

# Hydraulische Schiffshebewerke

ENTWURF

VON

G. HOPPE



G. 46

16



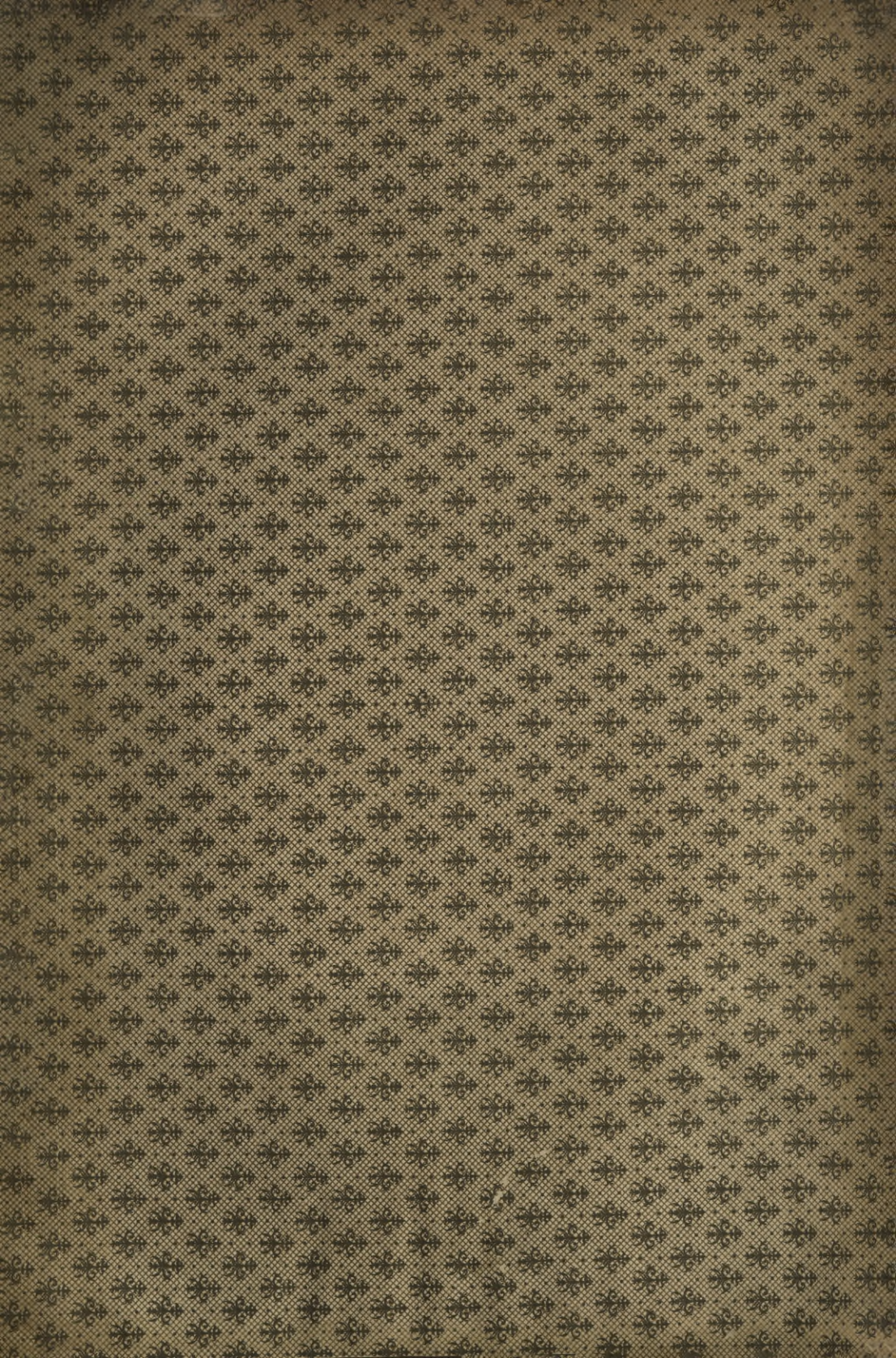
Bibliothek  
des  
Reichsants des Innern.

N<sup>o</sup> 7661

Bibloteka Politechniki Krakowskiej



10000300033



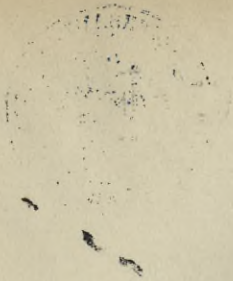


1964

Pl 2487

$505 \frac{x}{a}$

I 1458/91.





# Hydraulische Schiffshebwerke

Entwurf von C. HOPPE.

In Folge der neueren Bestrebungen auf dem Gebiete des Kanalwesens und der Binnenschifffahrt in Deutschland hat sich auch die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf die vertikalen Schiffshebwerke gelenkt, wie sie bereits in England, Frankreich und Belgien bestehen. Die Schwierigkeit der Einführung derselben in Deutschland besteht jedoch in den grossen Abmessungen der Wasserbehälter zur Aufnahme der Schiffe, welche Constructionen, wie sie bisher zur Ausführung gelangten, nicht mehr gestatten. Auf dem internationalen Binnenschifffahrts-Congress im Jahre 1888 in Frankfurt a./M. schenkte man auch diesem Gegenstande seine Aufmerksamkeit und es waren daselbst mehrere Entwürfe von Hebewerken in Zeichnungen und Modellen ausgestellt. Auch der Centralverein zur Hebung der deutschen Fluss- und Kanalschifffahrt hat diesen Gegenstand behandelt, wie der in Glaser's Annalen, Bd. XXIII. No. 266 und 267 veröffentlichte Vortrag des Regierungsbaumeisters Petri bekundet.

Die Entwürfe zur Lösung der Aufgabe sind seitdem mehrfach besprochen, das Für und Wider bei denselben erörtert, und ist zur Klärung der Frage Manches beigetragen worden. Diesem Zwecke sollen auch die folgenden Auseinandersetzungen dienen, die sich mit dem Hoppe'schee Entwurf der hydraulischen Schiffshebung beschäftigen. Der Vollständigkeit halber sei hier der betreffende Theil des Petri'schen Vortrages wiederholt.

„Das auf der beigehefteten Tafel, Fig. 1 bis 3 dargestellte Hebewerk besteht aus zwei beweglichen Schleusenammern *a*, von denen jede durch zwei\*) Pressstempel von 2 m Durchmesser bei 35 bis 40 Atm. Wasserdruck unterstützt wird.

\*) In Glaser's Annalen, hier sechs.

II 31126

Die Enden der Kammern sowie der oberen und der unteren Kanalhaltung können durch Schützen mit Kraftwasserantrieb geschlossen werden. Die Dichtung zwischen Kammer und Kanalende erfolgt durch Dichtungsschläuche, in denen durch Verbindung mit dem Behälter *n* innerer Wasserdruck erzielt wird.

