

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

4483

L. m.w.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294647

DIE

KANALISIRUNG DER MAAS

VON

NAMUR BIS ZUR FRANZÖSISCHEN GRENZE.

DIE

KANALISIRUNG DER MAAS

VON

NAMUR BIS ZUR FRANZÖSISCHEN GRENZE.

VON

M. MARTIAL HANS,
BELGISCHER OBERINGENIEUR.

AUTORISIRTE ÜBERSETZUNG

MIT ZUSÄTZEN VERSEHEN
UND MIT UNTERSTÜTZUNG DES MINISTERIUMS DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN
HERAUSGEGEBEN VON

E. DÜSING,
ABTHEILUNGS-BAUMEISTER DER MAIN-KANALISIRUNG.

MIT VORWORT

VON

O. BAENSCH,
GEH. OBERBAURATH, VORTRAGENDER RATH IM MINISTERIUM DER
ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

V. C. H. C.
MIT 6 FIGURENTAFELN.



WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1885.

702.
[Red signature]
U. 13/40

Das Recht der Übersetzung bleibt vorbehalten.



114483

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite.
Einleitung	1
Erster Theil:	
Klappenwehre in der Maas nach dem System Chanoine.	
1. Allgemeine Beschreibung dieser Wehre . . .	3
2. Art ihres Betriebes	3
Zweiter Theil:	
A. Stauanlage, bestehend aus einem Schiffsdurchlass mit Nadeln nach dem System Poirée und einem Ueberfallwehr mit Klappen nach dem System Chanoine	19
B. Die in der Maas zwischen dem Dorf Riviére und der französischen Grenze erbauten beweglichen Wehre. Ausführliche Beschreibung derselben.	
1. Allgemeine Anordnung	23
2. Die Schleusen	25
3. Die beweglichen Wehre	27
a) Der Schiffsdurchlass	27
b) Aenderungen und Verbesserungen, welche an den nach dem System Poirée in Belgien erbauten Nadelwehren angeordnet sind	38
c) Ueberfallwehr	45
d) Aenderungen und Verbesserungen, welche an den nach dem System Chanoine in Belgien ausgeführten Klappenwehren angeordnet sind	50
e) Art und Weise des Betriebes einer aus einem Schiffsdurchlass mit Nadeln und einem Ueberfallwehr mit Klappen zusammengesetzten Stauanlage	54
f) Praktische durch die Anwendung der neuen Wehre erreichte Resultate	56
g) Kosten der Ausführung	57
C. Berechnung der den Stauanlagen der Maas zu gebenden Abmessungen	62
a) Geneigte Klappen	64
b) Horizontale Klappen	67
c) Niedergelegte Klappen	69
d) Länge des Ueberfallwehrs	70
e) Länge des Schiffsdurchlasses	71

Vorwort.

Bei dem lebhaften Interesse, welches in der Neuzeit der Herstellung der Wasserstrassen zugewendet ist und in der namentlich auch die Geldmittel für diesen Zweck leichter bereit gestellt worden sind, ist in allen den Fällen, wo durch die gewöhnliche Correction des natürlichen Flusslaufes sich ein nutzbringender Wasserweg nicht schaffen lässt, das Mittel der Kanalisirung in Aussicht zu nehmen und kann dadurch die Wasserstrasse auch bei nicht ausreichendem Wasserreichthum den Ansprüchen für eine rentable Wasserverfrachtung genügen.

Zu den Beispielen einer derartigen bedeutenden Ausführung, bei welcher es darauf ankam, ein solches Handelsemporium wie Frankfurt a. M. mit dem Rhein in der Weise in Verbindung zu setzen, dass die Rheinschifffahrt, mit ihren dermaligen Schiffsgefässen, jederzeit auch bis Frankfurt a. M. gelangen kann, gehört die Kanalisirung des Main von Frankfurt a. M. bis zum Rhein.

Die Stauwehre, welche, neben der Anlage von Trommelwehren für die Flossstrasse, in Anwendung kommen und zur Zeit bereits in der Ausführung begriffen sind, waren projectmässig als Nadelwehre in

Aussicht genommen, da, abgesehen von den sonst bekannten Vortheilen beweglicher Wehrconstructions, es darauf ankam, zur Zeit der Hochwasserführung das Profil thunlichst freizulegen.

