

G. 47e
3.

973 8/92

A. Wini

Symph
Geheimer Oberbergrat.

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

Actien-Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb
Oberhausen 2 Rheinland.

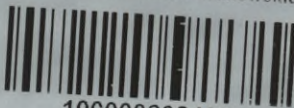
DAS SCHIEFSHEBEWERK auf SCHWIMMERN.



G. 46
18

G. 46 18

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298407

Gutehoffnungshütte,

Actien-Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb

zu

OBERHAUSEN 2 (Rheinland).

Das

Schiffshebewerk auf Schwimmern.

(Patent Prüsmann.)



Düsseldorf

Druck von August Bagel.

1892.

2. 4mk
2.09 1/2
Gy 46. 18.



II 31615

Akc. Nr. _____

2544/56

Mit wachsendem Güterverkehr tritt überall das Bestreben zu Tage, die Kosten der Frachten möglichst zu ermäßigen, also Verkehrswege zu schaffen, welche einen billigen Transport der Güter ermöglichen. Es kommen zu diesem Zweck in erster Linie Wasserwege in Frage, und die Beschaffung dieser Wasserwege, sei es durch Kanalisierung natürlicher Flussläufe, sei es durch Anlage neuer Schiffskanäle, steht heute überall zur Erörterung.

Bei der Erbauung von Schiffskanälen besteht eine Hauptschwierigkeit in der Ueberwindung gröfserer Niveau-Unterschiede.

Das älteste und bekannteste Mittel, um dieser Schwierigkeit Herr zu werden, ist die Anlage von Kammerschleusen, welche entweder in unmittelbarer Verbindung als gekuppelte Schleusen oder in mehrfacher Anordnung hintereinander als sog. Schleusentreppen zur Anwendung gekommen sind. Eine einfache Ueberlegung lehrt jedoch, dafs diese Anlagen mit verschiedenen schwerwiegenden Nachtheilen behaftet sind. In erster Linie geht bei jeder Durchschleusung der gesammte Wasserinhalt der Schleusenkammer für die obere Kanalhaltung verloren. Dieser Nachtheil ist in denjenigen Fällen sehr schwerwiegend, wenn die obere Kanalhaltung nur geringe Wasserzuflüsse hat oder mangels natürlichen Wasserzuflusses künstlich gespeist werden mufs, sowie wenn gröfsere Schiffe, also auch gröfsere Kammerschleusen, und diese bei starken Schleusen-gefällen, in Frage kommen. Das bei der Durchschleusung von der oberen in die untere Haltung überströmende Wasser mufs wieder aufgepumpt werden und entstehen somit Kosten, welche den Kanalbetrieb ganz wesentlich vertheuern.

Ist in Folge der natürlichen Terraingestaltung ein gröfseres Gefälle auf kurzer Strecke zu überwinden, so wird es erforderlich, da eine einzelne Schleuse nicht wohl mehr als 3—5 m Höhenunterschied ausgleichen kann, eine Reihe von Schleusentreppenförmig aneinander anschliefsend zu bauen. Eine solche Ausführung wird in der Anlage recht kostspielig, und der

Zeitaufwand, welchen die Durchschleusung eines Schiffes durch die Reihe der Schleusen erfordert, ist ein verhältnißmäßig bedeutender.

Zur Vermeidung dieser Uebelstände hat man versucht, die Höhenunterschiede in anderer Weise als durch die Einschaltung von Kammerschleusen zu überwinden, und zwar, indem man entweder eine schiefe Ebene anlegte, auf welcher die Schiffe, in Behältern schwimmend, oder auf Gerüsten abgestützt, mittels Wagen bewegt werden, oder indem man die Kanalschiffe mittels eines Schiffshebewerks lothrecht auf und ab bewegte.

Geneigte Ebenen sind für kleinere Schiffe z. B. des Elbing-Oberländischen Kanals von 50 bis 70 Tonnen Tragfähigkeit mit gutem Erfolge hergestellt worden, während die größeren unter den geneigten Ebenen und besonders die mit Wasser gefüllten Trogschleusen empfindliche Betriebsstörungen aufweisen. Bei heutigen Verkehrsverhältnissen, bei denen in den meisten Fällen Schiffe von bei Weitem größerer Tragfähigkeit, von 600 bis 1000 Tonnen, in Frage kommen, müssen die geneigten Ebenen bei näherem Vergleich mit den hydraulischen Hebewerken gänzlich zurückstehen, und zwar wegen der großen Last des auf Schienen zu bewegenden Troges, schwieriger Ausgleichung der Gegengewichte mit der fahrenden Trogschleuse und schwieriger Parallelsteuerung derselben bei quergeneigten Ebenen, der starken gefährlichen Schwankungen des Trogwassers bei den ungleichmäßigen Bewegungen, wie sie auf einer großen Anzahl Schienen nicht ausbleiben können, Unsicherheit in Bezug auf Erhaltung der Länge und Haltbarkeit der Seile oder Ketten, schwieriger Anfahrt an die Ober- und Unterhäupter der Kanälen bei wechselnden Wasserständen in denselben (bei sehr stark wechselnden Wasserständen ist aus diesem Grunde die Anwendung der schiefen Ebene ganz ausgeschlossen), mangelhafter Uebersicht des Führers über die große, mehrere hundert Meter lange und sehr breite Ebene, zeitraubender Fahrtdauer, kostspieligen Betriebes u. s. w. Alle diese Uebelstände werden sich durch Verbesserungen in den Einzelheiten der Construction, welcher Art dieselben auch sein mögen, nicht völlig beseitigen lassen; dieselben sind durch das System, durch die Gesamtanordnung der geneigten Ebenen bedingt, bei denen die Last auf einer übermäßig großen Anzahl mit schwerfälligen mechanischen Verbindungen versehenen und schwerlich gleichmäßig stützenden Punkten ruht und nur mit großen Reibungsverlusten bewegt werden kann. Bei hydraulischen Hebewerken hingegen kann die Last in verhältnißmäßig wenigen Punkten durch das

leicht und mit geringer Reibung bewegliche Wasser getragen und auf dem kürzesten lothrechten Wege gehoben oder gesenkt werden.

Anlagen geneigter Ebenen für die Hebung von Schiffen bis zu 300 Tonnen Tragfähigkeit, wie solche kürzlich in Belgien und Frankreich vorgeschlagen wurden, sind in Rücksicht auf die Schwerfälligkeit der Construction und in Rücksicht auf die Unsicherheit des Betriebes nicht zur Ausführung gelangt.*

Für grössere Schiffe kann demnach die Anwendung geneigter Ebenen nicht in Frage kommen.**

Die bisher ausgeführten Schiffshebwerke bei Anderton in England, bei Fontinettes in Frankreich und bei La Louvière in Belgien zeigen in ihrer Gesammtanordnung eine gewisse Aehnlichkeit. Bei jedem der genannten Hebewerke sind zwei Trogschleusen nebeneinander angeordnet, in welche die Schiffe einfahren und schwimmend gehoben oder gesenkt werden. Jede dieser Trogschleusen stützt sich auf einen unter der Mitte des Troges befindlichen Kolben, welcher länger als die Hubhöhe des Hebewerks ist. Die Kolben tauchen in Presscylinder, welche unter sich durch eine Rohrleitung verbunden sind. In diesen Presscylindern befindet sich das Druckwasser. Die Trogschleusen haben bei einer bestimmten Wasserfüllung des Troges stets das nämliche Gewicht, gleichviel ob sich ein Schiff in denselben befindet oder nicht, da das schwimmende Schiff stets ein Wasserquantum gleich dem Gewicht des Schiffes verdrängt. Es würden demnach, wenn man von dem Auftrieb der in das Druckwasser eintauchenden Massen der Kolben zunächst absieht, die beiden Trogschleusen sich stets das Gleichgewicht halten. Wird nun einem der Tröge ein Uebergewicht zugefügt, so wird sich dieser Trog senken, während gleichzeitig der zweite Trog aufsteigt. Dieses Uebergewicht wird dadurch herbeigeführt, daß man den Trog in seiner höchsten Stelle derart gegen die obere Haltung des Kanals anfahren läßt, daß der Wasserstand im Troge etwas niedriger als in der Kanalhaltung ist. Oeffnet man nach Abdichtung der Häupter die Schleusenthore, welche die Haltung

* Genie civil v. 29. Aug. 1891.

** Nach Gruson und Barbet (Étude sur les moyens de franchir les chutes des canaux 1890) werden die schlechten Erfahrungen bestätigt, welche mit geneigten Ebenen in England und Amerika bei Anwendung von Schleusentrögen gemacht wurden. Auch die Bestrebungen, die Seile und Ketten der geneigten Ebenen durch hydraulische Pressen zu ersetzen, sind nicht zweckmäfsig befunden worden, so daß den hydraulischen Hebewerken der Vorzug gegeben werden muß.

und den Trog abschließen, so wird ein gewisses, der Niveau-Differenz entsprechendes Wasserquantum in den Trog einströmen, welches genügend ist, um diesen Trog, sobald man die Ventile öffnet, welche die Verbindung der beiden Prefszylinder absperrn, zu senken. Dieses Wasserquantum muß derart bemessen sein, daß durch das Uebergewicht die Reibungswiderstände in den Führungen des Troges und in den Stopfbüchsen der Prefszylinder überwunden werden und daß ferner der Auftrieb der in das Prefswasser eintauchenden Kolben ausgeglichen wird. Der in der oberen Kanalhaltung bei jeder Hebung entstehende und unter Umständen nicht unbedeutende Wasserverlust ist durch dieses Uebergewichtswasser bedingt. Um denselben möglichst gering zu halten, ist bei dem Hebewerk von Fontinettes eine Compensationsvorrichtung angebracht, welche dazu dient, den Auftrieb der eintauchenden Kolbenmassen auszugleichen. Dieselbe besteht in seitlich angeordneten festen Hohleylindern mit gleichen Durchmesser, wie diejenigen der Kolben; diese Cylinder sind mit den Trögen durch teleskopartig bewegliche Rohre verbunden. Der Wasserstand im Cylinder ist also immer so hoch, wie derjenige in dem mit dem Cylinder verbundenen Troge. Senkt sich der Trog, so fließt das Wasser aus dem Cylinder in den Trog über und bedingt hierdurch eine Gewichtszunahme, welche gleich dem Auftrieb des eintauchenden Kolbens ist.

Die Tröge sind bei ihrer lothrechten Bewegung seitlich, in der Mitte oder an den Enden in Gleitbahnen geführt, welche den auf die beweglichen Theile wirkenden Winddruck aufzunehmen und Schwankungen derselben zu verhindern haben. Eine in dieser Weise bewirkte genaue und sichere Führung ist von wesentlicher Bedeutung, da anderenfalls in den Stopfbüchsen der Prefskolben Klemmungen und somit bedeutende Reibungsverluste entstehen würden.

Die Abmessungen und Verhältnisse der drei genannten Bauwerke werden durch folgende Zahlen dargelegt:

Hebewerk zu Anderton.

Abmessungen des Schleusentroges:

Länge	22,85 m
Breite	4,75 „
Wassertiefe	1,37 „
Hubhöhe	15,35 „
Tragfähigkeit der Schiffe . .	100 Tonnen.
Durchmesser der Prefskolben .	0,915 m
Pressung des Wassers in den Druckcylindern	37,2 Atm.

Hebewerk zu Fontinettes.

Abmessungen des Schleusentroges:

Länge	40,50 m
Breite	5,60 „
Wassertiefe	2,00 „
Hubhöhe	13,13 „
Tragfähigkeit der Schiffe . .	300 Tonnen.
Durchmesser der Presskolben .	2,00 m
Pressung des Wassers in den Druckcylindern	25,0 Atm.

Hebewerk zu La Louvière.

Abmessungen des Schleusentroges:

Länge	43,00 m
Breite	5,80 „
Wassertiefe	2,40 „
Hubhöhe	15,40 „
Tragfähigkeit der Schiffe . .	350 Tonnen.
Durchmesser der Presskolben .	2,00 m
Pressung des Wassers in den Druckcylindern	34,0 Atm.

Die Hauptschwierigkeit bei der Erbauung dieser hydraulischen Hebewerke liegt in der Herstellung und Verdichtung der großen, unter hoher innerer Pressung stehenden Druckcylinder. Die Pressen bei dem Hebewerk zu Anderton sind aus Gufseiseringen von 70 mm Wandstärke zusammengesetzt; die Dichtungen sind durch Ringe aus Bleidraht bewirkt. Bei dem Hebewerk von Fontinettes wurden die Cylinder nach langwierigen und kostspieligen Versuchen aus ungeschweiften, gewalzten Stahlringen von 55 mm Dicke hergestellt und im Innern mit einem aus einem Stück bestehenden Kupferfutter von 2,5 mm Stärke zum Zweck der Verdichtung ausgekleidet. Für das Hebewerk von La Louvière wurden die Pressen aus gufseisernen Cylinderstücken zusammengesetzt, welche auf ihrer ganzen Höhe durchstählerne Schrumpfringe von 50 mm Dicke und 152 mm Höhe abgebunden wurden; die Verdichtungen sind durch dünne Bleiplatten hergestellt.

Diese Schwierigkeiten werden sich natürlich bei größerem Gewicht der zu hebenden Schiffe vermehren und es scheint, daß bei Schiffen mit einer Tragfähigkeit von 600 bis 1000 Tonnen, welche bei normalem Betrieb, ohne Rücksicht auf Druckvermehrung bei Stößen, wohl Pressungen bis zu 50 Atm. und mehr in den Cylindern bei gleichzeitiger Vergrößerung der Cylinderdurchmesser bedingen würden, diese Schwierigkeiten wenn über-

haupt, so doch nur mit ganz aufsergewöhnlichen Kosten überwunden werden könnten.

In diesen hohen Pressungen des Druckwassers liegt auch für die Sicherheit des Betriebs eine große Gefahr. Wenn man bedenkt, daß schon bei Rohrleitungen und Accumulatoren-Anlagen mit wesentlich geringeren Pressungen Brüche nicht zu den Seltenheiten gehören und erfahrungsgemäß bei aller Sorgfalt der Ausführung nicht mit Sicherheit zu vermeiden sind, so ist es einleuchtend, daß diese großen Cylinder mit dem gewaltigen Druck von 50 Atm. eine dauernde Gefahr für den Betrieb bilden. Diese Gefahr ist um so ernstlicher, als ein Bruch der Cylinder ein Abstürzen der Trogschleusen mit den in denselben befindlichen Schiffen und Personen zur Folge haben wird und somit eine Gefährdung an Gut und Leben bedingt. Thatsächlich ist denn auch bereits bei dem Hebewerk von Anderton am 18. April 1882 ein solcher Bruch eines Presscylinders vorgekommen und es ist nur dem glücklichen Zusammentreffen einer Reihe von Umständen zuzuschreiben, daß in diesem Falle ein größeres Unglück vermieden wurde.

Diese Bedenken bezüglich der Sicherheit des Betriebs sind es in erster Linie, welche dazu führen müssen, dem im Nachfolgenden beschriebenen Hebewerk auf Schwimmern den Vorzug vor Hebewerken mit Druckwasser zu geben.

Aber noch eine Reihe weiterer Nachtheile, welche die bisher gebauten Hebewerke besitzen, fallen sofort in die Augen. Es ist erforderlich, bei diesem System der Hebewerke sofort zwei Trogschleusen neben einander zu bauen, welche sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, obgleich vielleicht der Verkehr des Kanals eine solche Doppelanlage zunächst durchaus nicht erfordert. Für Schiffe größerer Tragfähigkeit, welche natürlich auch größere Trogschleusen bedingen, würde es nicht mehr durchführbar sein, die letzteren mit nur einem mittleren Presskolben zu stützen, vielmehr wird die Unterstützung in mehreren Punkten geboten sein und hieraus ergeben sich bei dem System des Presswasserbetriebes ernste Schwierigkeiten. In Rücksicht auf die durch Temperaturschwankungen bedingten Längenänderungen der Eisenconstruction wird es nicht zulässig sein, die Trogschleusen fest mit den Kolben zu verbinden, vielmehr wird man eine bewegliche Auflagerung vorsehen müssen. Abgesehen davon, daß es als ein Nachtheil zu betrachten ist, wenn die ganze Construction nicht ein einziges starres System bildet, ist zu bedenken, daß für jede Bewegung der Auflagerung eine gewisse Reibung überwunden werden muß und daß die hierdurch bedingten Horizontalkräfte

ein Klemmen der Kolben in den Stopfbüchsen hervorrufen werden. Auch die unter Umständen auftretende excentrische Lagerung der Troglast auf den Kolben wird ein Kippen und hiermit ebenfalls ein Klemmen in den Stopfbüchsen bedingen.

Die hier angeführten Umstände, sowie noch weitere schwer ins Gewicht fallende Nachtheile, auf welche zum Schluß dieser Schrift noch näher eingegangen werden soll, führten dazu, ein Schiffshebewerk auf Schwimmern zu construiren, welches bezüglich der Kosten der Anlage, der Kosten des Betriebs, der Sparsamkeit des Wasserverbrauches und der Sicherheit des Betriebs den Schiffshebewerken des älteren Systems bei Weitem überlegen ist.

Die Ausbildung dieses Schiffshebewerks auf Schwimmern sei in Nachstehendem kurz dargelegt und zwar möge zunächst die Wirkungsweise des Apparats mehr schematisch erläutert und sodann auf die wirkliche Ausführung näher eingegangen werden.

In einem mit Wasser gefüllten Brunnen (s. Seite 10) befinde sich ein allseitig geschlossener Luftbehälter *A*, der sogenannte Schwimmer, welcher bei der Bewegung des Systems stets unter Wasser bleibt. Mit diesem Schwimmer sei durch eine Eisenconstruction der Schleusentrog *T* verbunden. Das Gewicht des letzteren ist, wie schon vorhin erwähnt, stets das nämliche, gleichviel ob sich ein Schiff in demselben befindet oder nicht. Da auch der Auftrieb des Schwimmers stets constant bleibt, so wird, wenn man den Schwimmer derart bemißt, daß der Auftrieb desselben gleich dem Gewichte der Eisenconstruction und der Wasserfüllung des Troges ist und zunächst von dem Auftrieb der Verbindungstheile zwischen Schwimmer und Trog, welche abwechselnd in das Brunnenwasser ein- und austauschen, absieht, das ganze System in jeder Lage im Gleichgewicht sein.