Die Absperrung der unteren Kanalhaltung bezweckt die Vermeidung des in Anderton bestehenden Fehlers, dass die Schleusenkammer in das Unterwasser taucht und der Auftrieb durch Kraftwasser aus einem Kraftsammler überwunden werden muss.

Der Hub wird so bemessen, dass der Wasserspiegel der Kammer in der Endstellung oben 150 mm unter und unten 150 mm über dem Wasserstande der anschliessenden Kanalhaltung sich befindet.

Nach der Oeffnung der Schützen findet ein Ausgleich der Wasserspiegel statt, und können die Fahrzeuge aus- und einfahren. Die um 150 mm höhere Wasserfüllung der oberen Kammer ergiebt nun die Betriebskraft zur Ueberwindung der Stopfbüchsenreibung und zur Erzielung einer Geschwindigkeit von 0,1 m in der Sekunde. Bei einer Länge von 72 m und einer Breite von 9 m der Kammer beträgt demnach der Wasserverbrauch für eine Schleusung

$$72 \times 9 \times 0,15 = \text{rund } 98 \text{ Cbm.}$$

Es ist zu beachten, dass dieser Verbrauch für jede Hubhöhe derselben ist und für die Beförderung zweier Fahrzeuge, nämlich je eines zu Berg und zu Thal dient.

Die Dauer der Schleusung beträgt für

1. die Hubbewegung  $2\frac{1}{2}$  Minuten

2. Ein- und Ausfahren  $12\frac{1}{2}$  „

insgesamt 15 Minuten.

Der Ueberdruck unter dem herabsinkenden Kolben gegenüber dem hinaufsteigenden beträgt beim Anfange des Hubes 2,8 Atm. Durch den mit dem Hube veränderlichen Auftrieb der Kolben sinkt der Ueberdruck am Ende des Hubes auf 1 Atm.

Die Grundbedingung für die vollkommene Betriebssicherheit des Hebewerkes ist die, dass die beiden Kolben unter jeder Kammer ganz unabhängig von der auf jedem ruhenden Last und der Stopfbüchsenreibung völlig gleichmässig sich

Akc. Nr. 1969/49



heben und senken und in jeder Stellung gleichzeitig zum Stillstand gebracht werden können.

Diese Bedingung wird durch die Herrn C. Hoppe in Berlin unter No. 42 347 im Deutschen Reiche patentirte Steuerung für Parallelhebung mittelst mehrerer Wasserdruckpressen auf äusserst einfache und sichere Weise gelöst. Die genannte Firma hat sich seit Jahren mit dieser Aufgabe beschäftigt und schon 1882 diese Bauart zum Heben einer Brücke über den Louisestädtschen Kanal in Berlin in Vorschlag gebracht. Gegenwärtig\*) ist sie mit dem Heben eines Gasometer-Daches mittelst 32 mit dieser Steuerung versehener Cylinder beschäftigt. Die Steuerung ist in Fig. 2 mit *b* bezeichnet und in den Figuren 4 bis 6 in grösserem Massstabe dargestellt.

Das gusseiserne Ventilgehäuse und mit ihm der Drehpunkt des zweiarmigen Hebels *f* sind zwischen den beiden Schleusenkammern unbeweglich gelagert. Der eine Arm des Hebels *f* bewegt durch ein Gestänge die Absperrschieber *gg*, welche die Verbindung zwischen den vier Presscylindern herstellen oder schliessen. Jeder Cylinder musste zwei Schieber erhalten, da die Kammern abwechselnd sinken und steigen.

Das andere Hebelende trägt die Mutter *d*, deren Schraubenspindel *e* (siehe auch Fig. 1) mit der beweglichen Schleusenkammer verbunden ist und eine dem Hube des Hebewerks entsprechende Länge besitzt. Bei waagerechter Lage des Hebels *f* sind die Absperrschieber geschlossen, und es findet Stillstand statt. Sobald jedoch durch Drehung der Stirnräder *o* (siehe Fig. 5 und 1) die Mutter auf der augenblicklich feststehenden Schraubenspindel *e* verschoben und der Hebel *f* in eine geneigte Lage gebracht wird, so öffnet einer der Schieber, und die Schleusenkammer und damit die Spindel *e* bewegt sich. Hierdurch wird die Mutter *d* gehoben oder gesenkt und der Hebel *f* wieder waagrecht eingestellt, so dass die Schieber absperren. In Folge dieser Differenzbewegung kann sich die Schleusenkammer nur genau in gleicher Geschwindigkeit mit der Mutter *d* bewegen. Durch die Wellen *h* und *i* mit Kegelrädern sind die einzelnen Steuervorrichtungen eines jeden der vier Cylinder zwang-

\*) Ist inzwischen bereits längst vollendet und die Hebung eines zweiten Daches mit 40 Pressen in Arbeit.

läufig mit einander verbunden, so dass alle Muttern  $d$  und mit ihnen alle Presskolben sich genau gleichmässig bewegen müssen.

Die Welle  $i$  wird von dem Maschinistenstand  $k$  aus durch einen Wasserdruck-Motor bewegt. Sobald sie bewegt wird, bewegen sich die Schleusenammern. Bei ihrem Stillstand stehen dieselben.

Hinter den Schiebern sind Rückschlagventile  $ll_1$  angeordnet, um ein Steuern in entgegengesetztem Sinne zu verhüten. Von den beiden oben befindlichen Ventilen  $mm_1$  steht das eine mit der Luft, das andere mit der Hochdruckleitung in Verbindung. Sie dienen als Sicherheit gegen zu hohen Druck und ermöglichen die Veränderung des Inhalts der Presscylinder durch Zuführung von Druckwasser aus einem Kraftsammler, wenn der Cylinder-Inhalt durch Undichtheiten verringert ist oder eine Hubveränderung durch Schwankungen der Kanalsspiegel nothwendig wird. Ausserdem verhindern sie ein Voreilen eines Kolbens bei groben Unregelmässigkeiten. Die Grenze, die man den Schiebern setzt, bis sie die Hilfsventile öffnen, bildet das grösste Mass, um das die Kammern sich schiefer stellen lassen und beträgt etwa 50 mm. Die Bewegung der Schieber wird auf ein Zeigerwerk am Maschinistenstande übertragen, so dass der Führer die Bewegung regeln und Unregelmässigkeiten sofort erkennen kann.

Der Längenausdehnung bei Temperaturänderungen wegen sind die Hauptführungen der Schleusenammern nur an einem Ende, nämlich in dem Portal an der oberen Kanalhaltung, angeordnet, während das andere Portal ausschliesslich zur Seitenführung dient.