Gebot einerseits die Hochwasserführung die Vermeidung jeder entbehrlichen Profilbeschränkung, so lag andererseits auch die Absicht vor, bei den höheren noch schiffbaren Wasserständen durch Niederlegung eines entsprechenden Wehrtheiles die Schiffspassage so bald als thunlich von der langsamen Bewegung durch die Schleusen zu befreien und den kanalisirten Strom zum freien Schiffahrtsweg umzuwandeln.

Um nun alle in der Neuzeit bei derartigen Anlagen gemachten Erfahrungen für die Mainkanalisierung nicht ausser Acht zu lassen, wurde der mit der Leitung der Bauten betraute Baurath Schwartz amtlich beauftragt unter Assistenz des Abtheilungsbaumeisters Düsing die Saar und Maas zu bereisen, sich genau über alle Einzelheiten zu unterrichten und danach die Specialprojecte durchzuarbeiten. — Dass, ausser an der Saar, auch seitens der belgischen Ingenieure den Beauftragten in jeder Weise die freundlichste Unterstützung und das lebenswürdigste Entgegenkommen zu Theil geworden ist, davon giebt die Zustimmung des belgischen Oberingenieurs Herrn Martial Hans zu einer Uebertragung des von ihm verfassten interessanten Werkes „die Kanalisierung der Maas von Namur bis zur französischen Grenze“ in's Deutsche, ein sprechendes Zeugnis, und seitens des Herrn Abtheilungsbaumeisters

Düsing ist es in verdienstlicher Weise unternommen, die im Buchhandel bereits vergriffene Ausgabe in der folgenden treuen Uebersetzung den deutschen Ingenieuren in einer bequemen Form zugänglich zu machen, da die vielen vorkommenden technischen Ausdrücke Manchem das Studium erschweren.

Mit der Gewissheit, dass diese Uebersetzung den mit gleichartigen Aufgaben Betrauten als eine willkommene Gabe auf ihrem Arbeitstisch erscheint, empfiehlt sich dieselbe auch durch eine angemessene Ausstattung den Fachgenossen.

Berlin, December 1884.

Baensch,

Geheimer Ober-Baurath.

Einleitung.

Die Maas ist, soweit sie Belgien durchströmt, von Visé bis zur französischen Grenze mittelst beweglicher Stauanlagen und Schleusen kanalisirt.

Die Stauanlagen zwischen Visé und Namur haben Böcke und Nadeln nach dem System Poirée. Für die Fortsetzung der Kanalisierung der Maas oberhalb Namur, welche im Jahre 1866 begonnen wurde, wählte indess die Verwaltung Klappenwehre nach dem System Chanoine, welche man kurz zuvor bei der Kanalisierung der oberen Seine in Frankreich angewandt hatte und welche bessere Resultate als die Nadelwehre zu versprechen schienen.

Es wurden drei Klappenwehre nach dem System Chanoine angelegt, und zwar: bei La Plante dicht bei Namur, bei Tailfer und bei Rivière.

Indessen zeigten diese Anlagen nach ihrer Vollendung doch nicht die erwarteten günstigen Resultate; denn bald nach ihrer Indienststellung erhoben sich Zweifel darüber, einerseits ob sie in der richtigen Weise würden funktionieren und dann, ob sie zu jeder Zeit den Fluss in einem gut schiffbaren Zustande mit der vorgeschriebenen Wassertiefe von 2,10 m würden erhalten können.

In Folge dessen setzte der Minister der öffentlichen Arbeiten durch einen vom 27. April 1871 datirten Erlass eine Kommission¹⁾ mit dem Auftrage ein, bezügliche Erhebungen anzustellen und ein

¹⁾ Diese Kommission war aus folgenden Herren zusammengesetzt:
Maus, Inspecteur général, als Vorsitzender;
Dumon, Cognioul, Bernard, Berger, Ingénieurs
en chef, als Mitglieder;
Hans, Ingénieur, als Schriftführer mit berathender Stimme;
de Burlet, Sous-ingénieur, als stellvertretender Schriftführer.