Ein geringes Uebergewicht, welches man dem Troge zufügt, würde bewirken, daß das System sich senkt, während eine Verminderung der Troglast ein Aufsteigen des Apparates zur Folge haben würde. Dieses Uebergewicht, bezw. diese Lastverminderung des Troges wird dadurch erzielt, daß man, wie bei den älteren Schiffshebewerken, das System in seiner höchsten Stellung derart gegen die obere Kanalhaltung anfahren läßt, daß der Wasserstand im Troge etwas niedriger, als im Kanal ist, also beim Oeffnen der Abschlußthüren Wasser vom Kanal in den Trog einfließt, während die unterste Stellung des Systems derart geregelt wird, daß der Wasserstand im Troge um ein Weniges höher ist, als der der unteren Kanalhaltung, also bei einem Oeffnen der Thore eine Wasserverminderung des Troges stattfindet.

Natürlich ist es erforderlich, daß man die Bewegung des Apparates in jedem Augenblick in der Hand hat. Um dieses zu erreichen, ist die Verbindungsconstruction zwischen Schwimmer und Trog als rings geschlossener Cylinder ausgebildet, dessen Innenraum mit dem Brunnenwasser nur durch das Ventil *V* in

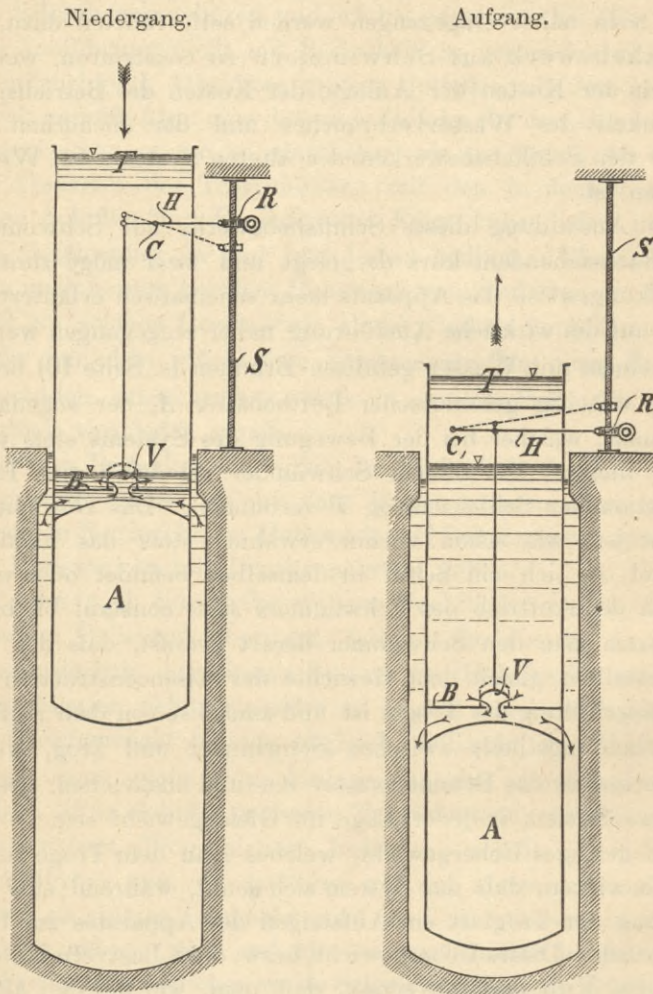


Fig. 1.

Fig. 2.

Verbindung steht. Öffnet man dieses Ventil, so wird, je nachdem der Auftrieb des Schwimmers oder die Troglast überwiegt, eine aufwärts oder abwärts gerichtete Bewegung des Apparates eintreten, deren Geschwindigkeit durch das Maafs, um welches das Ventil geöffnet wird, geregelt werden kann, während bei geschlossenem Ventil Stillstand eintritt.

Die Wirkungsweise des Hebewerks ist nun, wenn man immer noch von dem Volumen der abwechselnd ein- und austauchenden Massen, also von dem Volumen der Cylinderwandungen absieht, die folgende:

Der Apparat sei in seiner höchsten Stellung angefahren und das Ventil sei geschlossen. Der Wasserstand in der Trogschleuse ist um ein Weniges niedriger, als der der oberen Kanalhaltung. Im Innern des Cylinders wird das Wasser etwas höher stehen, als im Brunnen, aus Gründen, die sogleich erörtert werden sollen. Man öffnet nun, nach Abdichtung der einander gegenüberstehenden Trog- und Kanalhäupter, die Thore, um das Schiff ein- oder auszulassen. Hierbei wird Wasser aus dem Kanal in den Trog übertreten; die hierbei entstehenden Schwankungen des Wassers im Troge sind so gering, daß es nicht erforderlich ist, mit dem Oeffnen der Thore bis zur Ausgleichung der Wasserspiegel durch Schützenöffnungen zu warten. In Folge der Lastvermehrung wird sich das ganze System um ein geringes Maß senken und hierdurch gleichzeitig das Wasser im Brunnen steigen, so daß jetzt im Cylinder das Wasser tiefer steht, als im Brunnen. Es ist der Zustand erreicht, welcher in Fig. 1 dargestellt ist. Die geringe Bewegung des Systems, während dasselbe mit der Kanalhaltung in Verbindung steht, kann erfolgen, ohne daß die Abdichtung zwischen Kanal und Trogschleuse unterbrochen wird, da diese Dichtung durch mit Druckwasser gefüllte, nachgiebige Gummischläuche bewirkt wird, auf welche später noch genauer eingegangen werden soll. Oeffnet man nun, nachdem die Thore wieder geschlossen sind, das Ventil, so wird sich der Apparat in Folge der Ueberlast des Troges senken; das Wasser wird aus dem Brunnen in das Innere des Cylinders überströmen und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche der Wasserstands-differenz zwischen dem Brunnenwasser und dem Wasser im Innern des Cylinders entspricht.

In seiner tiefsten Lage angekommen, wird der Apparat derart zum Stillstand gebracht, daß der Wasserspiegel im Schleusentroge etwas höher als derjenige im Unterkanal steht. Das Ventil ist geschlossen. Das Wasser im Cylinder steht noch immer entsprechend der unterbrochenen Abwärtsbewegung tiefer als im Brunnen. Oeffnet man die Schleusenthore, so strömt Wasser aus dem Troge in die untere Kanalhaltung. Der Apparat führt eine kleine, aufwärts gerichtete Bewegung aus, durch welche in umgekehrter Wirkung, wie bei dem Einlassen des Uebergewichtswassers in der höchsten Lage der Schleuse, das Wasser im Cylinder sich höher stellt, als im Brunnen. Es

ist nun der in Fig. 2 gezeichnete Zustand erreicht. Oeffnet man jetzt das Ventil, so wird Wasser aus dem Cylinder in den Brunnen überfließen und das ganze System wird sich heben, bis schliesslich der Zustand erreicht ist, von welchem bei diesen Betrachtungen ausgegangen wurde.

In dieser Weise würde der Apparat allen Anforderungen entsprechend functioniren, wenn man es nur mit einer einzigen Unterstützung der Trogschleuse, also nur mit einem Brunnen zu thun hätte. Sollen grössere Schiffe mit einer Tragfähigkeit von 600 bis 1000 Tonnen gehoben werden, so ist es jedenfalls erforderlich, den Schleusenkasten in mehreren Punkten zu unterstützen, und hiermit wird die Frage der gleichmässigen Bewegung der verschiedenen Schwimmer, welche natürlich unbedingt gefordert werden muß, zur Erörterung gestellt.

Die Seitenschwankungen um die Längsaxe des Troges, wie solche durch den Winddruck hervorgerufen werden könnten, werden verhindert, erstens durch Rollen an den oberen Rändern sämmtlicher Brunnen, durch welche die Cylinder geführt werden, und ferner durch feste vertikale, bis über die obere Kanalhaltung reichende Seitenführungen, welche zu beiden Seiten des Apparats an den Enden des Schleusentroges angeordnet sind. Diese Führungen bieten sämmtlich nach der Längsrichtung genügenden Spielraum, um eine Ausdehnung der Eisenconstruction in Folge von Temperaturänderungen zu gestatten.

Schwankungen um die Queraxe des Schleusentroges sind nur möglich, wenn die verschiedenen Schwimmer verschieden tief eintauchen, also die Bewegung derselben eine ungleichförmige ist.

Um diesen Schwankungen entgegen zu wirken, sind zunächst die oberen Brunnenränder verengt, so daß zwischen diesen und den Cylindern nur ein schmaler Brunnenspalt bleibt (vergl. Fig. 1 und 2). Senkt sich einer der Schwimmer in Folge vorübergehend einseitig wirkender Lasten, so wird dadurch sofort eine Erhöhung des Wasserstandes im Brunnen eintreten, welche, da die Wasseroberfläche im Brunnenspalt im Verhältniß zum Querschnitt des Cylinders sehr klein ist, wesentlich grösser als die Senkung des Schwimmers sein muß. Durch diese Erhöhung des Wasserstandes im Brunnen wird aber sofort ein grösserer Auftrieb erzeugt, so daß also jeder anormalen Senkung des Schwimmers unmittelbar durch Vergrößerung des Auftriebes energisch entgegen gewirkt wird.

Diese durch die Anordnung des Brunnenspaltes erzielte Wirkung erscheint aber allein zur Verhinderung der Schwankungen nicht ausreichend. Bei geöffneten Ventilen, d. h. während der

Bewegung des Hebewerks und bei andauernder Wirkung von Kräften, welche eine Schrägstellung des Apparats herbeizuführen suchen, würde ein allmählicher Ausgleich der Wasserstandsdifferenz zwischen Brunnen und Cylinder eintreten und damit die günstige Wirkung der Brunnenspalte vollständig aufgehoben werden.

Seitlich angeordnete feste Führungen haben den Nachtheil, die Reibungswiderstände der Bewegung wesentlich zu vergrößern, da bei eingetretener Schiefstellung, welche das nach einer Seite fließende Wasser des Schleusentrogcs zu erhalten strebt, sofort ein Klemmen eintritt. Besonders aber spricht gegen diese festen Führungen der Umstand, daß dieselben immer erst zur Wirkung kommen, nachdem ein geringes Schiefstellen des Apparats bereits eingetreten ist, denn es muß als unausführbar bezeichnet werden, Führungen von solchen Längen, wie die hier in Frage kommenden, ohne jeglichen Spielraum zu montiren und dauernd in dieser genauen Lage zu erhalten. Wird aber ein geringes Schiefstellen des Apparats zugelassen, so wird in Folge des hierbei nach einem Ende des Troges hinfließenden Wassers diese anormale Stellung für die ganze Dauer der Bewegung anhalten und somit ein Zustand hervorgerufen, welcher bei den gewaltigen in Bewegung befindlichen Massen unbedingt vermieden werden muß.

Man wird allerdings in der Mitte des Apparats, zu beiden Seiten desselben, feste Führungen anzuordnen haben, welche erst nach Erreichung eines bestimmten Grades der Schiefstellung, sowie ausnahmsweise bei Unfällen zur Wirkung kommen sollen, in welchen sich jedoch die Gleitstücke mit Spielraum bewegen. Die Hebung und Senkung des Apparats muß dann durch andere Mittel so gleichförmig und ruhig gehalten werden, daß im Allgemeinen die Gleitstücke überhaupt nicht zur Berührung mit den Führungen kommen.

Um eine solche ruhige und gleichmäßige Bewegung des Hebewerks zu gewährleisten, ist es erforderlich, eine Parallelsteuerung anzuordnen, welche nicht erst, wie alle mechanischen Parallelführungen, zur Wirkung kommt, nachdem eine geringe Schrägstellung bereits eingetreten ist, sondern welche einer solchen Schrägstellung schon im Entstehen entgegenwirkt.

Das Princip dieser Parallelsteuerung sei nachstehend kurz erörtert. Wie dieselbe thatsächlich projectirt ist, soll weiter unten dargelegt werden.

Seitlich neben den Cylindern wird eine feste Schraubenspinde S (Fig. 1 und 2) angeordnet; auf derselben bewegt sich

ein mit Muttergewinde versehenes Schneckenrad R , welches durch eine eingreifende Schnecke gedreht und damit auf der Spindel auf und nieder bewegt werden kann. Mit dem Schneckenrad durch ein Gelenk verbunden ist der Hebel H , welcher beim Niedergang des Apparats (Fig. 1) seinen festen Punkt in C hat. Dieser Drehpunkt C ist mit dem Cylinder verbunden und wird sich mit diesem bewegen. An dem Hebel hängt das Ventil V .

Wird nun die Schnecke gedreht, so daß sich das Rad R auf der Spindel abwärts bewegt, so öffnet sich, wie in Fig. 1 punktiert angedeutet, das Ventil. Es wird Wasser aus dem Brunnen in den Cylinder einströmen und der Apparat sich senken. Hört man mit der Drehung der Schnecke auf, so wird zunächst der Apparat mit dem Drehpunkt C seine Abwärtsbewegung noch um ein Geringes fortsetzen, bis der Hebel H wieder eine horizontale Lage angenommen hat. Alsdann ist aber das Ventil wieder geschlossen und damit die Bewegung unterbrochen.

Man erkennt, daß diese Einrichtung zunächst den Vortheil bietet, daß der Apparat, sich selbst überlassen, in jeder Lage sofort zum Stillstand kommt. Sobald der Führer die Schnecke nicht mehr andreht, hört jede Bewegung auf. Auch die Geschwindigkeit der Bewegung hat der Führer vollständig in der Hand; man erkennt, daß sich der Apparat niemals schneller senken kann, als wie das durch den Führer gedrehte Rad sich auf der Spindel abwärts bewegt.

Diese Einrichtung bietet also für die Sicherheit des Betriebes die allergrößte Gewähr. Unbeabsichtigte Bewegungen des Apparats, wenn dieser durch Nachlässigkeit des Führers sich selbst überlassen bleibt, sind ausgeschlossen.

Man erkennt aber auch, daß diese Einrichtung eine Parallelsteuerung des Hebewerks in vortrefflichster Weise bewirkt. Sind verschiedene Schwimmer vorhanden und werden sämtliche Schneckenräder R gleichmäÙig etwa durch Antrieb derselben Welle abwärts bewegt, so müssen auch sämtliche Schwimmer sich gleichmäÙig senken. Eilt einer der Cylinder vor, so wird sich bei diesem sofort die Ventilöffnung verengen, wodurch die Bewegung verzögert wird. Ein ruhiger, durchaus gleichmäÙiger Gang des ganzen Hebewerks ist hiermit gewährleistet.

Bei der Aufwärtsbewegung des Apparats wird durch Umlegung einer Coulisse der Drehpunkt C des Hebels nach C_1 verlegt (s. Fig. 2). Die Wirkungsweise des Steuerapparates ist dann genau die gleiche, wie bei der Abwärtsbewegung.

Die Einfügung dieser Parallelsteuerung ist es, welche dem Hebewerk auf Schwimmern erst seine große praktische Bedeutung und Anwendbarkeit sichert. Mit dieser Steuerung ausgerüstet, bietet das Hebewerk bezüglich der Sicherheit des Betriebes die denkbar größte Garantie und übertrifft in dieser Beziehung die oben erwähnten Hebewerke mit Presswasserbetrieb bei weitem. Rechnet man hierzu die vielen anderen Vortheile, welche dieses neue System bietet und welche zum Theil schon angedeutet, zum Theil noch zu erörtern sind, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß diese Hebewerke auf Schwimmern mit Parallelsteuerung alle übrigen Systeme verdrängen werden.

Bei den ganzen bisherigen Betrachtungen ist vorausgesetzt worden, daß die abwechselnd ein- und austauchenden Eisentheile, also die Wandungen des Cylinderraumes kein Volumen hätten; der durch das Eintauchen dieser Massen in das Brunnenwasser bedingte Auftrieb ist bisher vernachlässigt worden. Thatsächlich ist jedoch ein solches Volumen natürlich vorhanden, und wenn man nicht in anderer Weise dafür sorgt, den Auftrieb constant zu erhalten, so würde derselbe mit zunehmender Tauchung des Apparates sich vergrößern. Es würde dann erforderlich sein, das Uebergewichtswasser, welches dem Troge in seiner höchsten Stellung zugeführt wird, derart zu bemessen, daß es nicht nur im Stande ist, durch sein Gewicht die Reibungswiderstände der Bewegung, sondern auch den Auftrieb der eintauchenden Eisenmassen zu überwinden. Zur Ueberwindung dieses Auftriebes ist ein bei weitem größeres Wasserquantum, als zur Ueberwindung der Reibungswiderstände erforderlich, und da die Wasserersparniß, wie anfangs bemerkt, von großer Bedeutung sein kann, so scheint es empfehlenswerth, ein Mittel anzuordnen, um die Veränderlichkeit des Auftriebes auszugleichen.

Die bei dem Hebewerk von Fontinettes angebrachte Compensationsvorrichtung scheint wegen der Langsamkeit des Wasser- ausgleichs, sowie in Rücksicht auf die zu Reparaturen Veranlassung gebenden, teleskopartig in einander verschiebbaren oder gelenkartig verbundenen Wasserrohre wenig empfehlenswerth, weshalb diese Vorrichtung bei dem später in La Louvière erbauten Hebewerk nicht zur Anwendung gekommen ist und auch in Fontinettes außer Betrieb gestellt wurde. Ein sehr viel einfacheres und sicher wirkendes Mittel ist für den vorliegenden Fall eines Schwimmerhebewerks die Anordnung eines Luftausgleichers.

Mit den beweglichen Theilen des Apparats werden ein oder mehrere Kasten in Verbindung gebracht, welche an den Seiten und oben rings geschlossen sind, während durch den Boden der-

selben unmittelbar oder durch ein Zuflußrohr das Wasser des Brunnens von unten her in die Kasten eintreten kann. Man wird diese Kasten im unteren Theile des Cylinders einbauen können, wie Fig. 3 zeigt, und zwar wird man dieselben in

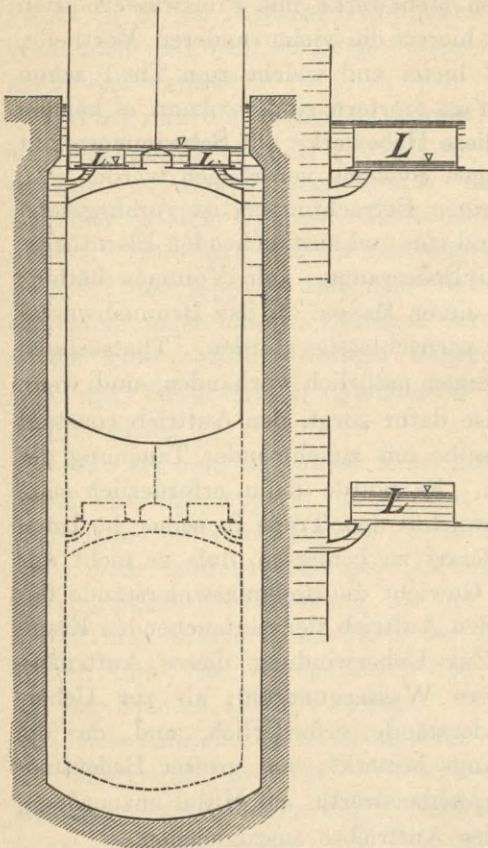


Fig. 3.