Ebenso ist auf die Längenausdehnung bei der Auflagerung der Schleusenammern auf die Presskolben Rücksicht genommen.

Die Presscylinder sind ähnlich wie bei dem Hebewerk in La Louvière aus 2 m langen gusseisernen Schüssen mit warm aufgezogenen Stahlringen gebildet. Die Verbindungsrohre der Presscylinder sind mit Gelenkflanschen versehen und so angeordnet, dass Längenausdehnungen oder Lageveränderungen der Cylinder keine Undichtheiten oder Rohrbrüche verursachen können.

Der Mittelpfeiler des Hauptportals ist als voller Blechpfeiler gedacht und nimmt gleichzeitig zwei Druckwassersammler auf, welche für den Betrieb der Thorwinden, der Steuermaschine und der Spills, sowie zur Ergänzung der Wasserfüllung der Presscylinder nothwendig sind. Das Druckwasser wird durch eine Presspumpe erzeugt, welche durch eine Dampfmaschine angetrieben wird.

Die Kosten belaufen sich, wie der nachstehende Ueberschlag zeigt, auf M. 1 570 000.

Pos.	Gegenstand	Betrag M.
1.	Die gesammte Blecharbeit, bestehend aus den Schleusenammern, Portalen, Laufbrücken u. s. w. . . . .	485 000
2.	Acht Schleusenthore mit Rahmen . . . .	48 000
3.	Vier Presscylinder mit Kolben und Aufsatzstücken . . . . .	541 000
4.	Schmiedeeiserne Träger als Cylinderunterlage . . . . .	19 000
5.	Vier Steuervorrichtungen nebst Antrieb und Rohrleitungen zu den Cylindern	97 000
6.	Dampfmaschine mit Presspumpe und zwei Kraftsammlern und den Rohrleitungen im Maschinenhause . . . . .	55 000
7.	8 Stück Wasserdruckwinden zu den Schützen, 2 Stück Wasserdruckwinden (Spills), die gesammte Rohrleitung dazu, Signal - Vorrichtungen, Schleusendichtungen u. s. w. . . . .	61 000
	Summa der Eisentheile	1 306 000
	30 000 Cbm Erd- und Schachtarbeit zu M. 3	90 000
	5 000 Cbm Mauerwerk zu M. 30 . . . .	150 000
	Maschinenhaus und Beamtenwohnungen .	24 000
		<u>1 570 000</u>

Es bleibt noch zu erwähnen, dass von einer Ausführung dieses Entwurfes gute Ergebnisse um so mehr zu erwarten sind, nachdem ein in San Francisco angelegtes Dock für Seeschiffe, dessen Tragekraft durch 36 mit der oben erörterten

Steuerung versehene Cylinder von 0,75 m Durchmesser gestützt wird, nach einer Mittheilung auf Seite 158 des Centralblatt der Bauverwaltung 1888 sich gut bewährt hat.“

Das eigentlich Neue an diesem Entwurf gegenüber den bekannten Ausführungen in Anderton, Les Fontenettes und La Louvière ist die durch die Grösse der Schleusenammern bedingte Unterstützung derselben durch mehrere Kolben und Parallelhebung derselben. Gegen die Sicherheit der letzteren ist kaum von irgend einer Seite ein Bedenken erhoben worden, weil die gelungenen Ausführungen dieser Construction, d. h. die Hebung des Gasbehälterdaches auf der IV. Gasanstalt in Berlin mittelst 32 hydraulischer Pressen im Jahre 1888 und die unabhängig davon zur Ausführung gekommene hydraulische Hebevorrichtung eines Docks in San Francisco mit 36 Pressen keinen Zweifel aufkommen liessen. Dahingegen hat man sich gegen die Anwendung zweier Kolben, die in dem Entwurfe gewählt waren, als der erforderlichen Sicherheit entbehrend, gewandt.

Gegen die Berechtigung dieses Einwurfs lässt sich kaum etwas sagen, denn der Bruch z. B. eines Cylinders dürfte dem Bauwerk wohl verhängnissvoll werden. Da man aber bei den bestehenden hydraulischen Hebewerken dieser Möglichkeit keine Bedeutung beigemessen hatte — denn der glückliche Ausgang des Cylinderbruches in Anderton war nur dem Umstande zu danken, dass die Bruchöffnung im Verhältniss zum Cylinderinhalt klein war — und da ferner auch bei anderen Bauwerken gleiche Bedenken nicht erhoben worden, so hat man diesem Umstande um so weniger ein Gewicht beigelegt, als es sich hier um die möglichst einfache Darstellung des Grundgedankens handelte und es von vornherein klar war, dass durch Anwendung mehrerer Kolben dem Einwurf Rechnung getragen werden könne. Es sei gestattet, dies näher zu begründen. Wendet man statt eines Cylinders auf jeder Seite der Schleusenammer deren drei an, wie es die hier beigefügte Darstellung, Fig. 1 bis 3 der beigehefteten Tafel, zeigt, und wählt deren Stärke so, dass bereits zwei Cylinder die Last mit der gleichen Sicherheit tragen, wie früher der eine, so ergiebt sich bei dem Bruche irgend eines durch die Last in Anspruch genommenen Theiles noch völlige Sicherheit, selbst wenn der Maschinist nichts merkend oder im Falle er sich entfernte, die Steuerung mittelst der hydraulischen Antriebsmaschine weiter arbeiten liesse. Bricht z. B.

1. ein Cylinder oder ein Rohr zwischen einem Cylinder und dem zugehörigen Schieberkasten, so strömt das Druckwasser dort aus und die Schleusenkammer sinkt, aber nur um die Schieberöffnung der anderen Cylinder, denn die unteren Schieber  $g$  derselben (vergl. Fig. 4 bis 6) schliessen sich mit der sinkenden Kammer, während durch die oberen  $g_1$ , wegen der oberen Rückflussventile  $l_1$  kein Wasser aus den intacten Cylindern entweichen kann. Bei dem gebrochenen Cylinder ist auch der untere Schieber  $g$  geschlossen, der obere  $g_1$  aber offen, sodass der Druck aus der gemeinschaftlichen Rohrleitung entweichen ist. Lässt der Maschinist trotz des Unfalles die Steuerung weiter gehen, so sind zwei Fälle möglich:

- a) die Kammer mit dem gebrochenen Cylinder wird auf Niedergang, die andere auf Aufgang gesteuert. Es schliessen sich bei den Cylindern der niedergehenden Kammer, auch bei dem gebrochenen, die oberen Schieber  $g_1$ , die unteren  $g$  öffnen sich. Der gebrochene Cylinder ist gegen die gemeinschaftliche Rohrleitung abgeschlossen und die Kammer sinkt normal nach Massgabe der Steuerung. Bei der anderen Kammer beträgt die Hebung nur  $\frac{4}{5}$  der normalen, vielleicht noch weniger, wenn der obere Schieber am gebrochenen Cylinder nicht völlig dicht ist. In Folge dessen stellen sich die Hebel  $f$  schräge, d. h. die Schieber gehen über ihren höchsten normalen Stand hinaus, es öffnet sich das Accumulatorventil  $m$ , die Accumulatoren liefern zur Innehaltung des normalen Hubes so lange Wasser bis sie erschöpft sind. Damit hört aber auch das Treibwasser zum Betriebe der hydraulischen Antriebsmaschine für die Steuerung auf und es tritt Stillstand ein sowohl der Steuermaschine als auch der Kammern.
- b) Die Kammer mit dem gebrochenen Cylinder wird auf Aufgang gesteuert. Da der obere Schieber  $g_1$  des gebrochenen Cylinders offen bleibt, so kann das Wasser stets aus der gemeinschaftlichen Druckleitung durch den gebrochenen Cylinder abfliessen. Die niedergehende Kammer gehorcht der Steuerung normal, das Wasser derselben fliesst durch den Defect ab, die andere Kammer bleibt stehen, denn die unteren

Schieber  $g$  der intacten Cylinder bleiben geschlossen, die oberen  $g_1$  bleiben offen, wegen des oberen Rückschlagventils  $l_1$  kann aber kein Wasser aus ihnen austreten. Geht die Steuerung noch weiter, so werden wieder die Accumulatorventile  $m$ , auch des gebrochenen Cylinders geöffnet, die Accumulatoren erschöpfen sich, der hydraulische Druck hört auf und die Steuermaschine sowie die Kammern bleiben stehen.

2. Es bricht die gemeinschaftliche Rohrleitung. Die abwärts gesteuerte Kammer geht normal herab; die aufwärts gesteuerte bleibt stehen, da die unteren Schieber  $g$  und die oberen Rückschlagsventile  $l_1$  geschlossen bleiben, die Steuerung öffnet die Accumulatorventile  $m$ , der Inhalt der Accumulatoren strömt in die Cylinder bis er erschöpft ist und es kommt wieder die Steuermaschine und somit alles in Stillstand.
3. Ein Schiebergehäuse bricht. Dieses Vorkommniß fällt unter einen der beiden vorerwähnten Fälle, je nachdem der gebrochene Theil dem Inhalte der gemeinschaftlichen Rohrleitung, eines Cylinders, oder beider zugleich einen Ausweg ins Freie giebt.
4. Ein oberer Schieber  $g_1$  bricht. Hierbei sind wiederum zwei Fälle möglich: a) der Durchgang des Wassers durch den gebrochenen Schieber ist ungehindert. Es fließt mehr Wasser in den Cylinder unter den steigenden Kolben (beim Niedergehen des Kolbens ist die Beschaffenheit der oberen Schieber  $g_1$  wegen des Rückschlagventils  $l_1$  gleichgültig), die Kammer hebt sich auf diesem Ende mehr, die intacten Schieber der beiden anderen Cylinder schliessen mehr und übernehmen die Regulirung. — b) Der gebrochene Schieber versperrt den Durchgang des Wassers. Da dieser Cylinder kein Wasser bekommt, also auch nicht hebend wirkt, für die beiden intacten der Druck zum Heben aber nicht ausreicht, so bleibt die Kammer auf dieser Seite stehen. Die weitergehende Steuerung öffnet wieder das Accumulatorventil  $m$  des nicht intacten Cylinders, die Accumulatoren entleeren ihren Inhalt in diesen, der Druck des Triebwassers sinkt auf den Druck, der in den Hebecylindern herrscht, und Steuermaschine und Kammern kommen in Stillstand.

5. Ein unterer Schieber  $g$  bricht. Wegen des unteren Rückschlagventils  $l$  kommt hier nur das Herabgehen des betreffenden Kolbens in Betracht. Ist nun wieder a) der Durchgang des Wassers durch den Schieber ungehindert, so tritt dasselbe ein, wie im Falle 4 a, ist b) der Durchgang gehindert, so bleibt der betreffende Kolben stehen, die Steuerung geht aber weiter, das Ausgangsventil  $m_1$  öffnet sich, so dass das Wasser dieses Cylinders in das Freie abströmt. Dieser Zustand hält an bis zur Vollendung des Hubes der niedergehenden Kammer.
6. Ein oberes Rückschlagventil  $l_1$  bricht oder bleibt hängen, der Durchgang ist ungehindert. Nur beim Niedergang des Kolbens ist dies von Einfluss. Die Kammer sinkt auf dieser Stelle mehr und es übernehmen die unteren Schieber der beiden intacten Cylinder die Regulirung.
7. Ein oberes Rückschlagventil  $l_1$  geht nicht auf. Dieser Fall deckt sich mit dem 4 b erwähnten.
8. Ein unteres Rückschlagventil  $l$  bricht oder bleibt hängen, ein Vorkommniß, welches nur beim aufgehenden Kolben von Einfluss und wie Fall 6 zu behandeln ist. Die Kammer hebt sich auch auf diesem Ende mehr und es übernehmen die oberen Schieber  $g_1$  der beiden intacten Cylinder die Regulirung.
9. Ein unteres Rückschlagventil  $l$  geht nicht auf. Der Fall deckt sich mit 5 b.

Hiermit sind die tragenden Theile erschöpft, der Bruch regulirender Theile, z. B. der Spindel  $c$  und der Hebel  $f$  dürfte kaum in Betracht kommen, da man Steuertheile aus practischen Gründen nicht so schwach ausführen kann, wie sie sich rechnungsmässig aus den auf sie wirkenden Kräften ergeben würden. Ueberdies beträgt im normalen Betriebe der Differenzdruck in den Schiebern nur 2 bis 3 Atm., während sie für den Maximaldruck von ca. 40 Atm. vorgesehen werden. Da sie ferner zur Revision frei und offen daliegen, so ist ein Bedenken kaum zu erheben.

In allen erwähnten Fällen konnte sich der Maschinist an seinen Control-Apparaten, d. h. dem Zeigerapparat für die Stellung der Schieber, dem Zeigeapparat für die Stellung der Accumulatoren und an den Manometern von der eingetretenen Unregelmässigkeit unterrichten und die Steuermaschine anhalten, womit in allen Fällen Stillstand eintritt.

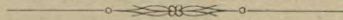
Es sei noch des einen Falles gedacht, dass ein Schleusenthor an der Kammer bricht und die Kammer ihr Wasser verliert. An der Hebevorrichtung geschieht in diesem Falle nichts. Man steuert alsdann die gefüllte Kammer auf Niedergang und kann nach vollendetem Hube den Schaden repariren.