Stausystem vorzuschlagen, welches sich am besten zur Anwendung bei der Vollendung der Kanalisierung der Maas von Rivière bis zur französischen Grenze eignen möchte.

Diese Kommission brachte nach sorgfältiger Prüfung der Frage die Anwendung einer aus einem Schiffsdurchlass mit Böcken und Nadeln und einem Ueberfallwehr mit Klappen zusammengesetzten Stauanlage in Vorschlag. Dieselbe Anordnung war der Kommission von dem Verfasser, M. Hans, sofort nach ihrem Zusammentreten in einer ihr vorgelegten Denkschrift vorgeschlagen.

Die definitiven Projecte der beiden ersten, nach diesem System ausgearbeiteten Stauanlagen wurden am 12. April 1873 genehmigt.

Die vorliegende Denkschrift wurde auf Wunsch der leitenden Kommission der „Jahrbücher für öffentliche Arbeiten“ verfasst.

Sie zerfällt in zwei Theile:

Die erste Abtheilung umfasst

- a) Eine allgemeine Beschreibung der in der Maas erbauten Klappenwehre und der Art ihres Betriebes.
- b) Eine Angabe der Schwierigkeiten und Gefahren, welchen man bei der Handhabung dieser Klappen, sowie bei der Ausbesserung der Beschädigungen, welche die Bewegungsmechanismen erlitten, ausgesetzt war.

Die zweite Abtheilung zeigt, wie durch die für die neuen Stauanlagen vorgeschlagene und genehmigte Verbindung die bei den Klappenwehren zu Tage getretenen Unzuträglichkeiten vermieden werden; sie umfasst:

- a) Eine genaue Beschreibung der neuen Stauwerke und der Art ihres Betriebes, mit beigefügten Zeichnungen.
 - b) Die Angabe der durch die Anwendung dieser Stauwerke erreichten praktischen Resultate.
 - c) Ein ausführliches Verzeichniss, sowie eine kurze Zusammenstellung der durch die Kanalisierung der Maas zwischen Namur und der französischen Grenze verursachten Kosten.
-

Erster Theil.

Klappenwehre in der Maas nach dem System Chanoine.

1. Allgemeine Beschreibung dieser Wehre. — 2. Art ihres Betriebes.

Die drei in der Maas oberhalb Namur nach dem System Chanoine erbauten Klappenwehre bestehen aus einem Schiffsdurchlass und einem Ueberfallwehr, welche beide rechtwinklig zur Stromrichtung angelegt, durch einen Strompfeiler getrennt sind und sich an das eine Ufer mittelst eines Landpfeilers, an das andere Ufer an die neben dem Leinpfad liegende Schleuse anschliessen.

Der Wehrrücken des Schiffsdurchlasses liegt 0,60 m unter Niedrigwasser, der des Ueberfallwehrs liegt 0,65 m über diesem Niveau.

Der Schiffsdurchlass ist durch dreiundzwanzig bewegliche Klappen, deren jede 3,20 m hoch und 1,20 m breit ist, geschlossen. Sind die Klappen aufgerichtet, so liegt ihre Oberkante in der Höhe des normalen Aufstaus. Jede Klappe wird in dieser Stellung durch einen viereckigen eisernen auf dem Wehrrücken aufstehenden Bock unterstützt, dessen beide horizontale Seiten zwei Umdrehungsachsen bilden, um welche die Klappe sich drehen kann. Eine eiserne Strebe hält den Bock in seiner aufgerichteten Stellung, indem sie sich gegen eine im Sohlmauerwerk eingelassene Knagge stützt. In dieser Stellung bilden der Bock und die Strebe zusammen ein unveränderliches Dreieck, auf dessen Spitze die Klappe ruht. Eine aus zwei Theilen bestehende, mit hakenförmigen Ansätzen versehene