Rücksicht auf möglichst starke Wirkung u. leichte Zugänglichkeit soweit wie thunlich nach oben anordnen, aber so, daß sie auch bei höchster Stellung des Apparats unter Wasser bleiben. In den Kasten ist Luft eingeschlossen, welche unter einer Pressung steht, die dem Drucke der darüber ruhenden Wassersäule, deren Höhe gleich der Entfernung des Wasserspiegels in den Kasten, von der Oberfläche des Wassers im Brunnen ist, entspricht. Da bei verschiedenen Höhenstellungen des Apparats die Höhe dieser Wassersäule ebenfalls verschieden ist, so wird auch die Pressung, welche auf die eingeschlossene Luft ausgeübt wird, mit der Lage des beweglichen Apparats veränderlich sein. Die

Kasten *L* (Luftausgleicher) bedingen einen Auftrieb, welcher gleich ist dem durch das in den Kasten eingeschlossene Luftvolumen verdrängten Wasserquantum. Taucht der Apparat tiefer in das Brunnenwasser ein, so wächst die Pressung auf die in den Kasten eingeschlossene Luft; das Volumen der Luft verkleinert sich und damit vermindert sich der Auftrieb, welcher durch die Luftausgleicher bewirkt wird. Bei zunehmender Tauchung des Apparats wird der Gesamtauftrieb desselben durch das Volumen der eintauchenden Eisenconstruktionen vergrößert und durch die Zusammenpressung der in den Luftausgleichern eingeschlossenen Luft verkleinert. Es ist ein-

leuchtend, daß man den Kasten eine solche Größe und Form geben kann, daß diese beiden Wirkungen sich bei jeder Lage des Apparats gegenseitig aufheben, so daß also der Gesamtauftrieb des Systems immer constant bleibt.

Durch Einfügung der Luftausgleicher wird der Wasserverbrauch bei einem Hebewerk auf Schwimmern in einfachster Weise auf ein Mindestmaass beschränkt. Von dem Quantum des Betriebswassers hängt natürlich auch die Zeit ab, welche erforderlich ist, um dasselbe in den Schleusentrog einströmen bzw. aus dem Troge abfließen zu lassen. Bei Anordnung des Luftausgleichers wird nun das Quantum des erforderlichen Betriebswassers soweit ermäßigt und werden in Folge dessen die Unterschiede zwischen den Wasserständen in den Kanalhaltungen und dem Wasserstande im Schleusentroge so gering, daß es, wie schon erwähnt, überhaupt nicht mehr erforderlich ist, mit dem Oeffnen der Thore auf die Ausspiegelung der Wasserstände durch Schützenöffnungen zu warten, da die durch das einströmende Wasser bedingten Schwankungen nur sehr gering und ungefährlich sind. Die Anordnung des Luftausgleichers ergibt demnach zugleich eine Ersparnis in der Zeitdauer, während welcher die Trogschleuse mit den Kanalhaltungen verbunden bleiben muß. Ein weiterer Vortheil wird, wenn eine solche, den Auftrieb constant erhaltende Vorrichtung mit der Schleuse verbunden ist, dadurch geboten, daß die Bewegung der letzteren während der ganzen Fahrt mit gleicher Geschwindigkeit erfolgen kann. Da man im Allgemeinen eine bestimmte Maximalgeschwindigkeit nicht überschreiten wollen, so wird die Zeitdauer der Fahrt natürlich am kürzesten sein, wenn dieselbe mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zurückgelegt wird. Also auch bezüglich der Zeit, welche die Fahrt selbst erfordert, wird durch die Anordnung der Luftausgleicher eine Ersparnis erzielt.

Da nun, wie sich aus späteren Ausführungen ergeben wird, die Luftausgleicher sich nur bei der hier beschriebenen Schwimmerschleuse, nicht aber bei anderen hydraulischen Hebewerken anbringen lassen, so folgt hieraus sowohl bezüglich des Wasserverbrauchs, wie bezüglich der Zeitdauer eine wesentliche Ueberlegenheit des neuen Apparats über die älteren Constructionen.

Nachdem im Vorstehenden die Wirkungsweise des Hebwerks auf Schwimmern im Princip dargelegt ist, soll dasselbe nachfolgend als Bauwerk beschrieben werden und zwar an der Hand der angehefteten Zeichnungen Blatt Nr. 1 und 2, welche

ein Schiffshebewerk für Schiffe von 600 bezw. 1000 Tonnen Tragfähigkeit darstellen.*

Wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, besteht das Schiffshebewerk im Wesentlichen aus 2 Theilen, nämlich aus dem beweglichen Theil, welcher das zu befördernde Schiff aufnimmt und mit demselben die lothrechte Auf- oder Abwärtsbewegung ausführt, und zweitens aus dem mit dem Erdboden fest verbundenen Theile.

Der bewegliche Theil setzt sich zusammen aus dem Schleusentrog, in dessen Wasserfüllung schwimmend das Schiff befördert wird, den Schwimmern und der zwischen beiden angeordneten, mit Cylindermänteln umgebenen Stützenconstruction.

Der Schleusentrog ist ein aus Blechplatten gebildeter Kasten, welcher für Schiffe von 600 bis 1000 Tonnen Tragfähigkeit eine Länge von etwa 68 bis 80 m bei einer Breite von 8,6 bis 10,5 m, und eine Wassertiefe von ca. 2,5 m hat; der Boden und die Seitenwände des Troges sind kräftig ausgesteift. Diese ganze Kastenconstruction ruht auf eisernen Querträgern, welche ihrerseits unmittelbar auf die Stützenconstruction der Cylinderwandungen aufgelagert sind (vergl. Blatt 1).

Um den Schleusentrog vor Verbiegungen zu schützen, wie solche durch ungleichmäßige Bewegung der einzelnen Schwimmer oder bei Betriebsunfällen entstehen könnten, sind beiderseits desselben hohe kräftige Hauptträger angeordnet, welche sich über die ganze Länge des Troges erstrecken und als Fachwerk construirt sind. Die Querträger, auf welchen der Schleusentrog aufruhet, sind an die Untergurte dieser Fachwerksträger angeschlossen, während die Obergurte derselben durch eine kräftige horizontale Vergitterung verbunden sind, so daß die Construction auch horizontalen Kräften gegenüber ausreichende Steifigkeit besitzt.

Der Abschluß des Schleusentroges an den Enden erfolgt durch eiserne Aufzugsthore; dieselben sind in Nischen geführt und werden durch den Druck des im Troge befindlichen Wassers gegen Gummiwulste gedrückt, welche in den Nischen befestigt sind.

Die zwischen dem Schleusentrog und den Schwimmern befindlichen Cylinder werden, da dieselben zur Uebertragung der Last des Schleusentroges auf die Schwimmer dienen, aus

* Das auf Blatt 1 dargestellte Schiffshebewerk ist für den Elster-Saale-Kanal und dasjenige auf Blatt 2 auf Veranlassung der Königlichen Kanal-Commission in Münster zum Zweck des Kostenvergleichs gegenüber einem Hebewerk mit Mittel-Schwimmern entworfen.

kräftigen Vertikalstützen und Ringsteyfen gebildet, welche mit Blech ummantelt sind. Die vertikalen Stützen tragen mit ihren oberen Enden unmittelbar die eisernen Querbalken, auf denen der Schleusentrog ruht, während dieselben mit ihren unteren Enden sich auf die Decke der Schwimmer aufsetzen und innerhalb der letzteren ihre Fortsetzung als Aussteifungen finden.

Die Schwimmer sind als cylindrische Hohlkörper mit gewölbter Decke und gewölbtem Boden aus Blechplatten wasserdicht zusammen genietet und im Innern kräftigst durch eiserne Ringe und Träger verstärkt.

Oberhalb der Schwimmerdecke ist in dem Cylinder ein Boden *B* (s. Textfiguren S. 10 und Blatt 1) eingesetzt. Durch Oeffnungen im Cylindermantel steht der Raum zwischen diesem Boden und der Schwimmerdecke mit dem Brunnenwasser in Verbindung. Eine mittlere Oeffnung im Boden *B*, welche durch ein Ventil geschlossen werden kann, gestattet dem Brunnenwasser den Eintritt in den Cylinder. Durch die Stellung dieser Ventile wird, wie in den voraufgegangenen allgemeinen Erörterungen dargelegt wurde, die Bewegung des ganzen Systems geregelt. Jeder Schwimmer ist noch mit einer kleinen Vorrichtung ausgerüstet, welche zum Auswerfen von Leckwasser oder auch zum Einpumpen von event. erforderlichem Ballastwasser dient.

Von den Theilen, welche mit dem Boden in fester Verbindung stehen, sollen zunächst die Brunnen erörtert werden. Die Zahl und die Abmessung derselben richtet sich erstens nach der Zahl und der Gröfse der Schwimmer, welche die Last der beweglichen Theile zu tragen haben, und sodann nach der Hubhöhe des Systems. Die Last der beweglichen Theile ist natürlich mittelbar bedingt durch die Gröfse der zu befördernden Schiffe. Selbst für die grössten Kanalschiffe bis zu 1000 Tonnen Tragfähigkeit werden etwa 5 mittlig angeordnete Schwimmer ausreichen, wie Blatt 1 zeigt.

Für die Anordnung der Brunnen kann aber aufser den genannten Gesichtspunkten auch noch die Beschaffenheit des Baugrundes von ausschlaggebender Bedeutung sein. Ordnet man die Brunnen mittlig unter dem Schleusentroge an, so muß die Tiefe derselben natürlich gleich der Hubhöhe des Apparats vermehrt um die Höhe der eigentlichen Schwimmer sein. Ist nun wegen der Beschaffenheit des Baugrundes die Abteufung der Brunnen bis zu dieser Tiefe nicht mehr mit Vortheil ausführbar, so kann die auf Blatt 2 dargestellte Anordnung der Schwimmer seitlich vom Schleusentrog zweckmäfsig werden. Hierbei ist nur

die untere Hälfte der Brunnen in den Boden zu versenken, während der obere Theil durch einen Eisenmantel, welcher gegen Einfrieren des Wassers mit Cementputz auf Eisenstangen, Drahtgewebe oder dergl. zu umgeben ist, gebildet wird. Diese Anordnung macht natürlich die Verwendung einer größeren Zahl von Schwimmern nothwendig, welche dafür eine entsprechende Verminderung ihrer Abmessung erfahren können.

Auf die Construction der beweglichen Theile ist diese Anordnung nur insofern von Einfluß, als alsdann natürlich der Schleusentrog nicht mehr direct auf die Vertikalstützen der Cylinder gelagert werden kann, es vielmehr erforderlich ist, den Schleusentrog an großen Querträgern aufzuhängen, welche auf den Köpfen der seitlichen Cylinder ihr Auflager finden. Aus Blatt 2 ist diese Construction zu ersehen.

Die Brunnen werden als Schächte abgeteuft und mit einem Mantel und Boden aus Mauerwerk oder Beton ausgekleidet. Zur besseren Wasserdichtigkeit kann man eine Asphaltschicht in die Wandungen einmauern. Unter ungünstigen Verhältnissen findet noch ein innerer Mantel aus Eisenblech Verwendung. Der obere Rand der Brunnen wird zur Bildung des oben erwähnten Brunnenspaltes mit einem eisernen Ringe versehen. Der zwischen demselben und dem Cylindermantel verbleibende schmale Spalt-raum erhält eine lichte Weite von etwa 100 bis 130 mm; dieses Maafs genügt, um der schwimmenden Schleuse die Möglichkeit zu lassen, sich unter dem Einflusse von Temperaturänderungen ungehindert auszudehnen oder zusammen zu ziehen. Durch solche Längenänderungen wird die Wirkung des Hebewerks in keiner Weise beeinträchtigt. Zu erwähnen ist noch, daß die Brunnen sämmtlich oder gruppenweise durch eine sehr enge Leitung communicirend verbunden sind, um innerhalb längerer Zeiträume Verschiedenheiten der Wasserstände, wie solche bei Wasser-verlusten einzelner Brunnen auftreten können, auszuspiegeln. Bei einer plötzlichen Schrägstellung des beweglichen Systems, welcher die Brunnen, wie anfangs dargelegt, durch eine bedeutende Vergrößerung des Auftriebes der zu tief eingetauchten Schwimmer entgegenwirken, kommen die erwähnten Verbindungsrohre nicht in Betracht, da der Querschnitt derselben, wie gesagt, nur sehr klein ist. Sind Besichtigungen oder Reparaturen an den Brunnen oder an den Außenflächen der Schwimmer erforderlich, so muß der betreffende Brunnen ausgepumpt werden. Die Fachwerk-träger neben dem Schleusentrog sind stark genug bemessen, um den ganzen Apparat bei Verminderung der Wasserfüllung des Troges durch die übrigen Schwimmer tragen zu lassen.

Die Eisentheile des Hebewerks bieten, namentlich in den höheren Stellungen desselben, dem Winde sehr erhebliche Angriffsflächen dar, so daß es durchaus nöthig ist, in ausgiebiger Weise für Aufnahme des Winddrucks zu sorgen. Es sind deshalb Führungen mehrfacher Form und Art anzuwenden. An den eisernen Ringen, welche den oberen Rand der Brunnen bilden, sind in der zur Längsaxe des Hebewerks senkrechten Vertikalebene je 2 Rollen angebracht, durch welche die Cylinder geführt werden und mittels welcher sie den auf sie ausgeübten Winddruck auf die Brunnenwände abgeben.

Der auf den Schleusentrog und den oberen Theil der Eisenconstruction des schwimmenden Systems senkrecht zur Längsaxe desselben ausgeübte Winddruck wird durch die zwischen den Gurtungen der Hauptträger liegenden Horizontalverbände auf 2 große Führungsböcke übertragen, von denen an jedem Ende des Hebewerks einer aufgestellt ist. Diese Führungen bestehen aus starken eisernen Trägern, welche durch große Fachwerkpfeiler gehalten werden. Kleinere Druckkräfte, wie sie bei mäßigem Winde auftreten, werden durch Führungsrollen übertragen, welche mit Federn versehen sind, die eine Kraftübertragung bis zu einem bestimmten Höchstbetrage ermöglichen. Bei Ueberschreitung dieses Druckes geben die Federn soweit nach, daß neben den Rollen befindliche Gleitlager zum Anliegen kommen und die Uebertragung der Kräfte auf die Führungen bewirken. Durch die oben gekennzeichneten Rollen an den Brunnenrändern und diese Führungen werden alle senkrecht zur vertikalen Längsebene wirkenden Kräfte aufgenommen.

Zur Aufnahme des in der Längsrichtung des Hebewerks auf die schwimmende Schleuse ausgeübten Winddrucks, oder sonstiger in dieser Richtung wirkenden Kräfte, sowie zur Verhinderung größerer Schwankungen um eine Queraxe, wie sie bei Betriebsunfällen vorkommen können, wird in der Mitte des Hebewerks, zu beiden Seiten desselben, eine kräftige Führung angebracht, welche durch Rollen und Gleitflächen in derselben Weise zur Wirkung kommt, wie die Endführungen. Bei Längenänderungen der schwimmenden Schleuse, wie sie durch Temperaturschwankungen veranlaßt werden, liegt dieselbe an der Mittelführung fest, während die Endführungen, welche nur zur Aufnahme von Querkräften construirt sind, eine unbehinderte Verschiebung der Schleusenenden gestatten.

Die Kanalhäupter sind aus Mauerwerk, oder wenn das Hebewerk an eine eiserne Kanalbrücke grenzt, aus Eisen herzustellen und bilden den Abschluß der Kanalhaltungen gegen das

Schiffshebewerk. Sie ziehen den normalen Querschnitt der Kanalhaltungen auf denjenigen des Schleusentroges zusammen. Es ist aber zweckmäsig, diese Zusammenziehung erst unmittelbar vor dem Ende eintreten zu lassen, weil dann das Ein- und Ausfahren des Schiffes leichter zu bewerkstelligen ist.

Der Abschluß der Häupter erfolgt in derselben Weise, wie am Schleusentrog durch eiserne, in Nischen geführte Hebethore. Das Mauerwerk der Häupter ist so einzurichten, daß mit Leichtigkeit vor den eisernen Verschlufsthoren ein Abschluß durch Dammbalken hergerichtet werden kann, der bei Beschädigungen der Thore oder bei andauerndem Frostwetter das Wasser der Haltungen abdämmt. Die Thornischen, sowohl der festen Kanalhäupter, als auch die des Schleusentroges, sind nach außen mit gut eben bearbeiteten Flächen versehen, welche sich, wenn der Schleusentrog vor die Haltungen angefahren ist, einander gegenüberstehen. Zwischen diese Flächen legt sich der am Schleusentrog befestigte, durch Druckwasser aufzuschwellende Gummischlauch, welcher die wasserdichte Verbindung zwischen Schleusentrog und Kanalhaupt herstellt.

An das untere Kanalhaupt schließt sich nach innen eine große rechteckige und trocken zu haltende Schleusenammer, deren Wände und Boden aus Mauerwerk oder Beton hergestellt sind und in welche der Schleusentrog bei Erreichung seiner tiefsten Stellung einfährt. Bei mittlig angeordneten Schwimmern (Blatt 1) befinden sich die Brunnenöffnungen im Boden dieser Kammer, während bei seitlich angeordneten Schwimmern (Blatt 2) die Brunnen außerhalb der Kammer stehen.

Auf den Zeichnungen Blatt 1 und 2 sind noch Umlaufkanäle dargestellt, deren Anordnung aus folgenden Gründen empfehlenswerth erscheint.

Beim Einfahren eines Schiffes in den Schleusentrog setzt sich der Bewegung des Schiffes ein nicht unbedeutender Widerstand dadurch entgegen, daß das Schiff, wenigstens im beladenen Zustande, den Querschnitt des Schleusentroges zum größten Theil ausfüllt und deshalb beim Einfahren, wie mit einem Kolben, das Wasser vor sich hinschiebt und aufstaut. Es ist nun nahelegend, am anderen Ende des Schleusentroges einen Umlaufkanal anzuschließen, durch welchen das vom Schiff vorgedrückte Wasser unbehindert in die Haltung zurückfließen kann. Auch würde man leicht in dem Umlauf mittelst eines kleinen, durch Maschinenkraft getriebenen Wasserrades, einen die Schiffsbewegung unterstützenden Strom des Wassers im Troge veranlassen können. Die schwimmende Schleuse wird gegen die

Umläufe genau in derselben Weise wie gegen die Kanalhäupter angeschlossen und abgedichtet. Hat die Schleuse eine Endstellung erreicht, so werden die Schlauchdichtungen an beiden Enden hergestellt und an beiden Enden die Thore geöffnet, wodurch der Schleusentrog einerseits mit der Kanalhaltung, anderseits mit dem Umlauf in Verbindung gebracht wird.