Durch die Anwendung von mehr als einem Cylinder an jedem Ende einer jeden Schleusenammer wird der Wasserdruck in dem Hebewerk beim normalen Betriebe verkleinert, gegen den Druck, für den die Cylinder construirt sind, die Sicherheit wird also erhöht. Die einzelnen Cylinder werden ferner kleiner und bieten dadurch für die Herstellung geringere Schwierigkeiten. Es sind das Vorzüge, die bei Beurtheilung der finanziellen Frage ins Gewicht fallen.

Ist im Falle einer oben beschriebenen Störung ein Hubcylinder ausser Betrieb gekommen, so ist keine zwingende Nothwendigkeit vorhanden, den Schleusenbetrieb ausser Thätigkeit zu setzen, man kann vielmehr mit je zwei Cylindern auf jeder der beiden Schleusenammern den Betrieb fortsetzen und werden dabei alle Theile der Anlage noch die übliche Sicherheit gewähren. Im Falle eines wiederholt eintretenden Unfalls würden alsdann die Tragetheile mit dem Probedruck in Anspruch genommen werden.

Aus diesen Auseinandersetzungen dürfte wohl hervorgehen, dass mit der Anwendung mehrerer Cylinder die Sicherheit des Bauwerkes ausserordentlich hoch ist.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW





# Lothrechte Schiffshebewerke.

Fig.1-3. Entwurf v. C.Hoppe in Berlin.

Fig. 1.

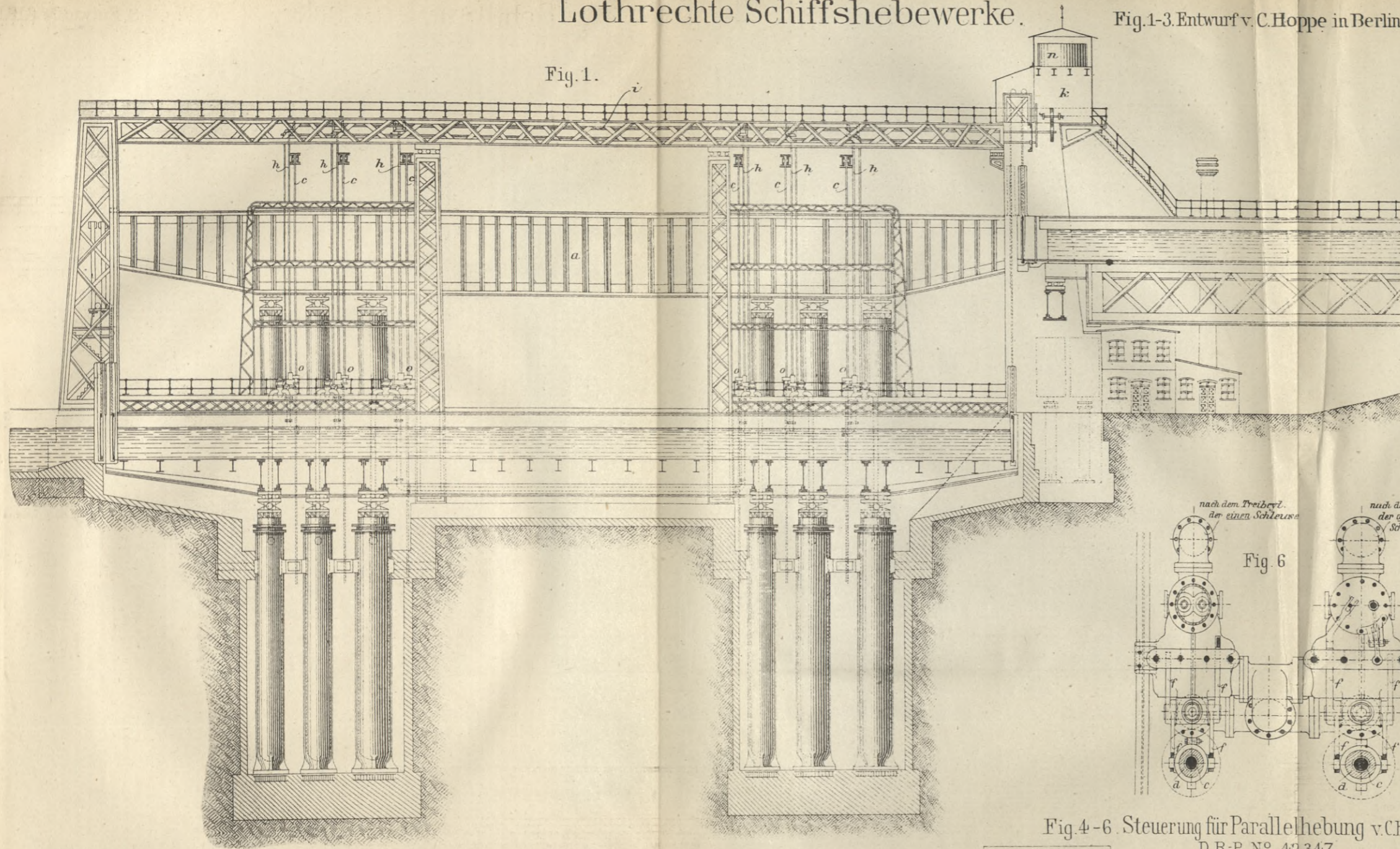
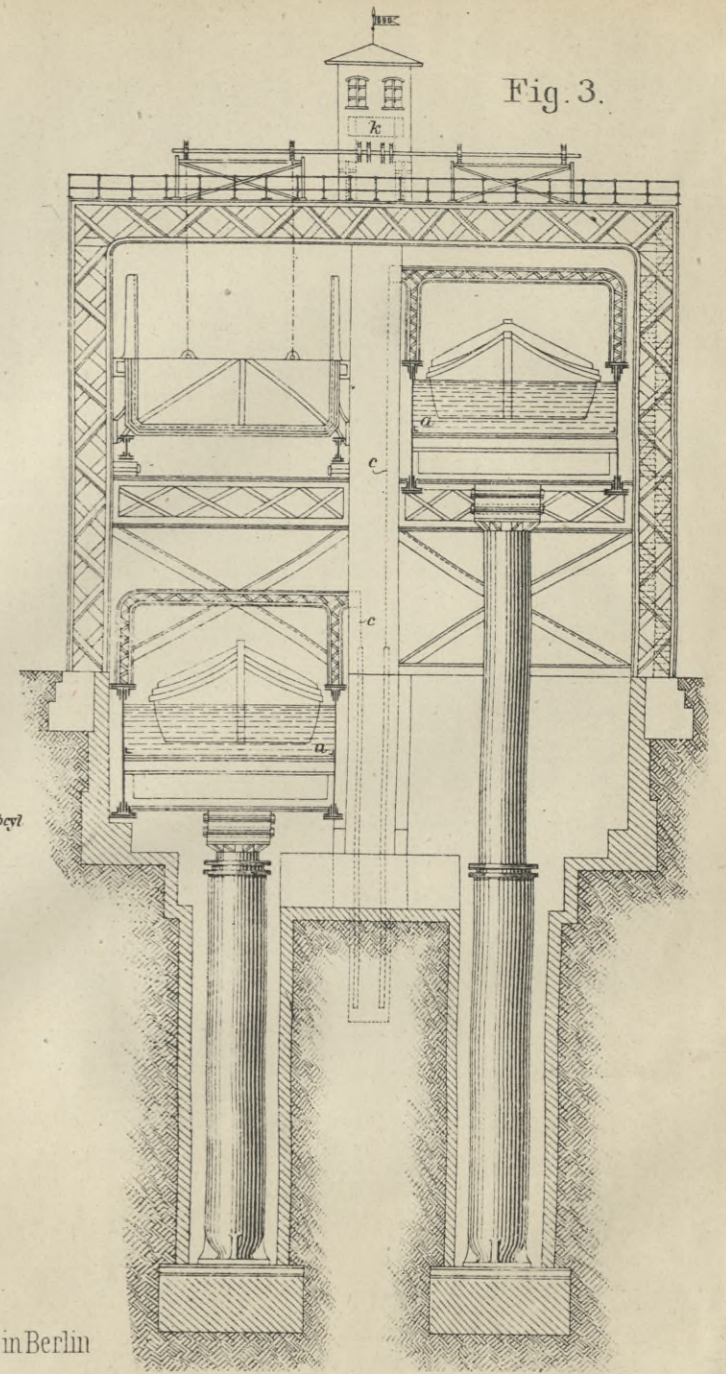