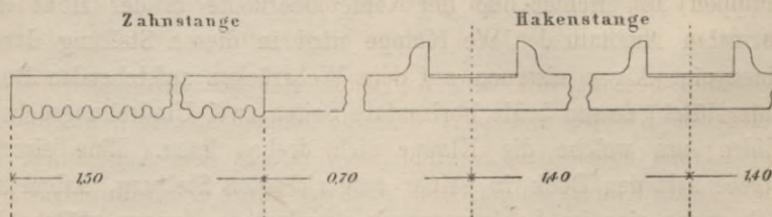
Stange¹⁾ reicht über das Sohlenmauerwerk in seiner ganzen Länge; jede Stange wird für sich durch eine feststehende Winde mit verticaler Welle, welche in einer Aussparung im Mauerwerk angebracht ist, geführt und in Bewegung gesetzt und hat den Zweck, die Klappen niederzulegen, indem sie mit ihren Haken eine Strebe nach der andern ihrem Stützpunkte entzieht.

Das Ueberfallwehr ist mittelst 43 selbstthätiger Klappen von 2,10 m Höhe und 1,30 m Breite geschlossen. Die Klappen sind mit dem Mauerwerk des Wehrrückens in ähnlicher Weise wie bei dem Schiffsdurchlass verbunden. Ihre Umdrehungsachse liegt einige Centimeter über dem Drittel ihrer Höhe, so dass eine überstürzende Welle von 15 cm Höhe genügt, um sie kippen zu lassen. Auch hier dient eine aus zwei Theilen bestehende Hakenstange dazu, die Streben ihren Stützpunkten zu entziehen und so das Umlegen der Klappen zu bewirken.

Eine schmale Brücke, bestehend aus beweglichen durch Eisenblechtafeln verbundenen Böcken, welche sich an der Oberwasserseite der Klappen über die ganze Breite des Ueberfallwehres erstreckt, vermittelt den Zugang zu dem Mauerpfeiler, in dessen Innerem sich die Bewegungsvorrichtungen für die Hakenstange befinden; man kann von ihr aus mit Leichtigkeit die Klappen des Ueberfallwehres

- 1) Aus der nachstehenden Skizze geht die Zusammensetzung dieser Stange hervor, der eine, in das Triebrad eingreifende Theil ist

Figur 1.



die Zahnstange (crémaillère ou partie dentée) im engeren Sinne und zum Unterschiede der andere Theil (barre à talons) Hakenstange genannt. (Düsing.)

aufrichten und hat zugleich hier einen festen Punkt, um dieselben in beinahe horizontaler Lage in der Schwebelage zu halten, während man die Klappen des Schiffsdurchlasses aufrichtet.

Aufrichten eines Chanoine'schen Klappenwehrs.

Wenn das Hochwasser im offenen Fluss sich soweit verlaufen hat, dass die Schiffe überall noch mindestens 2,10 m Wassertiefe vorfinden, wird mit dem Aufrichten der Klappen begonnen. Man richtet zunächst die Klappen des Ueberfallwehrs von der Brücke aus mit Hilfe einer tragbaren Windevorrichtung auf, welche mit der an jeder Klappe befindlichen Schwanzkette verbunden wird.

Um aber den Aufstau des Wassers, welcher, sobald man diese Arbeit beginnt, vor dem Wehre entsteht, nicht über ein gewisses Maass gehen zu lassen, hält man alle Klappen des Fluthgerinnes entsprechend dem Maasse, wie man sie aufrichtet, dadurch in der Schwebelage, dass man ihre Schwanzketten an dem Belag der Brücke befestigt.

Hat man alle Klappen des Ueberfallwehrs in die Schwebelage gebracht, dann beginnt man diejenigen des Schiffsdurchlasses aufzurichten.

Zu dieser Arbeit bedient man sich eines besonderen, mit einer sehr kräftigen Windevorrichtung ausgerüsteten Fahrzeuges, welches mit seinem hinteren Theile einerseits an einem in der Schleusenmauer eingelassenen Ringe und andererseits an einer starken Kette verankert ist, welche man am Kopf eines in der Sohle des Flusses ca. 50 m oberhalb der Wehranlage eingerammten Pfahles befestigt.