Durch die Anordnung von Umlaufkanälen wird außer dem Vortheil, daß dem Einfahren des Schiffes weniger Widerstand entgegengesetzt wird, auch eine wesentliche Zeitersparnis erzielt, denn es kann das Einschleppen des Schiffes, das durch hydraulische oder Dampfspills zu bewirken sein wird, mit größerer Geschwindigkeit erfolgen, da die Gefahr des Einrennens eines Verschlussthores nicht mehr vorhanden ist. Auch ist das gleichmäßige Eintreten des Uebergewichtswassers von beiden Seiten zweckmäßig, obwohl, wie oben bereits erwähnt, auch bei einseitigem Eintritt schädliche Schwankungen nicht vorkommen.

Der Umlaufkanal für die untere Haltung wird in den Erdboden eingegraben, während der obere Umlauf als eiserne Kanalbrücke auf Pfeilern hergestellt wird.

Es sollen schließlicly noch einige Einzelheiten der Construction durchgesprochen werden, welche in der vorhergehenden generellen Beschreibung des Bauwerks nicht behandelt wurden, da dieselben in Rücksicht auf ihre Bedeutung für die Handhabung und Sicherheit des Betriebes eine etwas eingehendere Erörterung erfordern.

Hierbei ist zunächst die Parallelsteuerung mit den Verschlussventilen der Cylinder zu nennen.

Um dem Brunnenwasser den Eintritt in das Innere der Cylinder zu gestatten, sind letztere sämmtlich mit Ventilen *V* (s. Textfiguren 1 und 2 Seite 10) versehen. Diese Ventile werden als mehrsitzige Glockenventile oder Cylinderschützen mit Gummidichtung hergestellt, in welcher Form sich dieselben bei den Schleusen des Canal du Centre in Frankreich bestens bewährt haben. Diese Ventile dienen in erster Linie als Steuerungsorgane und in den Endstellungen des Hebewerks schliessen sie den Wasserinhalt der Cylinder von dem der Brunnen ab. Um jedoch diesen Abschluss mit doppelter Sicherheit auch für längere Dauer zu erzielen, sind zum Verschluss der Bodenöffnungen der Cylinder außerdem noch besondere, durch Gummi gedichtete Verschlussklappen angebracht worden, welche nur in den Ruhestellungen in Thätigkeit gesetzt werden sollen.

Die Bewegung der Steuerungsventile wird durch die Parallelsteuerung derart geregelt, daß bei dem Voreilen eines Cylinders die Einflußöffnung desselben sich sofort verkleinert. Da durch die zu beiden Seiten des Schleusentrogcs angeordneten hohen Fachwerkträger das ganze bewegliche System in starre Verbindung gebracht ist, erscheint es nicht erforderlich, jeden einzelnen Cylinder zu steuern; man wird vielmehr die Cylinder rechts und links von der Mitte des Hebewerks gruppenweise zusammenfassen können.

Bei einer Anordnung von 5 Schwimmern, wie solche auf Blatt 1 dargestellt ist, wird man beispielsweise die beiden äußersten Cylinder an jedem Ende zu je einer Gruppe zusammenfassen, da beide Cylinder bei einer etwaigen Schrägstellung des beweglichen Systems im gleichen Sinne wirken, während man den mittleren Cylinder überhaupt ohne Steuerung läßt, da derselbe ohne Einfluß auf die Parallelsteuerung der Schleuse ist.

Für jede dieser bei der Parallelsteuerung beteiligten Cylindergruppen muß, wie in dem allgemeinen Theil dieser Beschreibung eingangs erläutert wurde, eine außerhalb des Hebewerks feststehende Schraubenspindel angeordnet werden, auf welcher sich eine Schraubenmutter bewegt, und zwar muß die Bewegung beider Schraubenmutter die gleiche sein.

Die maschinelle Einrichtung, welche zur gleichförmigen Bewegung der Mutter und des Weiteren zu der hierdurch bedingten Hebung der Ventile dient, soll die nachfolgend beschriebene Einrichtung erhalten.

Der sichere Betrieb des Hebewerks und die in jedem Augenblick unbehinderte Uebersicht über dasselbe machen es wünschenswerth, alle wesentlichen zum Betrieb erforderlichen Theile der Steuerung möglichst zu vereinigen.

Es ist deshalb der ganze Steuerungsmechanismus auf der fahrenden Schleuse angeordnet und befindet sich fest mit derselben verbunden auf einer an deren Eisenconstruction angebrachten Bühne. Nur die Schraubenspindeln, welche die Bewegung der Schleuse nicht mitmachen, sind außerhalb der letzteren an der Eisenconstruction der Führungsgerüste befestigt. Bei der Anordnung Blatt 1 sind zwei Schraubenspindeln erforderlich, welche zwischen den oben beschriebenen Mittel- und Endführungen des Hebewerks anzuordnen sind. Zu diesem Zwecke ist die Eisenconstruction der Mittelführung mit denjenigen der Endführungen durch leichte eiserne Brücken verbunden, an denen die Schraubenspindeln ihre obere Lagerung finden. Unten sind sie am Mauerwerk der festen Schleusenkammer befestigt.

An denjenigen Stellen, wo diese Schraubenspindeln die Steuerungsbühne der schwimmenden Schleuse durchdringen, sind diejenigen Steuerungsorgane angebracht, welche die Functionen der in den Textfiguren 1 und 2 dargestellten Hebelverbindungen auszuüben haben. Da die, die Böden der Cylinder schließenden Steuerungsventile für gröfsere Hebewerke sehr erhebliche Dimensionen und Gewichte erhalten, ist deren Bewegung von Hand, wie sie die Principskizzen Fig. 1 und 2 voraussetzen, nicht mehr zweckmäfsig. Es ist deshalb nöthig, zwischen den Muttern *R* (Fig. 1 und 2) und den Ventilen *V* ein Kraft einschaltendes Zwischenglied anzuordnen. Als solches ist für jedes der Ventile ein kleiner hydraulischer Cylinder vorgesehen, dessen Druckwasser die Arbeit für die Hebung der Ventile leistet. Der Zutritt des Druckwassers zu diesen Cylindern wird geregelt durch kleine Muschelschieber, und ist demnach zur Steuerung des Apparats nur die entsprechende Bewegung dieser Schieber erforderlich. Bezüglich der weiteren Einzelheiten in der Construction dieser hydraulischen Cylinder mufs auf die betreffende Patentschrift verwiesen werden. Die Wirkung der Steuerung ist im Princip völlig übereinstimmend mit den Hebelverbindungen, wie solche in den Textfiguren 1 und 2 dargestellt sind.

Das Druckwasser zur Hebung der Ventile wird von einem kleinen Accumulator geliefert, welcher auf der Eisenconstruction des beweglichen Schleusenkastens angeordnet ist. Es sei hier bemerkt, dafs dieser Accumulator gleichzeitig das Druckwasser zum Aufschwellen der Dichtungsschläuche hergiebt. Zum Aufpumpen des Accumulators dient der sogleich zu erwähnende, auf der fahrbaren Schleuse befindliche kleine Motor, welcher den Antrieb der Schraubenmutter auf den festen Spindeln bewirkt. Dieser Antrieb der Schraubenmutter erfordert nämlich, besonders in Folge der verhältnifsmäfsig grofsen Umdrehungsgeschwindigkeit der Antriebswelle, immerhin einen ziemlich erheblichen Kraftaufwand, welcher bei längerer Dauer die Leistungsfähigkeit des Führers des Hebewerks unter Benachtheiligung seiner sonstigen Obliegenheiten beeinträchtigen würde. Es ist deshalb für die Drehung der Schraubenmutter *R* ein kleiner Dampf-Motor (bezw. Gas- oder Petroleum-Motor) auf der Steuerungsbühne der fahrenden Schleuse aufgestellt. Durch denselben wird eine horizontale Welle angetrieben, welche von der einen Schraubenspindelel zur andern reicht und die Mutter durch Schneckenantrieb gleichmäfsig in Drehung versetzt. Um aber für diesen Motor das Princip der Selbsthemmung beizubehalten, welches dem Betrieb des Hebewerks eine so grofse Betriebs-

sicherheit verleiht, erfolgt der Dampfeinlaß zum Schieberkasten dieses Antriebsmotors durch Drehung eines Handrades, welches ständig in Drehung erhalten werden muß, wenn nicht ein selbstthätiger Schluß des Dampfeinlaßschiebers erfolgen soll.

Wird das Handrad still gesetzt, so wird im nächsten Augenblicke der Motor zum Stillstand kommen und das Hebewerk sich nur noch so lange bewegen, bis die Schwimmerventile, wie oben beschrieben, zum Schluß gekommen sind.

Die Geschwindigkeit der fahrenden Schleuse paßt sich bis zu einer bestimmten Grenze derjenigen Geschwindigkeit an, mit welcher die auf den feststehenden Schraubenspindeln laufenden Muttern vom Schleusenwärter bewegt werden. Wird diese Grenze seitens des Wärters überschritten, so würde zwar dadurch eine ernstere Gefahr für das Hebewerk nicht bedingt, denn die großen sich gegenseitig aufhebenden Kräfte, der Auftrieb der Schwimmer sowie das Gewicht des Troges werden durch die Steuerungs- und Antriebsmaschinen nicht beeinflusst. Es würden höchstens einige leicht auswechselbare Theile des Antriebs brechen können und sodann die Schleuse zum Stillstand gelangen. Um jedoch diese Betriebsstörung zu vermeiden, ist in der Nähe des Führerstandes eine Anzahl elektrischer Warner angeordnet, deren Glocke ertönt, sobald sich die Geschwindigkeit der Muttern auf den feststehenden Spindeln einer Grenze nähert, welche zwar noch genügenden Spielraum gegenüber der oben charakterisirten unzulässigen Geschwindigkeit läßt, bei welcher aber zweckmäßiger Weise die Geschwindigkeit verringert werden muß.

Zu den Theilen, welche noch eine eingehendere Beschreibung erheischen, sind ferner diejenigen Vorrichtungen zu zählen, welche zum Stillsetzen der beweglichen Schleuse in ihren äußersten Stellungen, sowie zum Anschluß derselben an die Kanalhäupter dienen.

Dem Schleusenführer, welcher sich auf der Steuerungsbühne der fahrenden Schleuse befindet, wird in den Endstellungen vermittelst communicirender Röhren und Schwimmer die Höhe des Wasserstandes in den Kanalhaltungen angezeigt, so daß er mit Hilfe von Marken, welche an der Schleuse angebracht sind, genau diejenigen Stellen bestimmen kann, in welchen der Apparat zum Stillstand kommen muß. Hierbei hat der Führer zu beachten, daß die Schleuse sich nach Stillsetzen des Antriebs, wie eingangs an der Hand der Textfiguren 1 und 2 erläutert wurde, noch eine geringe Strecke weiter bewegt, deren Größe sich aus dem Verhältniß der Hebelübersetzung zwischen Hubhöhe des Ventils und Bewegung der Schneckenmutter auf den Schraubenspindeln be-

stimmt. Immerhin wird bei Annäherung an die Endstellungen der fahrenden Schleuse eine gesteigerte Aufmerksamkeit des Schleusenführers wünschenswerth sein. Es ist deshalb der Apparat mit einer Einrichtung versehen, die auch in dieser Hinsicht den Betrieb vor Unachtsamkeit sicher stellt.

Diese Einrichtung besteht in kegelförmigen Hohlkörpern, welche in den über den Schwimmern stehenden Cylindern untergebracht sind. Diese Hohlkörper sind sowohl in der Nähe des Cylinderbodens, als auch in der Nähe des oberen Cylinderandes derart angeordnet, dafs die oberen mit ihrer Basis nach oben gekehrt bei tiefster Stellung der fahrenden Schleuse in das Wasser des Cylinders ganz eintauchen, während die unteren mit ihrer Basis nach unten gekehrt in höchster Stellung des Hebewerks vollständig austauschen.

Die Wirkung dieser Hohlkörper ist die folgende:

Nähert sich die fahrende Schleuse ihrer oberen Endstellung, so tauchen allmählich die Spitzen der unteren Bremskegel aus. In dem Maafse, wie sich dieselben aus dem Wasser heben, vermindert sich der Auftrieb des schwimmenden Systems und es ist einleuchtend, dafs die Bewegung desselben, welche ja nur durch den überwiegenden Auftrieb bedingt wurde, hiermit verzögert wird. Indem man den Bremskegeln ein entsprechendes Volumen giebt, gelingt es, die Schleuse an einer gewissen Stelle selbstthätig still zu setzen.

Beim Anfahren an die untere Haltung ist die Wirkung der oberen Bremskegel eine ganz ähnliche. Die Spitzen derselben tauchen ein und verzögern durch den hierdurch bedingten wachsenden Auftrieb allmählich die Bewegung bis zum vollständigen Stillstand.

Sind die Wasserstände in den Haltungen unveränderlich oder doch nahezu unveränderlich, so wird man die Bremskegel mit dem Apparat in feste Verbindung bringen. Bei wechselnden Wasserständen müssen diese Hohlkörper verstellbar eingerichtet werden, wofür ohne grofse Schwierigkeiten entsprechende Vorrichtungen angebracht werden können. Da jedoch in diesem Falle die genaue Einstellung bei schnell wechselnden Wasserständen nicht immer gesichert ist, wird man hier immerhin der Aufmerksamkeit des Schleusenführers nicht ganz entbehren können. Die Bewegung des Hebewerks wird jedoch auch bei ungenauer Einstellung durch diese Bremskegel so sehr ermäßigt, dafs das rechtzeitige Stillsetzen der Schleuse ohne Schwierigkeiten geschehen kann.

Die Bremskegel bewirken zugleich, dafs beim Beginn des Hubes die bewegende Kraft eine gröfsere ist und somit den Massen der beweglichen Theile die erwünschte Beschleunigung gegeben wird.

Beim Einfahren der Schleuse in ihre Endstellungen sind kleine Abweichungen von der normalen Lage natürlich zulässig. Größere Abweichungen müssen jedoch berichtigt werden. Hat die Schleuse ihre Endstellung noch nicht vollständig erreicht, so wird man einfach die Bewegung noch um ein Weniges fortsetzen; ist jedoch die richtige Lage überschritten, so ist eine Correctur nur durch Aenderung der Wasserfüllung der Brunnen zu erreichen. Zu diesem Zweck kann der Schleusenführer entweder ein entsprechendes Wasserquantum aus der oberen Kanalhaltung in die Brunnen einlassen oder aus den Brunnen Wasser in ein Sammelbecken abfliefsen lassen. Diesem Sammelbecken fließt außerdem dasjenige Wasser zu, welches durch Regen oder Undichtigkeiten in der gemauerten Schleusenkammer angesammelt wird; von hier aus wird dasselbe in die untere Kanalhaltung bzw. den unteren Umlauf gepumpt. Es handelt sich hierbei selbstredend nur um sehr geringe Wassermassen. Da aufer dieser Pumparbeit noch sonstige Arbeiten empfehlenswerther Weise maschinell geleistet werden, nämlich die Betreibung des Spills zum Einholen der Schiffe und das Oeffnen der Verschlussthore an den Kanalhäuptern und am Schleusentroge, so wird man neben dem Hebewerk einen kleinen Motor anzuordnen haben. Wird die obere Kanalhaltung künstlich gespeist, so erscheint es zweckmäfsig, eine der Pumpanlagen mit dem Hebewerk örtlich zu vereinigen und von der Pumpmaschine die oben erwähnten kleinen Arbeiten mit verrichten zu lassen. Wird das Wasser der oberen Haltung durch reichliche natürliche Zuläufe gewonnen, so kann man eine kleine Turbine anordnen, deren Betriebswasser der oberen Kanalhaltung entnommen wird.

Bevor die fahrende Schleuse in ihre Endstellung gelangt, greift dieselbe mit den Köpfen eines Riegelgestänges, welches über die ganze Länge der Schleuse reicht, in Schlitzhebel ein, welche an den Kanalhäuptern angebracht sind. Hierdurch werden alle Verrichtungen, welche an den Kanalhäuptern vorzunehmen sind, bis auf Weiteres verhindert. Den Thorwärtern ist die Verfügung über die Thore genommen, so dafs ein zu frühzeitiges Oeffnen derselben nicht vorkommen kann.

Der Schleusenführer kann dieses Riegelgestänge erst dann aus den Schlitzhebeln zurückziehen, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind, nämlich

1. die Schleuse in richtiger Stellung angefahren ist,
2. die Verschlussklappen sämtlicher Cylinder geschlossen sind und
3. die Coulisse der Umsteuerung umgelegt ist.

Um die Erfüllung der ersten Bedingung zu gewährleisten, haben die Oeffnungen in den Schlitzhebeln, durch welche die Köpfe des Riegelgestänges zurückgezogen werden können, eine solche Lage, daß ein Zurückziehen des Riegels nur möglich ist, wenn die fahrende Schleuse ihre richtige Stellung — natürlich mit einigem Spielraum — eingenommen hat. Da die richtige Stellung des Hebewerks von den Wasserständen der Kanalhaltungen abhängt, müssen bei veränderlichem Wasserstand die Schlitzhebel verstellbar eingerichtet werden. Die richtige Einstellung der Schlitzhebel, entsprechend dem Wasserstande der Haltung, ist seitens der Thorwärter während der Pausen auszuführen.

Hat die fahrende Schleuse ihre Ruhelage erreicht, so hat der Führer zunächst die sämtlichen Verschlussklappen für die Zufußöffnungen der Cylinder zu schließen, damit bei dem demnächst erfolgenden Ein- oder Auslassen des Uebergewichtswassers der Schwimmpapparat eine möglichst geringe senkrechte Bewegung macht. Diese Manipulation ist besonders in dem Falle von Wichtigkeit, wenn das Hebewerk mittlere Schwimmer enthält, welche nicht in die Parallelsteuerung eingeschlossen sind, bei welchen also die Absperrung nicht bereits durch die Steuerungsventile erfolgt ist.

Alsdann legt der Schleusenführer die Coulisse der Steuerung um, wodurch der Drehpunkt *C* (vergl. Textfigur 1 und 2) nach *C*¹ verlegt wird. Es wird hiermit erreicht, daß die Steuerung nunmehr für die bevorstehende Nieder- oder Auffahrt richtig eingestellt ist und ein Oeffnen der Ventile durch die geringe Bewegung des Apparats beim Einlassen des Uebergewichtswassers nicht eintritt. Durch diese Vorrichtungen ist die Schleuse in ihrer Ruhelage gesichert. Erst jetzt kann der Schleusenführer den Riegel zurückziehen.

