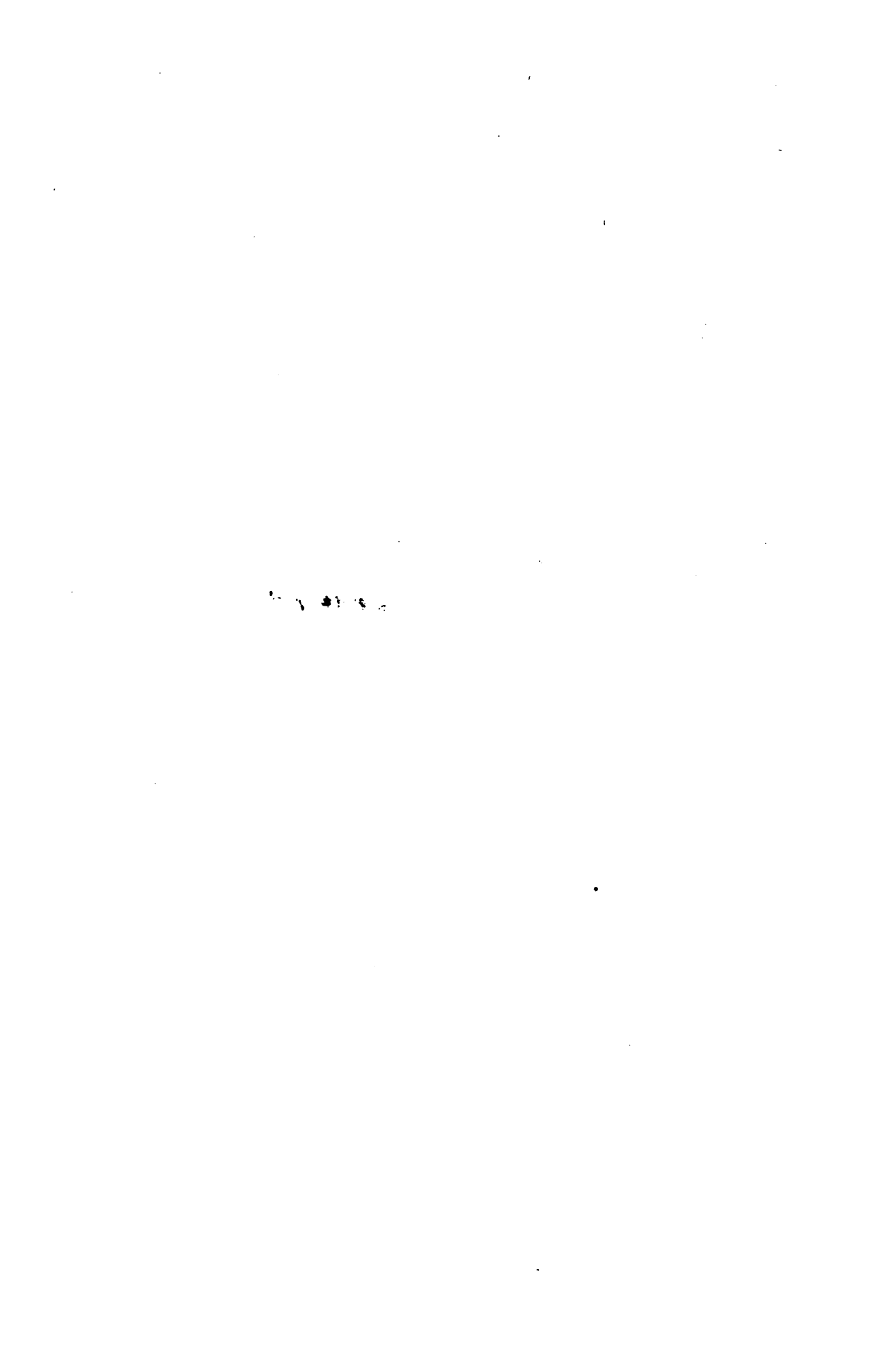
(Hydraulic Motor)

116 mm Cyl.- Durchmesser  
 (4 1/2" Cyl.-Diameter)

50 Atm. Arbeitsdruck  
 (50 Atm. Works-pressure).

Mafsstab 1 : 10.





[REDACTED]