Fig. 3.



nach dem Treibzyl. der einen Schleuse

Fig 6

nach dem Treibzyl. der anderen Schleuse

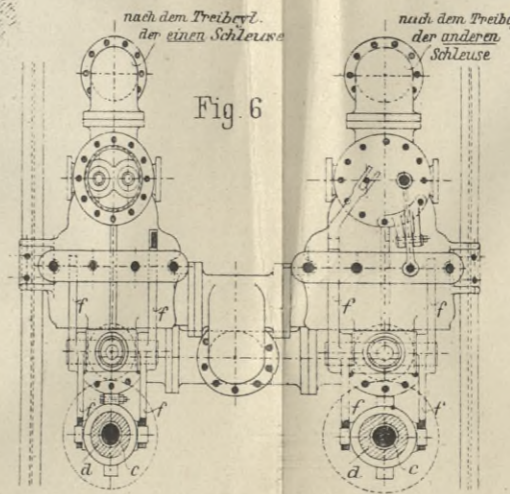
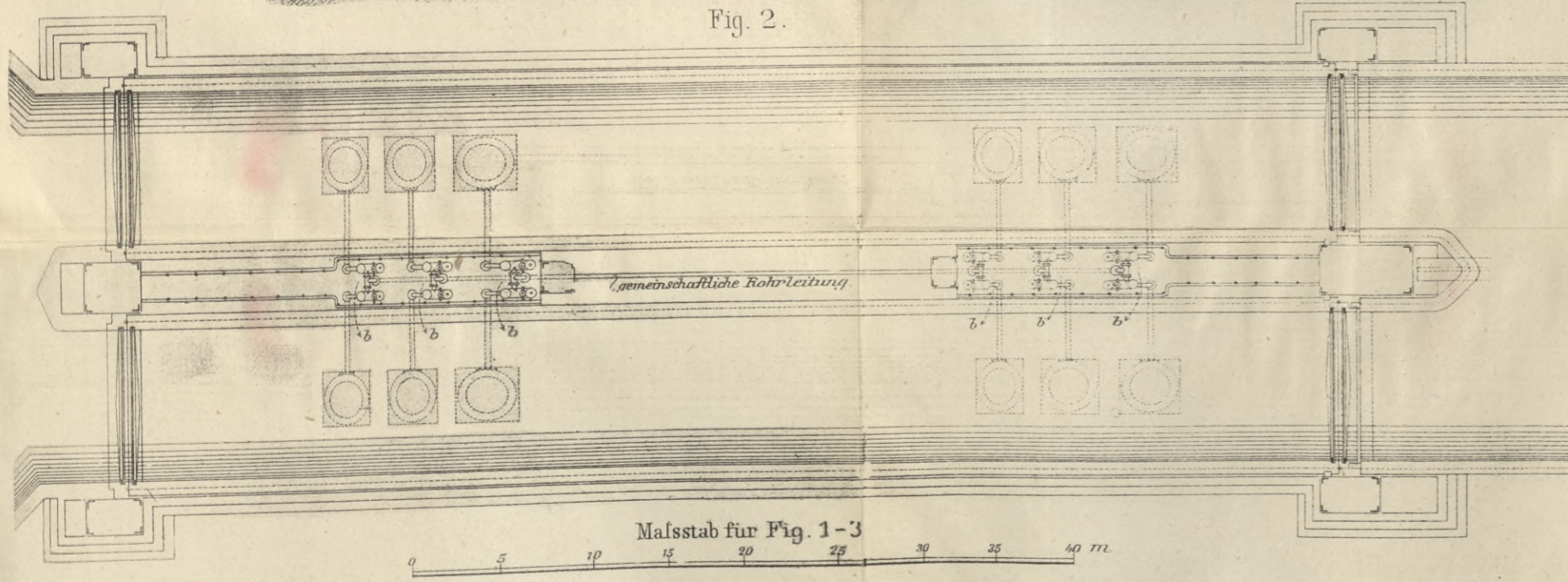


Fig 4-6. Steuerung für Parallellhebung v.C.Hoppe in Berlin  
D.R.P. N° 42347.

Fig. 2.



Mafsstab für Fig. 1-3  
0 5 10 15 20 25 30 35 40 m.

Fig. 4.