Mit dem Zurückschieben des Riegels öffnet der Führer das Ventil einer Leitung, durch welche den Dichtungs-Schwellschläuchen das Druckwasser aus dem Accumulator (welcher gleichzeitig das Druckwasser für die kleinen Steuerungscylinder liefert) zugeführt wird.

Die Schwellschläuche, welche die Abdichtung zwischen dem Schleusentrog und den Kanalhäuptern bewirken, sind an der fahrenden Schleuse befestigt und liegen bei richtiger Stellung

der letzteren zwischen den oben erwähnten sich gegenüberstehenden ebenen Flächen der Kanalhäupter und des Schleusentrogcs. Die Schläuche haben einen flachen oblongen Querschnitt, welcher so bemessen ist, daß ein Anstoßen des Schlauches an die Häupter während der Fahrt nicht stattfindet. Wird Druckwasser in die Schläuche eingelassen, so schwellen dieselben auf, pressen sich zwischen die genannten Flächen und dichten somit den Spaltraum in zuverlässigster Weise ab. Diese Anordnung der Abdichtung hat sich bei dem hydraulischen Schiffshebwerk bei Fontinettes bewährt. Sie bietet den gerade im vorliegenden Falle bedeutungsvollen Vortheil, daß sie eine kleine Bewegung des Troges, wie solche beim Ein- oder Ablassen des Betriebswassers auftritt, gestattet, ohne die sichere Abdichtung in Frage zu stellen, und daß auch Längenänderungen der Schleuse, wie solche durch Temperaturschwankungen auftreten, die Abdichtung nicht beeinträchtigen.

Durch das Zurückziehen des Riegelgestänges werden gleichzeitig die Schlitzhebel frei gegeben, und die Thorwärter erhalten damit erst die freie Verfügung über die Thore.

In den Verschlufsthoren des Schleusentrogcs befinden sich kleine Schützen, durch welche, wenn dieselben geöffnet werden, der Spalt zwischen den Thoren der Schleuse und der Kanalhäupter mit Wasser gefüllt wird. Die Aufzugsmaschine zum Heben der Thore ist nun in ihrer Leistungsfähigkeit so bemessen, daß sie nicht im Stande ist, die Thore aufzuziehen, bevor dieselben vom einseitigen Wasserdruck entlastet sind, d. h. bevor der Thorspalt gefüllt ist. Der Thorwärter ist also gezwungen, zunächst die Schützen zu öffnen. Bevor derselbe die Schützen hochziehen kann, muß ein kleiner Hebel umgelegt werden, wodurch gleichzeitig eine Bewegung der mehrerwähnten Schlitzhebel bedingt wird. Dieselben verhindern in ihrer neuen Lage ein Verschieben des Riegels auf der fahrenden Schleuse, und da alle weiteren Verrichtungen, welche zum Inbetriebsetzen der Schleuse erforderlich sind, nicht ausgeführt werden können, bevor der Riegel wieder eingerückt ist, so wird hiermit dem Schleusenführer die Verfügung über die Schleusenbewegung entzogen. Ein zu frühzeitiges Abfahren der Schleuse ist somit ausgeschlossen.

Es werden nun die Schützen geöffnet, der Thorspalt füllt sich mit Wasser und werden sodann die Verschlufsthore hochgezogen. Der kleine Motor bewirkt unmittelbar die Hebung der Thore vor den Kanalhauptern, welche bei dieser Hebung das gegenüberliegende Verschlufsthor des Schleusentrogcs mit-

nehmen. Nachdem die Thore geöffnet sind, wird das Schiff mittelst der maschinellen Schiffswinden ein- oder ausgeholt. Während dieser Verrichtung spiegelt sich das Wasser im Schleusentrog mit dem Wasser der Kanalhaltung aus. Es wird, wie aus der allgemeinen Beschreibung der Wirkungsweise des Hebewerks hervorgeht, hierbei der Schleuse dasjenige Wasserquantum entzogen oder zugeführt, welches zur Bewegung des Hebewerks erforderlich ist. In Folge dieser Veränderung der Wasserfüllung des Schleusentroges wird derselbe eine kleine lothrechte Bewegung ausführen, welche jedoch, da hierbei die Spaltwirkung des Brunnens zur Geltung kommt, nur sehr gering ist. Eine kleine Senkung der Schleuse bewirkt eine bedeutende Erhöhung des Wasserstandes im oberen Brunnenspalt und somit eine wesentliche Vergrößerung des Auftriebes des beweglichen Systems. Die absolute Bewegung der Schleuse wird selbst bei den größten Hebewerken höchstens 10 mm betragen.

Sobald das Ein- oder Ausholen der Schiffe beendet ist, werden die Verschluss-thore und Schützen wieder geschlossen. Alsdann kann der Thorwärter die Schlitzhebel umstellen, so daß die Riegelgestänge wieder frei gegeben werden; hierdurch hat der Schleusenführer die Verfügung über die Schleuse zurück erhalten.

Derselbe rückt nunmehr die Riegel wieder ein; durch diese Bewegung wird gleichzeitig das Druckwasser aus den Schwellenschläuchen abgelassen und, sobald letztere nicht mehr geschwellt sind, fließt auch das Wasser im Spalte zwischen den Thoren der Kanalhäupter und des Schleusentroges aus. Erst nach dem Einrücken des Riegels kann der Schleusenführer die Verschlussklappen der Cylinderventile wieder öffnen, alsdann die Steuerung andrehen und damit das Hebewerk in Bewegung setzen.

Aus der vorstehenden Beschreibung ist zu ersehen, daß in ähnlicher Weise wie bei der Centralweichenstellung das Schiffshebewerk mit Vorrichtungen versehen ist, welche den Schleusenbetrieb vor Irrthümern und Nachlässigkeiten des bedienenden Personals in durchaus zuverlässiger Weise sicher stellen. Gegenüber der Sicherung beim Eisenbahnbetrieb ist hier noch der erhebliche Vortheil zu verzeichnen, daß auch die Bewegung des Fahrzeugs (des Schleusentroges) in die Verriegelung eingeschlossen ist, wodurch ein Betriebs-Unfall durch unrichtige Handhabung überhaupt unmöglich gemacht wird.

Nachdem nunmehr das Schiffshebewerk auf Schwimmern, sowohl in seiner allgemeinen Wirkungsweise, wie in seinen Constructionseinzelheiten beschrieben ist, erübrigt noch, etwas ein-

gehendere Vergleiche zu ziehen zwischen diesem Hebewerk und anderen Einrichtungen, welche dazu dienen können, concentrirte Kanalgefälle zu überwinden.

An verschiedenen Stellen dieser Schrift wurde bereits gelegentlich ein solcher Vergleich angestellt. Es sollen diese Betrachtungen nunmehr zum Schlufs noch einmal zusammengefaßt und unter Beziehung auf die vorstehende Beschreibung ergänzt und vervollständigt werden.

Was zunächst den Wasserverbrauch anbetrifft, so wurde eingangs bereits bemerkt, daß für Kanäle, in denen eine künstliche Speisung der oberen Haltung vorgesehen werden muß, die Anwendung einer Schleusentreppe wegen des außerordentlich großen Bedarfs an Wasser auszuschließen ist.

Auch die Schiffshebung vermitteltst einer schiefen Ebene erfordert erheblich mehr Betriebswasser, als die hydraulischen Hebewerke, da, wie eine einfache Ueberlegung lehrt, von dem Gewichte desselben, welches die Bewegung des Wagens erzeugt, nur eine verhältnißmäßig kleine Componente zur Ueberwindung der Widerstände wirksam wird und außerdem diese Widerstände durch die bedeutende Reibung, welche bei einer Bewegung auf Schienen in den Axlagern und als rollende Reibung auftritt, wesentlich größer sind, als bei einer Hebung auf Schwimmern.

Auch ein Vergleich zwischen den älteren hydraulischen Hebewerken mit Preßwasser und dem hier beschriebenen Hebewerk fällt zu Gunsten des letzteren aus. Zunächst ist zu bedenken, daß bei den älteren Hebewerken die Kolben, welche den Schleusentrog tragen, in Stopfbüchsen geführt werden müssen und daß hierdurch natürlich der Bewegung ein wesentlich größerer Widerstand entgegengesetzt wird, als beim Hebewerk auf Schwimmern, bei welchem nur die Reibung zwischen den Cylinderwandungen und dem Brunnenwasser zu überwinden ist. Ganz besonders aber stellt sich die Schwimmerschleuse bei der Anordnung von Luftausgleichern, wie solche anfangs beschrieben sind, bezüglich des Wasserverbrauchs günstiger, als irgend ein anderes bisher bekanntes Hebewerk. Es ist zwar, wie bereits erwähnt, am Schiffshebewerk bei Fontinettes versucht worden, eine Compensationsvorrichtung anzubringen, welche denselben Zweck wie der Luftausgleicher hatte. Man hat sich jedoch genöthigt gesehen, diesen Apparat wieder zu beseitigen, da die bei demselben erforderlichen langen Gelenkrohre dauernd zu Brüchen und Undichtigkeiten Veranlassung gaben. Die Anwendung des Luftausgleichers ist aber nicht möglich bei Schiffshebewerken mit Druckwasserbetrieb, da hier die Wasserpressungen in

höchster und tiefster Stellung der Schleuse zu wenig verschieden sind, um in dem angegebenen Sinne eine nennenswerthe Wirkung zu erzeugen.

Der Wasserverbrauch eines hydraulischen Hebewerks mit Preßwasser stellt sich deshalb bei rund 15 m Hubhöhe etwa 3- bis 4 mal so hoch als für die Schwimmerschleuse und wächst mit zunehmender Hubhöhe, so daß bei 30 m Hub das 6- bis 8fache Wasserquantum erforderlich wird. Das Schwimmerhebewerk erfordert zur Hebung von Schiffen mit 600, 800 und 1000 Tonnen Nutzlast für einen Doppelhub ein Wasserquantum von nur bezw. 40, 50 und 60 cbm und zwar ist dieses von der Hubhöhe des Hebewerks gänzlich unabhängig.

In diesem Punkt ist die Schwimmerschleuse somit allen anderen Hebewerken bei weitem überlegen.

Ebenso verhält es sich mit der Sicherheit des Betriebes; abgesehen von der Kammerschleuse, welche ebenfalls bezüglich der Betriebssicherheit kaum etwas zu wünschen übrig läßt, können sämtliche anderen Hebewerke einen Vergleich mit der hier beschriebenen Schwimmerschleuse nicht aushalten. Eingangs dieser Schrift wurden bereits die Nachtheile aufgeführt, welche der Schiffshebung auf geneigter Ebene anhaften. Als für die Sicherheit des Betriebes besonders bedenklich seien an dieser Stelle nochmals folgende Punkte hervorgehoben. Der Führer hat über die große, mehrere hundert Meter lange und sehr breite Ebene nur eine mangelhafte Uebersicht, wird also in Augenblicken der Gefahr nicht mit Sicherheit sofort eintreten können. Der Umstand, daß die gewaltige Last des Schleusentroges auf einer großen Anzahl von Rädern ruht, welche bei geringen Abweichungen in der Höhenlage der Schienen starke Ueberlastungen erfahren können, rückt die Gefahr von Rad- und Achsbrüchen sehr nahe. Auch ein Bruch der Seile oder Ketten, welche den Schleusenwagen halten, ist wohl zu befürchten, da auch bei diesen kaum vorausgesetzt werden kann, daß die Last sich in jedem Augenblick gleichmäÙig auf alle Haltestellen vertheilt, vielmehr auch hier ganz unberechenbare Ueberanstrengungen eintreten können, welche insbesondere in Verbindung mit den unvermeidlichen Stößen, wie sie bei einer Bewegung solch großer Lasten auf Schienen nicht ausbleiben können, für die Sicherheit der Halteseile bedenklich erscheinen müssen. Es braucht nicht weiter ausgeführt zu werden, und ist ja aus den Erörterungen über die Betriebssicherheit von Drahtseilbahnen genügend bekannt, daß gegen solche Unfälle die Anordnung von Sicherheitsseilen oder dergl. nur einen sehr zweifelhaften

Schutz gewährt. Durch neuere Vorschläge, welche auf Verbesserungen in der Construction der Hebewerke auf geneigten Ebenen hinzielen, sind wohl manche Mängel, welche diesen Bauten bisher anhafteten, beseitigt worden, die eben dargelegten Gefahren aber sind durch das System der geneigten Ebenen bedingt und werden durch keine Aenderungen und Verbesserungen behoben werden können.

Auch die hydraulischen Hebewerke mit Presswasserbetrieb fanden eingangs bereits eine Würdigung im Vergleich zum Schwimmerhebewerk. Als schwerwiegendster Nachtheil wurde daselbst die Verwendung hochgespannten Wassers und die darin liegende Gefahr für die Sicherheit des Betriebes bezeichnet. Diese Gefahr haftet nicht nur den älteren Schiffshebewerken mit je einem Presskolben unter jedem Schleusentroge an, sondern in erheblicherem Maasse auch den neuerdings in Vorschlag gebrachten Schleusen mit mehreren Presskolben unter jedem Schleusentroge. Es liegt hier die Gefahr vor, daß bei Eintreten des Bruches an einem der Presscylinder, in Folge des damit verbundenen Stosses und der Vergrößerung des Druckes in den übrigen Cylindern, einer derselben nach dem andern zu Bruche gehen wird. In seinen Folgen würde ein solcher Unfall deshalb schlimmer sein müssen, wie bei den älteren Hebewerken. Unfälle, wie die hier geschilderten, sind für die Schwimmerschleuse vollkommen ausgeschlossen, da die tragenden Elemente derselben, die Schwimmer, bei den geringen Pressungen, größeren Beschädigungen vollständig entzogen sind und das plötzliche Auftreten größerer, störender Kraftwirkungen gänzlich ausgeschlossen ist. Besonders ist hier noch hervorzuheben, daß bei der Schwimmerschleuse die Schwimmer selbst, als tragende Theile, vollständig unabhängig sind von den Antriebs- und Parallelsteuerungsvorrichtungen. Es kann daher niemals die tragende und für den Bestand des Apparats in erster Linie stehende Auftriebskraft verloren gehen, selbst wenn an der Antriebsmaschine eine Störung vorkäme. Hiergegen wird bei einem Hebewerk auf Hochdruckpressen das gesammte Druckwasser beim Platzen des Steuerungsventils verloren gehen und damit dem Kolben seine stützende Kraft genommen, was selbstverständlich die schlimmsten Folgen haben muß. Bedenkt man ferner, daß der Führer, wie in vorstehender Beschreibung dargelegt, die Schleuse während der Bewegung in jedem Augenblick vollständig in der Hand hat, daß er die Bewegungen derselben in jedem Augenblick hemmen kann, daß bei einer Nachlässigkeit des Führers die Schleuse sofort selbstthätig zum Stillstand gelangt

und daß die Verrichtungen, welche zum Anschluß der Schleuse an die Kanalhäupter dienen, automatisch geregelt werden, wie es zur Vermeidung von Unfällen erforderlich ist, so erscheint es in der That zutreffend, daß die hier beschriebene Schwimmerschleuse bezüglich der Sicherheit des Betriebs auch den weitgehendsten Anforderungen genügt und von keinem Bauwerk ähnlicher Art in dieser Hinsicht erreicht wird.

Was nun die Handhabung des Betriebes anlangt, so gestaltet sich derselbe, wie aus der obigen Beschreibung sich ergibt, bei dem Schwimmerhebewerk außerordentlich einfach. Die Uebersichtlichkeit des Betriebes ist bei demselben eine ganz besonders große, da alle für den Betrieb der Schleuse nöthigen Apparate sich auf der Schleuse selbst befinden und zwar örtlich ziemlich nahe nebeneinander. Das hydraulische Hebewerk mit Preßwasser zeigt in dieser Beziehung viel weniger übersichtliche Verhältnisse. Zunächst liegen die für den Antrieb und die Parallelsteuerung dienenden Theile außerhalb der Schleuse in fester Verbindung mit dem Erdboden, wodurch das genaue Anfahren an die Endstellungen sich wesentlich schwieriger gestaltet, als bei der Schwimmerschleuse. Dann ist außer den hier genannten Apparaten eine große hydraulische Centralanlage erforderlich, welche das Druckwasser für die Preßcylinder liefert, während, wie schon oben erwähnt wurde, eine derartige besondere Anlage für die Schwimmerschleuse nicht nothwendig ist. Eine kleine Dampfmaschine zum Betrieb der Spills und für das Aufziehen der Thore, wie auch zum ständigen Anwärmen der Schwellschläuche im Winter, ist erforderlich; dieselbe muß aber auch für jedes andere Schiffshebewerk vorgesehen werden.

Es ist somit ersichtlich, daß sich die laufenden Betriebskosten für das Schwimmerhebewerk wesentlich niedriger stellen werden, als für jedes andere Hebewerk.

Von der größten Bedeutung für einen Schiffskanal ist die Zeitdauer, welche das Hebewerk für die Durchschleusung eines Schiffes erfordert. In dieser Beziehung stellt sich die Schleusentreppe bei weitem am ungünstigsten, während die hydraulischen Schiffshebewerke mit Preßwasser dem Hebewerk auf Schwimmern angenähert gleichwerthig sind. Ein interessantes Beispiel für die Unbrauchbarkeit einer Schleusentreppe zur Bewältigung eines lebhaften Verkehrs bietet die Geschichte des hydraulischen Hebewerkes bei Fontinettes. Der Kanal von Neuffossé, in welchem dieses Hebewerk liegt und welcher die Häfen von Dünkirchen, Gravelines und Calais mit Paris, Lille und den Kohlenzechen des Nord und des Pas-de-Calais ver-

bindet, hat bei Fontinettes ein concentrirtes Gefälle von 13,13 m zu überwinden. Zu diesem Zweck wurde der Kanal ursprünglich mit einer Treppe von 5 Kammerschleusen versehen. Der Kanal wurde in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gebaut und hat während längerer Zeit den vorhandenen Verkehrsverhältnissen genügt. Die außerordentlich starke Steigerung, welche der Verkehr in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts erfuhr, liefs jedoch schon vor mehreren Jahrzehnten den Ersatz der Schleusentreppe durch ein anderes Schiffshebewerk als unabweisbar erscheinen. Die Schwierigkeit der hierdurch gestellten Aufgabe hat es jedoch mit sich gebracht, dafs der Ausführung dieser Absicht erst im Jahre 1880 näher getreten wurde. Die alte Schleusentreppe konnte bei Verkehr zu Berg und zu Thal nicht mehr als täglich 18 Schiffe von je 200 Tonnen Tragfähigkeit befördern. Bei einer Regelung des Verkehrs derart, dafs nur an bestimmten Tagen zu Berg und an bestimmten andern Tagen zu Thal befördert wurde, erreichte man zwar, dafs täglich 40 bis 50 Schiffe durchgeschleust werden konnten, es mußten nun aber die Schiffe tagelang, zuweilen 5 bis 6 Tage, vor der Schleuse warten, bevor sie geschleust wurden. Das hydraulische Hebewerk, welches zum Ersatz der Schleusentreppe in einer Kanalumführung angelegt wurde und seit 1888 in Betrieb ist, ermöglicht es bei gleichzeitiger Schleusung zu Berg und zu Thal, 48 Schiffe von je 300 Tonnen Nutzlast in 12 Stunden zu befördern.