Man beginnt mit dem Aufrichten der der Schleuse zunächst gelegenen Klappe und setzt dasselbe ohne Unterbrechung bis zu der Klappe neben dem Strompfeiler fort. In dem Augenblick, wo diese letzte Klappe aufgerichtet, also der ganze Schiffsdurchlass mit Ausnahme der Lücken zwischen den einzelnen Klappen ganz geschlossen ist, muss fast die gesammte Wassermenge des Stromes über das Ueberfallwehr hinweg und ruft dort ein sehr heftiges Ueberstürzen des Wassers hervor. Ist die letzte Klappe des Schiffsdurchlasses

durchlasses geschlossen, dann richtet man die bislang in der Schwebelage gehaltenen Klappen des Ueberfallwehrs, indem man mit Hilfe der transportablen Windevorrichtung die Schwanzkette einer jeden nachlässt, auf. Die Klappen kommen dann aus der schwebenden Lage heraus, da das auf sie drückende Wasser ihre Gleichgewichtsbedingungen ändert.

Ist das Wehr vollständig aufgerichtet und es tritt wachsendes Wasser ein, dann fliesst dieses zunächst oben über die Klappen weg. Erreicht die überströmende Fluthwelle eine Höhe von ungefähr 15 cm, so gerathen einige Klappen in die schwebende Lage und lassen ein entsprechendes Wasserquantum abfliessen; fährt das Wasser fort zu wachsen, so folgen die weiteren Klappen der Reihe nach, bis sie sämmtlich in der schwebenden Lage sind. Wenn auch jetzt noch die Fluth zunimmt, dann legt man der Reihe nach mittelst der Hakenstange zuerst die Klappen des Ueberfallwehres und bei weiterem Wachsen die des Schiffsdurchlasses vollständig nieder.

Nimmt der Zufluss des Wassers, nachdem sich mehrere Klappen des Ueberfallwehrs selbstthätig in die Schwebelage gelegt haben, ab, und fällt in Folge dessen das Niveau oberhalb der Stauanlage langsam, so richten sich, wenn es bis zu 30 cm unter dem normalen Wasserstande gesunken ist, einige Klappen selbstthätig auf und heben hierdurch den Oberwasserspiegel wieder ein wenig. Ein weiteres Abnehmen des zuströmenden Wassers hat auch ein weiteres Sinken des Oberwassers, sowie ein weiteres Aufrichten der noch in der Schwebelage befindlichen Klappen zur Folge. Wenn die Klappen des Ueberfallwehrs sich aufrichten, bleibt die kleine in dem oberen Theile einer jeden Klappe befindliche Drehschütztafel geöffnet, und der auf der Laufbrücke aufpassende Wehrwärter muss dann mit Hilfe eines Bootshakens nach Maassgabe der Verringerung des Zuflusses die Schütztäfelchen insoweit schliessen, dass das Oberwasser in vorschriftsmässiger Höhe erhalten wird.

Es ist dies eine kurz gefasste Beschreibung, wie die in der Maas bei La Plante, Tailfer und Rivière erbauten Chanoine'schen Klappenwehre funktionieren.

Berechnung des Profils der Stauanlagen in der Maas.

Nach der vorstehenden kurzen Darlegung entsteht zunächst die Frage, welche linearen Abmessungen man dem Schiffsdurchlass und dem Ueberfallwehr der Stauanlagen in der Maas zu geben hatte.

Diese Frage kann mit Hülfe der den authographirten Anweisungen des Oberingenieurs Chanoine entlehnten, im Folgenden angeführten Betrachtungen entschieden werden.

Länge des Ueberfallwehrs.

Das Durchschnittsprofil des Ueberfallwehrs muss derart sein, dass :

1. der beim Schliessen der Klappen sich bildende Aufstau nicht in Folge zu raschen Zunehmens ein Hinderniss für das Aufrichten der letzten Klappen des Schiffsdurchlasses wird;
2. das Durchflussprofil des Ueberfallwehrs zusammen mit dem des Schiffsdurchlasses bei niedergelegtem Wehr dem Wasser einen so hinreichenden Abfluss gewährt, dass der Stau im Schiffsdurchlass keinesfalls für die hier passirenden Fahrzeuge irgendwie hinderlich wirkt.