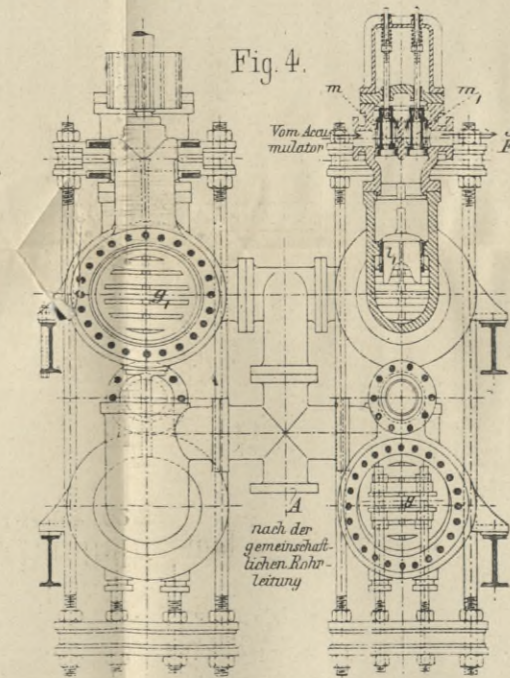
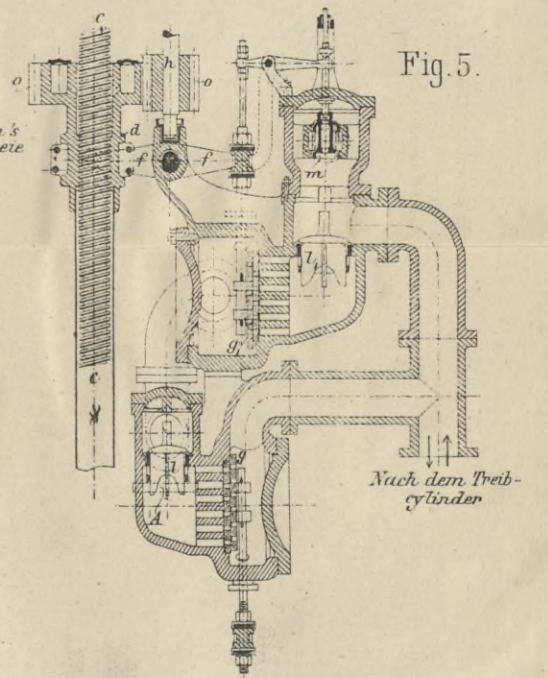
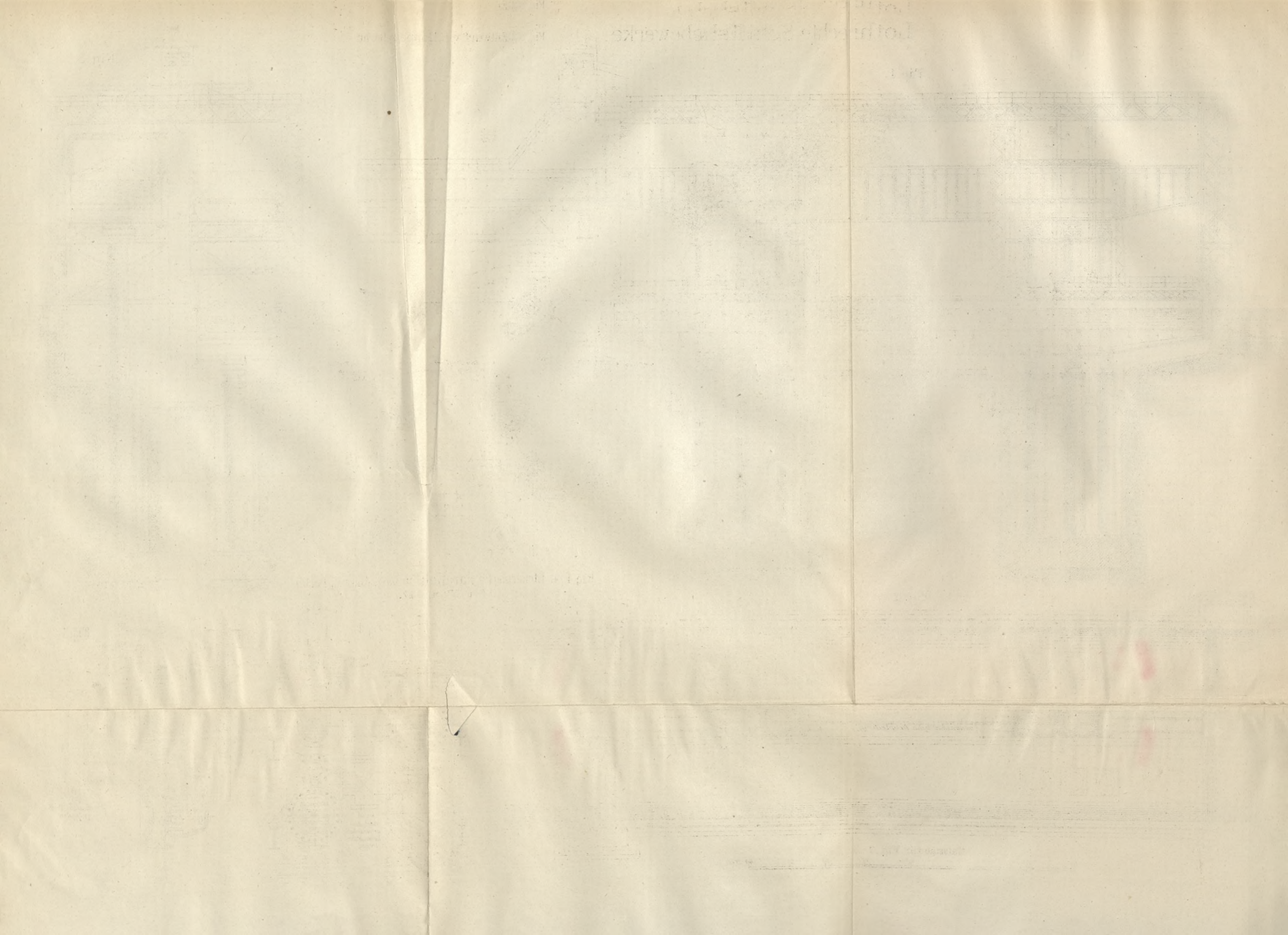


Fig. 5.