Auch die schiefe Ebene muß natürlich bezüglich der Zeit der Schiffshebung gegen die hydraulischen Hebewerke zurückstehen. Der Weg, den der Wagen mit dem Schiffsgefäfs auf der schiefen Ebene zurückzulegen hat, ist ein wesentlich längerer, als der eines lothrecht sich bewegenden Hebewerks; dabei wird in Rücksicht auf die Erschütterungen, welchen ein auf festen Gleisen laufender Wagen ausgesetzt ist, es nicht einmal zulässig sein, die Geschwindigkeit des Wagens ebenso grofs wie die Geschwindigkeit der schwimmenden Schleuse zu wählen.

Nicht so einfach liegt der Vergleich zwischen hydraulischen Hebewerken auf Prefswasser und dem hier behandelten Hebewerk auf Schwimmem. Die Zeitdauer, welche zur Ausführung eines Hubes erforderlich ist, stellt sich bei der Schwimmerschleuse günstiger, als bei anderen hydraulischen Hebewerken, da in Folge der Anordnung des Luftausgleichers, wie bereits dargelegt, eine angenähert constante Geschwindigkeit während der Fahrt erzielt werden kann. Diese Geschwindigkeit wird auf etwa 2,0 bis 3,0 m pro Minute anzusetzen sein. Bei einer

Hubhöhe von 15 m würde einschliesslich des Ein- und Ausschleusens der Schiffe eine Fahrt etwa 10 bis 15 Minuten beanspruchen.

Ein Hebewerk mit Presswasser erfordert, wie eingangs dieser Schrift erläutert, stets die Anlage zweier Schiffsgefässe, die nach dem Princip der hydrostatischen Waage verbunden sind. Bei jedem Hub wird das eine Gefäss zu Thal, das andere zu Berg befördert. Vorausgesetzt nun, dass wirklich immer wenn ein Schiff gehoben werden soll, auch grade ein zweites bereit liegt, um gesenkt zu werden, würde allerdings die Leistungsfähigkeit eines Hebewerks mit Presswasser und 2 Trögen annähernd doppelt so gross sein, wie die eines Hebewerks auf Schwimmern mit einem Trog. Dagegen ist die Leistungsfähigkeit bei kleinerem Verkehr, etwa jede halbe Stunde 1 Schiff, oder bei gleichzeitigem Eintreffen mehrerer Schiffe, welche in derselben Richtung fahren, bei beiden Hebewerken etwa gleich gross. Es stellen sich aber auch die Anlagekosten einer einfachen Schwimmerschleuse wesentlich niedriger als die eines Doppelhebewerks mit Presswasserbetrieb. Um einen Vergleich zwischen der Leistungsfähigkeit und den Anlagekosten dieser Bauwerke anstellen zu können, wird es zunächst erforderlich sein, auf diese Baukosten etwas genauer einzugehen.

Um einen Maassstab für die Anlagekosten von Schiffshebewerken verschiedener Construction, bei verschiedener Grösse der zu befördernden Schiffe und bei verschiedener Hubhöhe, aber bei annähernd gleicher Wassertiefe im Schleusentrog zu gewinnen, erscheint es zweckentsprechend, die Zahl zu bilden, welche sich ergibt, wenn man die Gesamtanlagekosten des Bauwerks dividirt durch das Product aus der Tragfähigkeit der grössten zu schleusenden Schiffe und der zu überwindenden Hubhöhe.

Für die älteren Hebewerke ergeben sich die folgenden Zahlen:

Schiffshebewerk bei	Tragfähigkeit des Schiffes = Q	Hubhöhe = h	Gesamtkosten = K	$\frac{K}{Q \cdot h}$
Anderton	100	15,35	968 000	636
Fontinettes . . .	300	13,13	1 499 200	357
La Louvière . .	350	15,40	1 124 000	230
	Tonnen	Meter	Mark	Mark

Nach eingehenden Kostenberechnungen stellt sich diese Zahl für hydraulische Hebewerke mit mehreren Prefskolben unter jedem Schleusentroge für Schiffe von 600 bis 1000 Tonnen Tragfähigkeit und 14 m Hubhöhe:

Bei Verwendung von Umläufen auf 250 bis 370 Mark
ohne Umläufe auf 230 bis 330 „

Für das Schwimmerhebewerk stellen sich diese Kosten unter denselben Verhältnissen auf 170 bis 210 Mark
bezw. 150 bis 180 „

Der Vergleich zwischen der Leistungsfähigkeit und den Anlagekosten der Hebewerke führt nun zu folgenden Schlüssen.

Bei der Verwendung von Schiffshebewerken mit Prefswasserbetrieb ist man durch die Art der Construction gezwungen, sofort ein Doppelhebewerk zu bauen, gleichviel ob der Schiffsverkehr des Kanals eine solche Doppelanlage bereits erfordert oder nicht, während man bei Verwendung der Schwimmerschleuse zunächst dem Bedürfnis entsprechend ein einfaches Hebewerk ausführen kann. Die Doppelanlage des Hebewerks mit Prefswasser erfordert aber Baukosten, welche nach vorstehenden Zahlen um 45 bis 80 % höher sind als die Anlagekosten der einfachen Schwimmerschleuse.

Schon diese Ersparnis des ersten Baukapitals, zu welcher die Verwendung des hier beschriebenen Systems die Möglichkeit bietet, wird, besonders wenn voraussichtlich auf Jahre hinaus die einfache Anlage noch dem Bedürfnis genügt, ausschlaggebend für die Wahl der Construction sein und zu Gunsten der Schwimmerschleuse sprechen.

Entwickelt sich nun der Verkehr auf dem Kanal, so daß die einfache Schleuse denselben nicht mehr bewältigen kann, so wird man dazu übergehen müssen, eine zweite Anlage dieser Art zu bauen. Die Kosten zweier Schwimmerschleusen stellen sich nach vorstehenden Zahlen allerdings um 10 bis 36 % höher als diejenigen eines Doppelhebewerks mit Prefswasser; es ist aber zu bedenken, daß diese beiden Anlagen unabhängig von einander sind. Die für die volle Ausnutzung eines Doppelhebewerks oben gemachte Voraussetzung, daß stets, wenn ein Schiff zu Thal befördert wird, auch gleichzeitig ein anderes Schiff zu Berg gehoben werden kann, ist durchaus nicht immer zutreffend. Es werden vielmehr durch diesen Doppelbetrieb sehr häufig Verzögerungen entstehen, indem auf einfahrende Schiffe gewartet werden muß, und in vielen Fällen wird das Hebewerk nur mit einem Schiffe den Hub auszuführen haben. Zu beachten ist ferner, daß bei Eintreffen mehrerer in derselben Richtung

fahrender Schiffe durch zwei unabhängige Hebewerke 2 Schiffe sofort geschleust werden können, während bei dem doppelten Hebewerk das eine Schiff auf das andere warten muß. Es kann demnach wohl nicht bezweifelt werden, daß die Leistungsfähigkeit zweier von einander unabhängiger Hebewerke mindestens im Verhältniß der höheren Baukosten größer ist.

Zu Gunsten der Anlage zweier Schwimmerschleusen spricht aber besonders noch der Umstand, daß diese sich gegenseitig zur Reserve dienen. Tritt eine Betriebsstörung ein, so wird, wenn eine einzige Doppelanlage vorhanden ist, sofort der Verkehr auf dem Kanal vollständig unterbrochen; bei der Anordnung zweier von einander unabhängiger Hebewerke wird, wenn eines derselben in Folge einer Betriebsstörung außer Dienst gestellt werden muß, immer noch das zweite Hebewerk den dringendsten Verkehr vermitteln können. Auch ist zu erwägen, daß wenn zunächst eine Schwimmerschleuse erbaut wird, man später die zweite Anlage je nach dem vorliegenden Bedürfniß für Schiffe größerer Tragfähigkeit einrichten kann. Die Leistungsfähigkeit würde dann naturgemäß zu vergleichen sein mit der Leistungsfähigkeit einer Doppelanlage, welche für die größten Schiffe eingerichtet ist, und ergibt sich alsdann, daß die Anlagekosten der beiden in verschiedener Größe ausgeführten Schwimmerschleusen auch absolut genommen geringer werden können, als diejenigen einer Doppelconstruction, trotzdem die erstere Anlage in Folge der Unabhängigkeit des Betriebes noch eine größere Leistungsfähigkeit aufweist.

Zieht man ferner in Betracht, daß, wie umseitig ausgeführt, die Betriebskosten eines Hebewerks auf Schwimmern sich nicht unwesentlich geringer stellen als die eines Hebewerks mit Presswasserbetrieb, daß ferner die Wasserverluste der oberen Kanalhaltung bei der hier beschriebenen Anlage bedeutend kleiner sind, somit, wenn die obere Haltung künstlich gespeist werden muß, an Pumpsarbeit gespart wird, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß in Rücksicht auf die Kosten, verglichen mit der Leistungsfähigkeit, sich ein Schwimmerhebewerk ganz wesentlich günstiger als ein Hebewerk mit Presswasser stellt.

Dieses Ergebniß in Verbindung mit der großen Betriebssicherheit, welche die im Vorstehenden beschriebene Construction bietet, läßt wohl den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß überall, wo die Aufgabe vorliegt, ein concentrirtes Kanalgefälle zu überwinden und nicht locale Ursachen zu einer anderen Construction zwingen, die Anlage eines Schiffshebewerks auf Schwimmern empfehlenswerth ist.

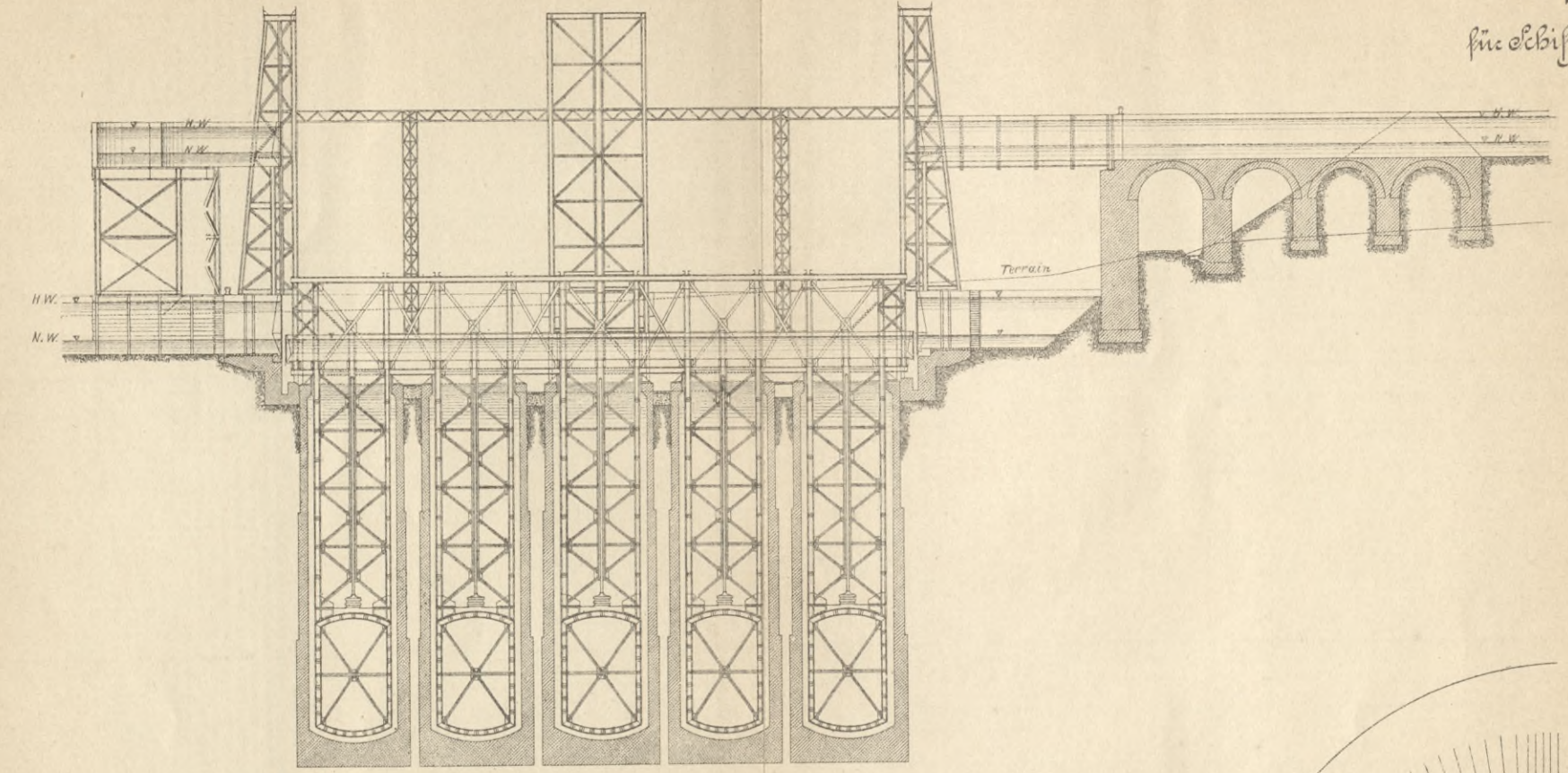
Auf den Sterkrader Werken der Gutehoffnungshütte ist im Auftrage der Königlichen Kanal-Commission in Münster ein großes, betriebsfähiges Modell eines solchen Hebwerks im Maafsstab 1 : 15 aufgestellt, welches sowohl ein eingehenderes Studium der Construction gestattet, als auch den Beweis für die Ausführbarkeit und Zweckmäßigkeit der Anlage liefert. Einige photographische Aufnahmen dieses Modells sind als Blatt 3 bis 7 dieser Schrift angeheftet.



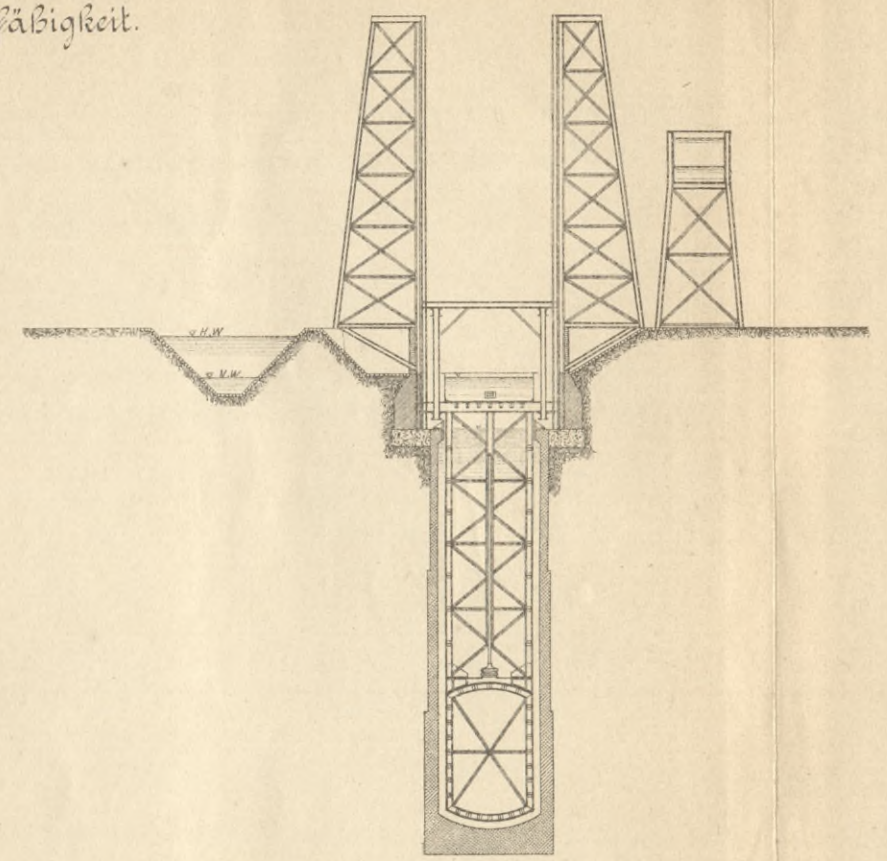
Schiffshebewerk
auf 5 Mittel-Schwimmern
für Schiffe von 600 Tonnen Tragfähigkeit.

~ Maßstab 1:150 ~

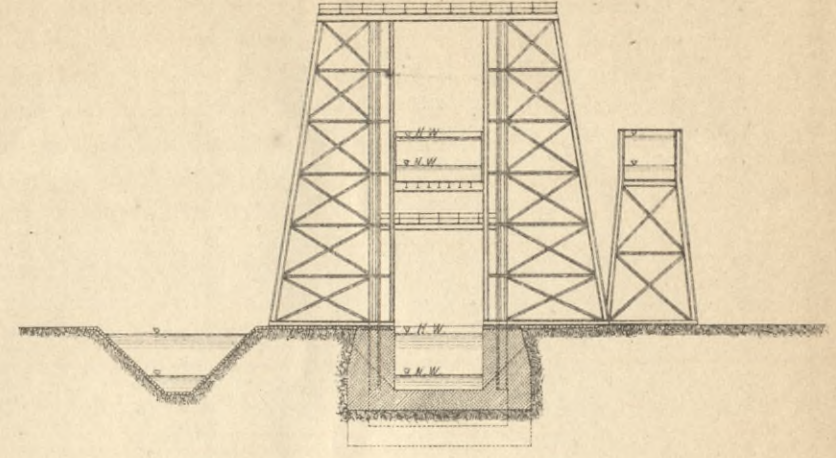
Längsschnitt.