Nach den gemachten Erfahrungen bietet das Aufrichten der Klappen des Schiffsdurchlasses von dem Augenblick an, wo der Stau beim Aufrichten der letzten Klappe eine Höhe von 1,0 m überschreitet, grosse Schwierigkeiten dar.

Bei Gelegenheit des Aufrichtens der Klappen des Schiffsdurchlasses bei La Plante am 31. Juli 1871 wurden die folgenden Beobachtungen gemacht.

Im Augenblick, als man die letzte Klappe aufrichtete, zeigte das Wasser die folgenden Höhen :

Pegel oberhalb	2,24 m
„ unterhalb	1,26 „
Höhe des Staus	0,98 m

In Folge dieses gewaltigen Staus bot das Aufrichten der letzten Klappen ernste Schwierigkeiten, die 22. und 23. Klappe blieben über ihrem Bock in der Schwebe und es bedurfte der Anstrengungen von

5 Arbeitern, welche auf dem Pfeiler stehend mit Bootshaken arbeiteten, um diese letzte Klappe aufzurichten.

Gelegentlich eines bei Tailfer am 17. April 1872 angestellten Manöver's versuchte man bei einem Wasserstande

im Oberwasser	von	2,44 m
„ Unterwasser	„	1,10 „
		Höhe des Staues . 1,34 m

vergeblich, die letzten Klappen des Schiffsdurchlasses aufzurichten. Gelegentlich eines weiteren bei Rivière am 21. Februar 1873 angestellten Manöver's versuchte man bei einem Wasserstande

im Oberwasser	von	2,33 m
„ Unterwasser	„	1,87 „
		Höhe des Staues . 0,46 m

gleichfalls ohne Erfolg die 18. Klappe des Schiffsdurchlasses aufzurichten.

In beiden soeben angeführten Fällen erreichte man wohl mittelst der auf dem Fahrzeuge befindlichen Windevorrichtung das Aufrichten der Klappen, aber die Strebe, durch die starke Strömung fortgerissen, fand nicht ihren Stützpunkt an der Knagge.

Um unter solchen Verhältnissen die letzten Klappen des Schiffsdurchlasses aufrichten zu können, mussten 4 an der Winde arbeitende Leute ihre ganze Kraft aufbieten und konnten doch das Aufrichten nur mit der grössten Langsamkeit fertig bringen.

Nimmt man an, dass jeder Arbeiter auf die Kurbel einen Tangentialdruck von 30 kg ausgeübt hat, dann ergibt sich der Gesamteffect, welcher durch die Winde auf die Schwanzkette der Klappe ausgeübt wurde,

$$\text{zu } 4 \cdot 30 \text{ kg} \cdot \frac{0,35 \cdot 0,30 \cdot 0,30}{0,135 \cdot 0,06 \cdot 0,06} = 120 \text{ kg} \cdot 64,814 = 7778 \text{ kg}.$$

Nach diesen Resultaten haben wir angenommen, dass die dem Ueberfallwehr der Stauanlagen in der Maas zu gebenden Abmessungen derart sein müssen, dass, sobald die letzten Klappen des Schiffsdurchlasses aufgerichtet sind, die Höhe des Staues das Maass von 1,0 m nicht überschreitet.

Unter dieser Annahme kann man die Länge des Ueberfallwehrs mit einer für die praktische Ausführung hinreichenden Genauigkeit

mit Hülfe der in den Abhandlungen für Hydraulik und besonders in dem Cursus über Mechanik von Bresse gegebenen Formeln berechnen.

Um diese Berechnungen vornehmen zu können, musste man zuvor die den verschiedenen Wasserhöhen über Niedrigwasser oberhalb Namur entsprechenden Wassermengen kennen. Dieselben ergaben sich aus den bei Tailfer angestellten Beobachtungen und sind in einer am Schlusse dieses Werkes angefügten Tabelle zusammengestellt. — Durch die Kanalisierung der Maas soll in diesem Flusse eine beständige Wassertiefe von 2,10 m erzielt werden. Die Grundschwelle des Schiffsdurchlasses liegt ebenso wie die Flusssohle unmittelbar oberhalb desselben 60 cm unter Niedrigwasser. Um eine Wassertiefe von 2,10 m festzuhalten, müssen mithin die Klappen aufgerichtet werden, sobald das Wasser im freien Fluss bis auf 1,50 m über Niedrigwasser gesunken ist; da indessen der feste Theil des Wehrrückens immer einen gewissen Stau erzeugt, so haben wir angenommen, dass man im Allgemeinen mit dem Aufrichten der Klappen wird beginnen können, sobald das Wasser unterhalb des Wehrs bis auf 1,30 m über Niedrigwasser gefallen ist.