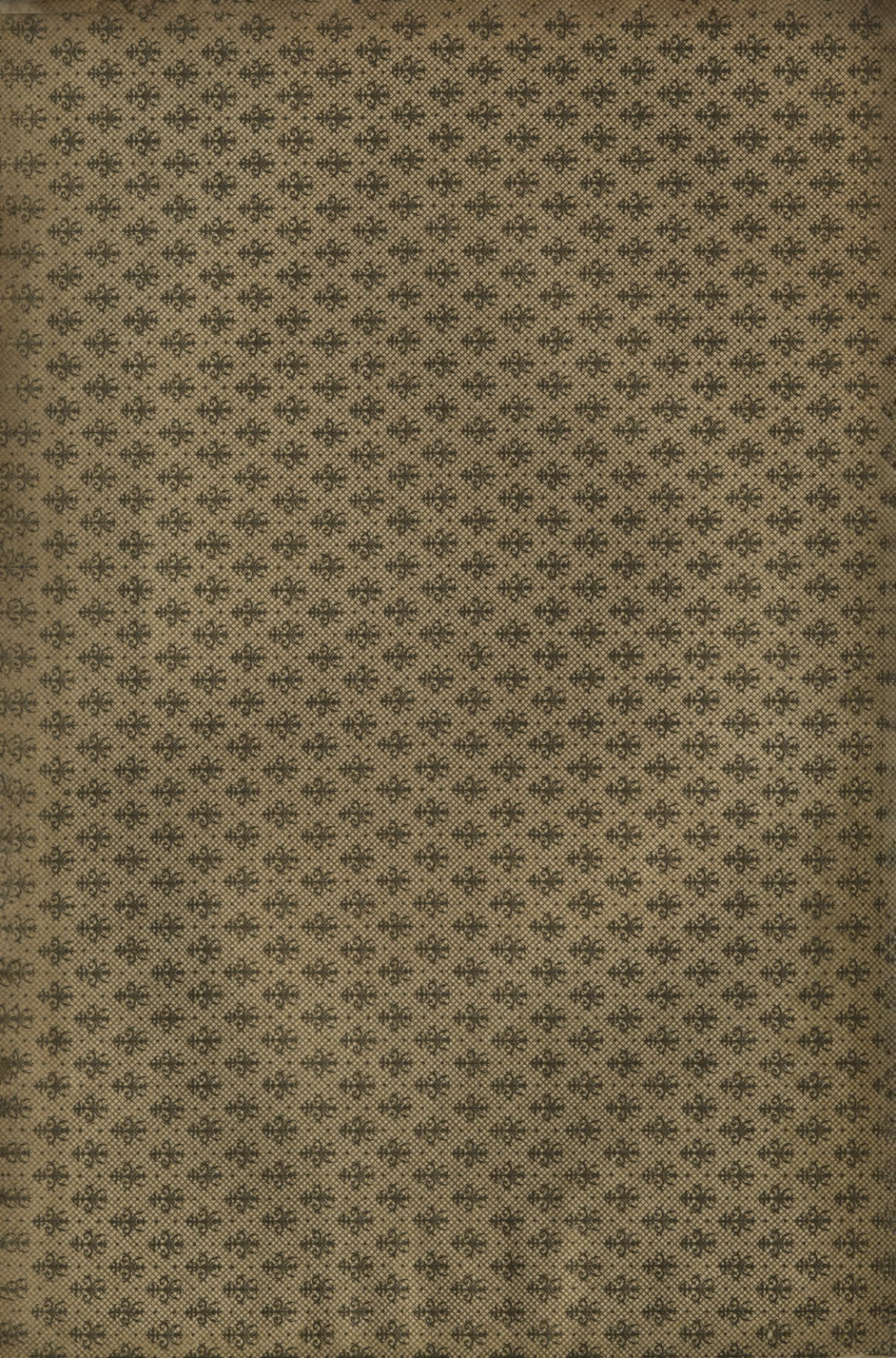
Nach dem Treibzylinder

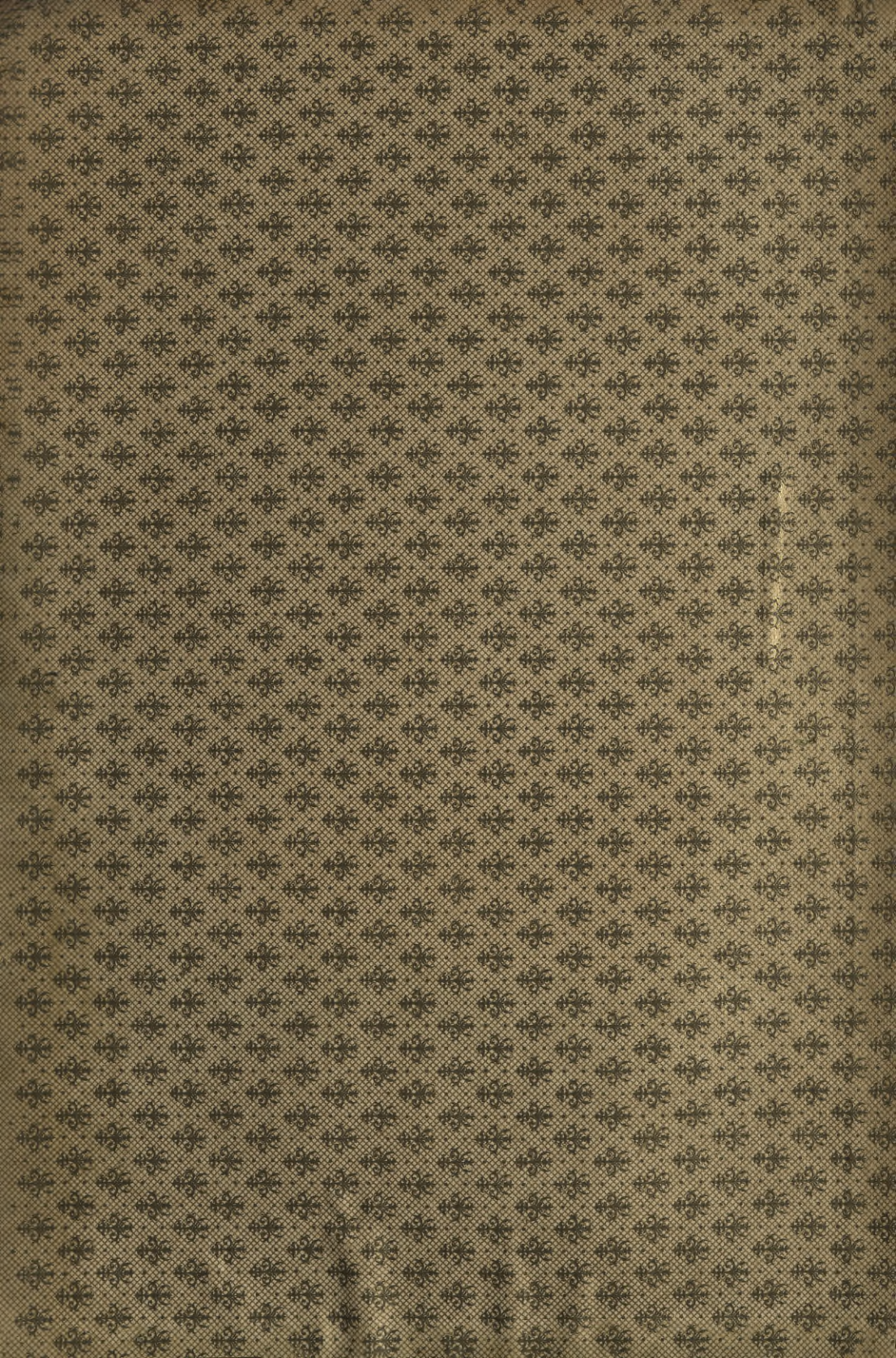




501







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw. 31126

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300033