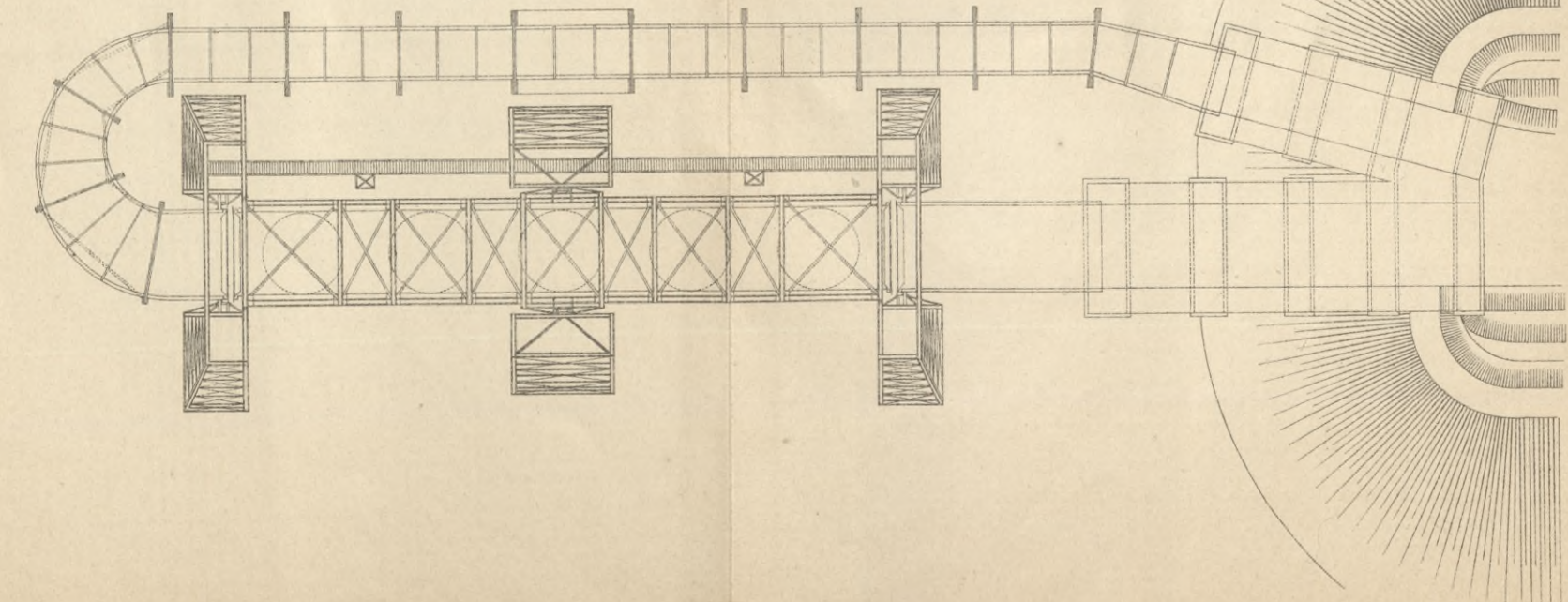
Querschnitt i. d. Mitte.



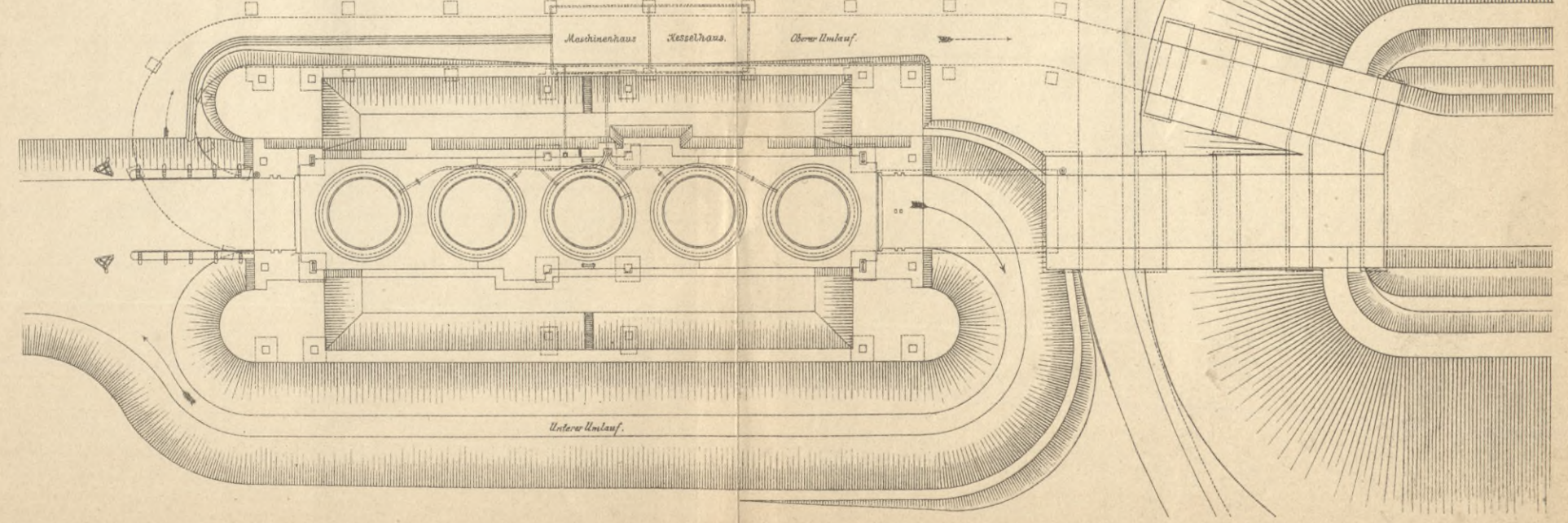
Querschnitt am Ende.



Grundriß der Eisenconstruktion.



Grundriß ohne Eisenconstruktion.





Schiffshebewerk
 auf 10 Seiten-Schwimmern
 für Schiffe von 1000 Tonnen Tragfähigkeit.

Längsschnitt a-b.

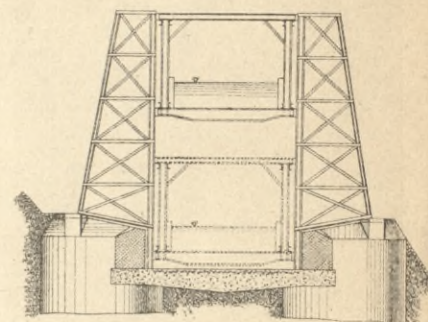
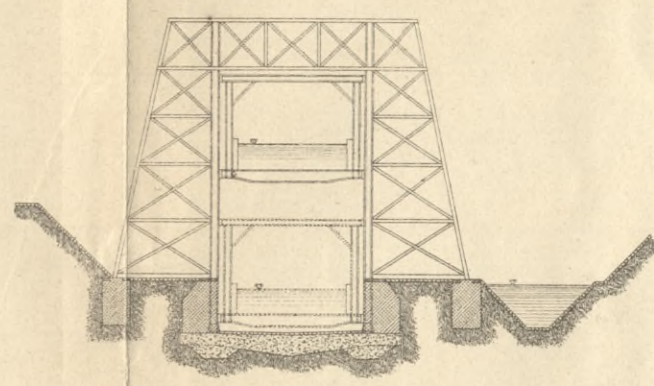
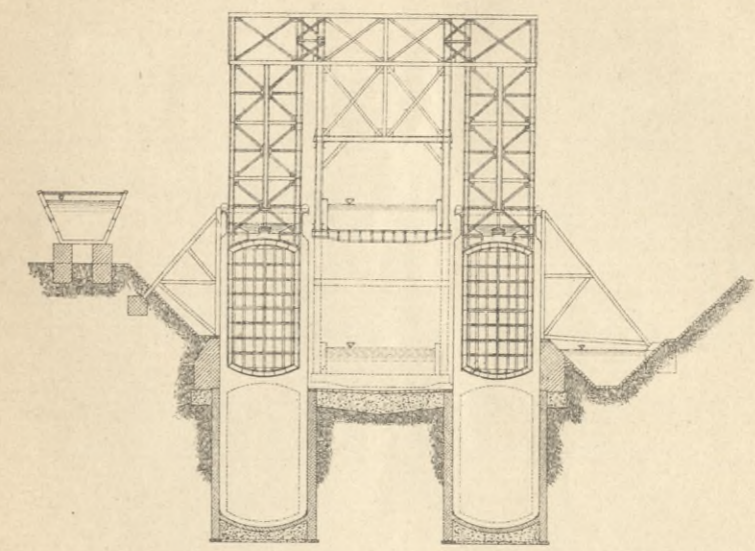
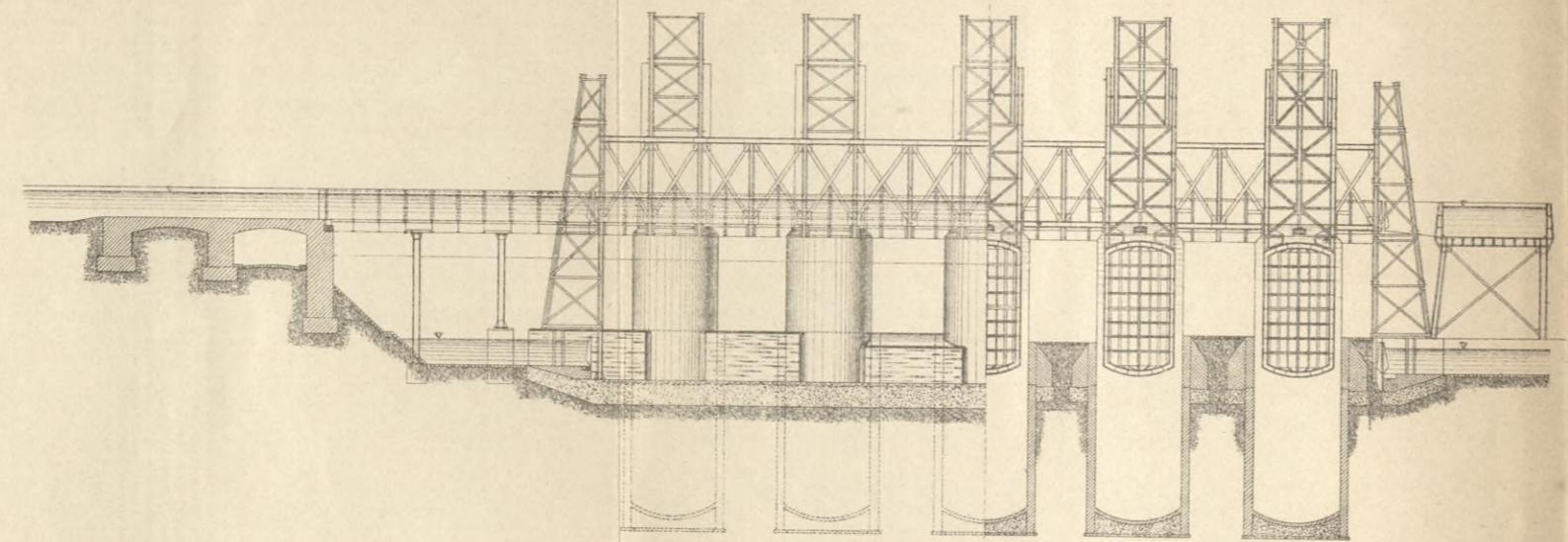
Längsschnitt c-d-e-f.

Maßstab 1:750.

Querschnitt i-k.

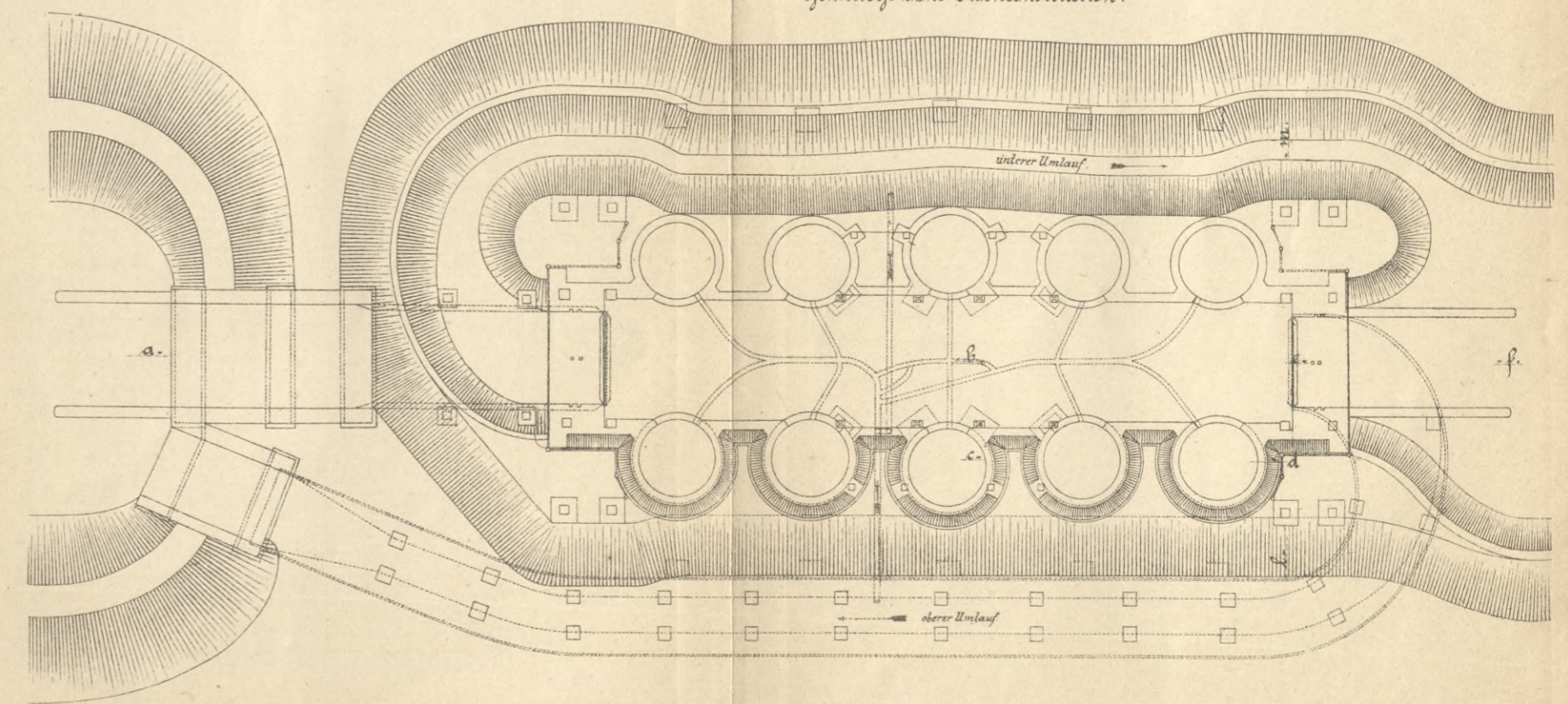
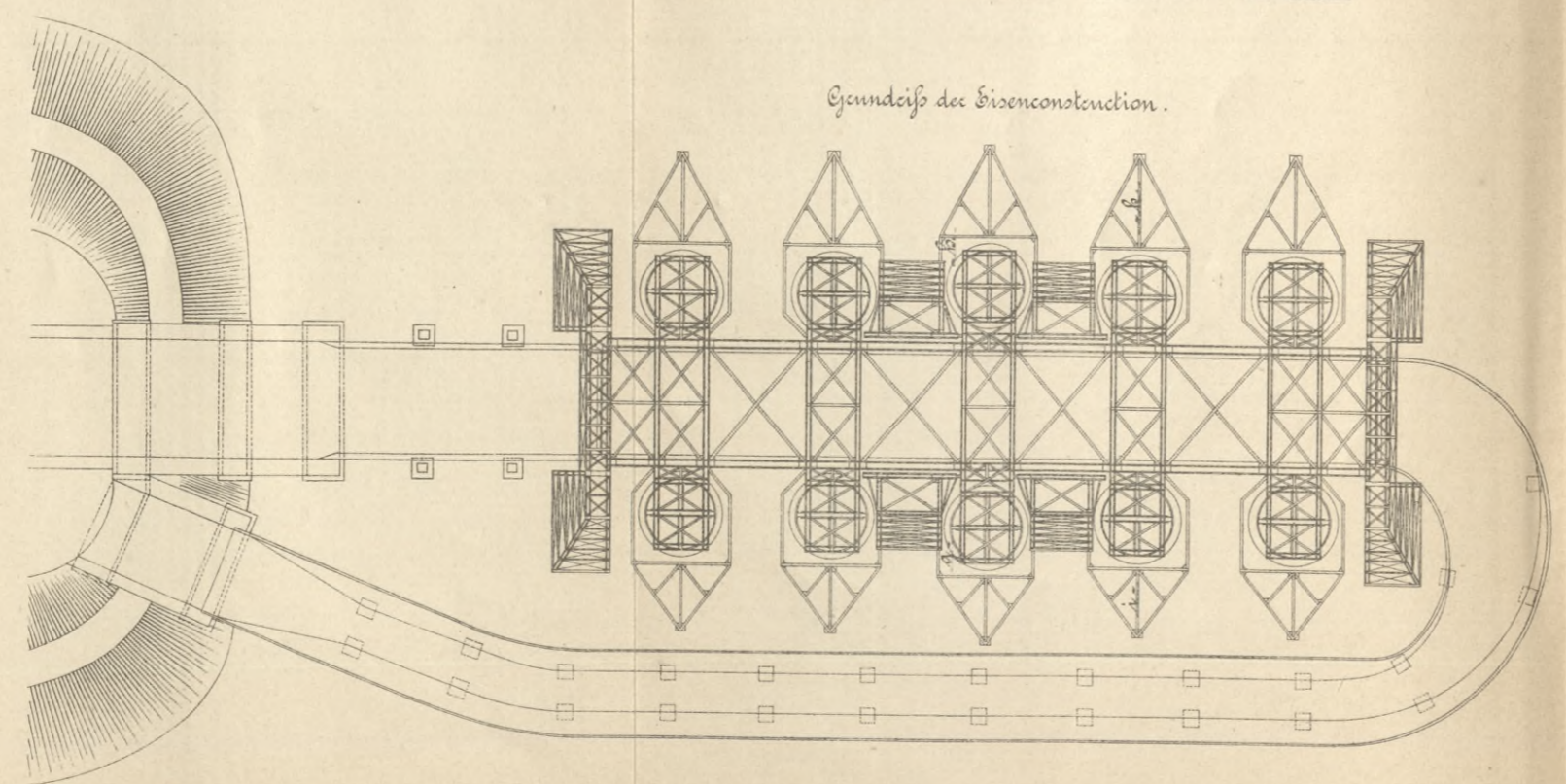
Endansicht l-m.

Mittelführung.
 Schnitt g-h.

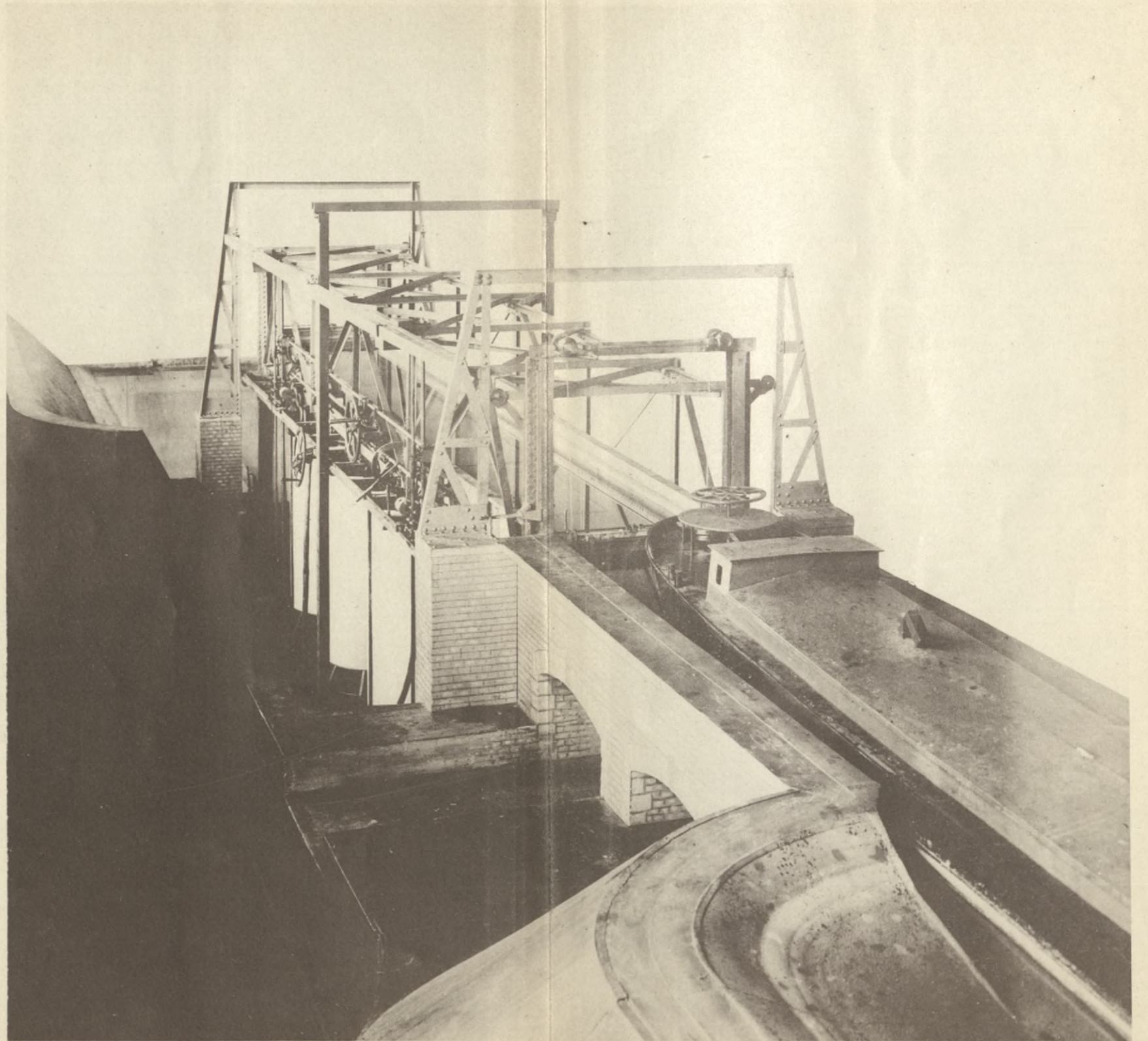


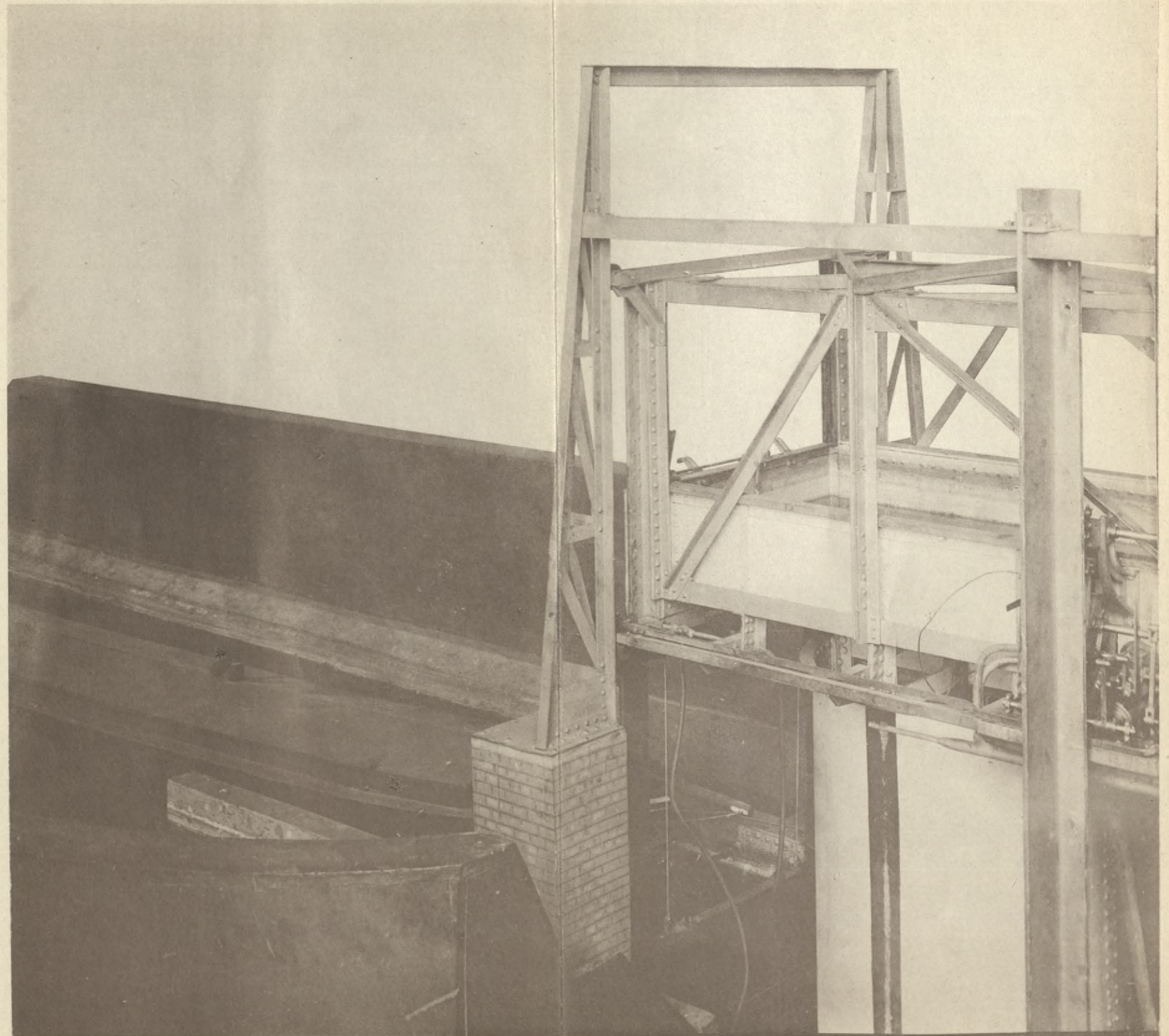
Grundriß der Eisenconstruction.

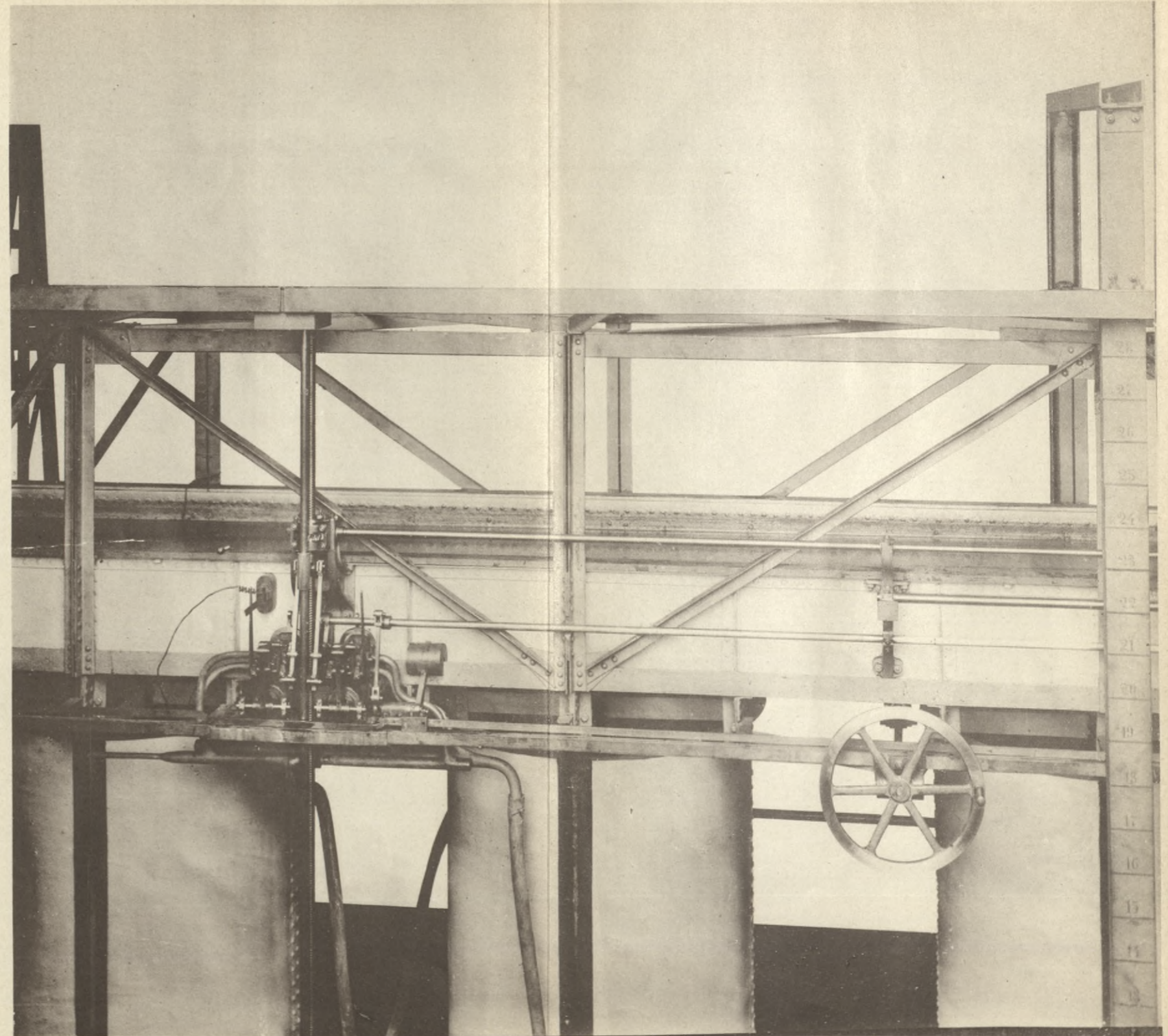
Grundriß ohne Eisenconstruction.

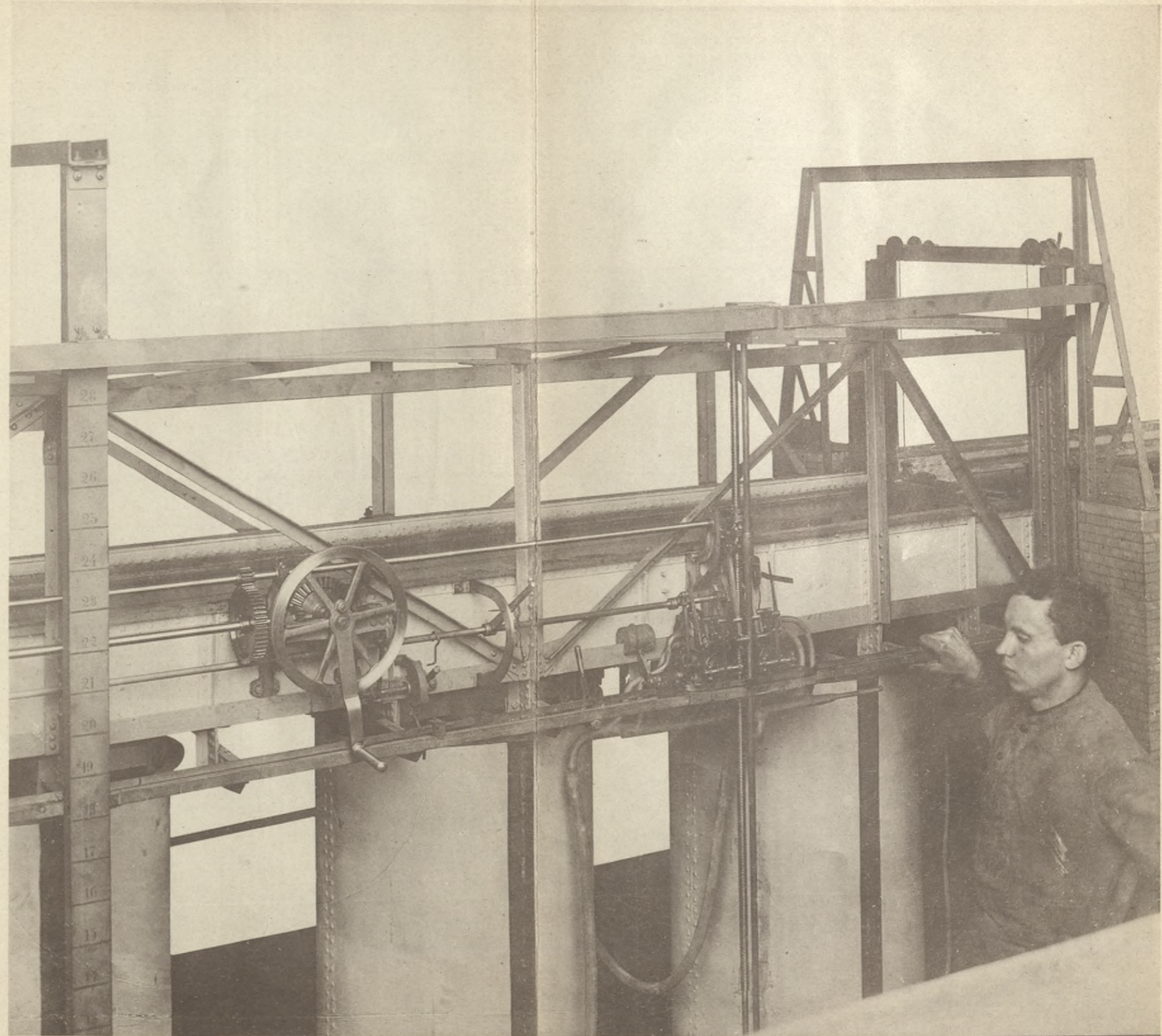


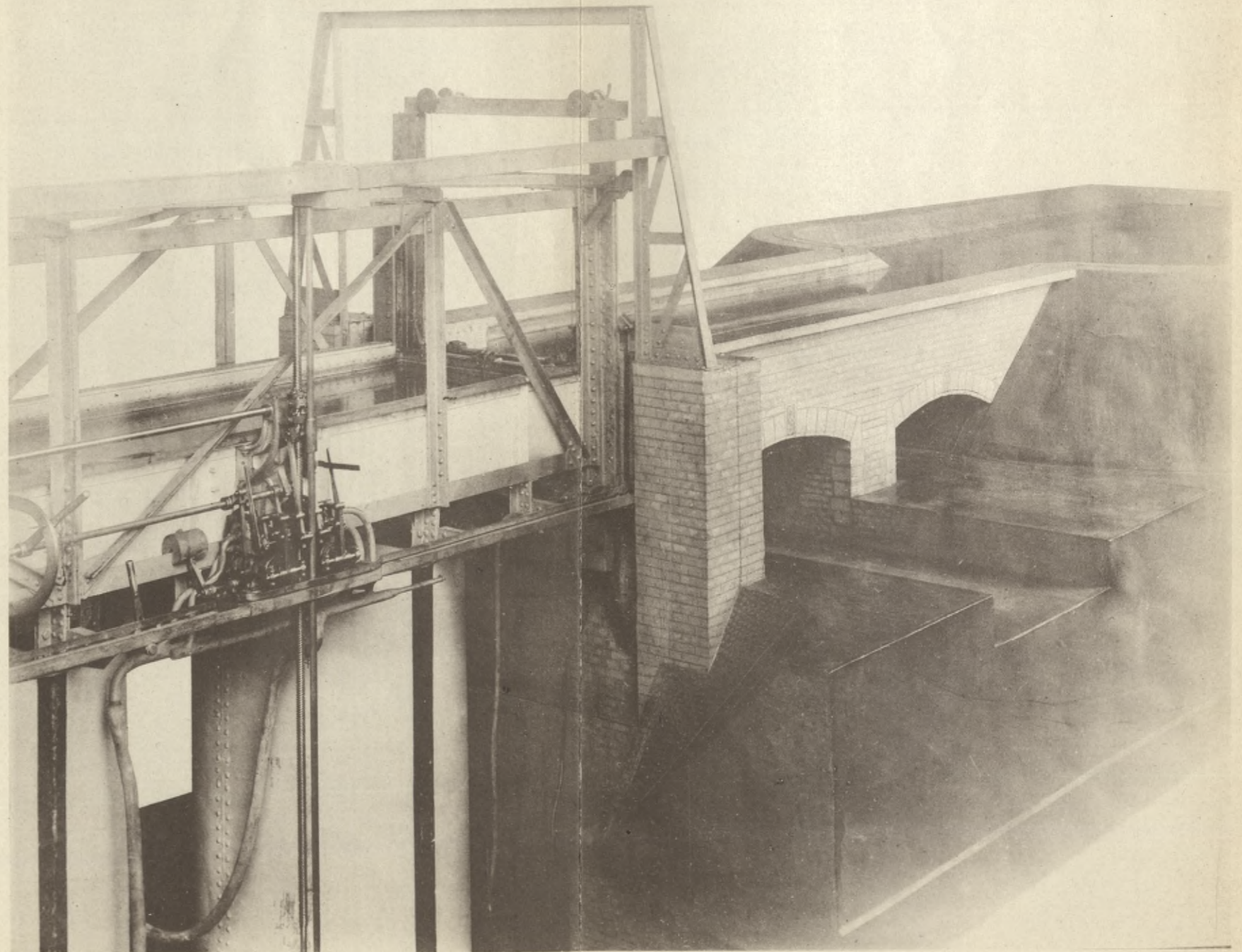














S. 61

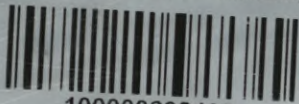
WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

|| 31615
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298407