Auf Grund dieser Angaben hat der Unteringenieur Belpaire rechnungsmässig die Abmessungen, welche dem Ueberfallwehr zu geben waren, bestimmen können. Diese Berechnungen, welche am Schlusse dieses Werkes angefügt sind, haben zur Voraussetzung, dass das Sohlenmauerwerk des Ueberfallwehrs in der Höhe von Niedrigwasser liegt.

Es ist ferner angenommen, dass während des Aufrichtens der Klappen des Schiffsdurchlasses die Klappen des Ueberfallwehrs sich in folgenden Lagen befinden können:

a) In der Schwebe über ihrem Bock und stromaufwärts um 21° gegen den Horizont geneigt.

Es ist dies die Neigung, welche die mit kleinen Drehschütztäfelchen versehenen Klappen der Ueberfallwehre von La Plante, Tailfer und Rivière annehmen können.

b) In der Schwebe über dem Bock in horizontaler Lage.

c) Liegend auf dem Sohlenmauerwerk.

Die Berechnungen haben folgende Resultate ergeben:

- a) Klappen des Ueberfallwehrs in der Schwebelage und unter 21° gegen den Horizont geneigt:
 Länge des Ueberfallwehrs 88,0 m
- b) Klappen des Ueberfallwehrs in der Schwebelage über ihrem Bock und horizontal:
 Länge des Ueberfallwehrs 53,0 m
- c) Klappen liegend auf dem Sohlenmauerwerk:
 Länge des Ueberfallwehrs 53,0 m

Länge des Schiffsdurchlasses.

Bei den vorstehenden Berechnungen ist auf die in dem oberen Theil der Klappen des Ueberfallwehrs befindlichen Drehschütztäfelchen keine Rücksicht genommen. Bringt man indessen die fraglichen Klappen unter Offenhaltung der Drehschütztäfelchen in die Schwebelage, sobald das Oberwasser die für das Aufrichten der Wehranlage vorgeschriebene Höhe von 1,50 m über Niedrigwasser erreicht, so kann man beobachten, dass das Wasser oberhalb sich nicht mehr als 3—4 cm über die ursprüngliche Höhe hebt.

Der Fall der mit Drehschütztäfelchen versehenen und mit einer Neigung von 21° gegen den Horizont in die Schwebelage gebrachten Klappen stimmt also fast genau mit den oben berechneten Fällen überein, in welchen die Klappen auf das Sohlenmauerwerk bzw. so in die Schwebelage gelegt sind, dass sie sich in horizontaler Lage befinden. Es genügt demnach in dem einen wie in dem andern Fall, für das Ueberfallwehr eine lichte Weite von 53,00 m festzusetzen.

Auf Grund dieser Festsetzungen muss nun die Länge des Schiffsdurchlasses, wie bereits oben gesagt wurde, mit der Maassgabe bestimmt werden, dass der hier in Folge der festen Theile des Wehrs sich bildende Stau niemals ein für die Fahrzeuge schwer zu überwindendes Hinderniss darbietet.

Wir haben bei unseren Rechnungen angenommen, dass dieser Höhenunterschied in keinem Fall 30 cm überschreiten darf.

Der Unteringenieur Belpaire hat die dem Schiffsdurchlass zugehörige Länge unter der Annahme eines grössten Staues von 30 cm,

wie soeben angegeben wurde, und unter der Voraussetzung berechnet, dass das Ueberfallwehr eine lichte Weite von 53,00 m haben würde, sowie dass sein Grundmauerwerk in gleicher Höhe mit Niedrigwasser liege. Er hat sich hierbei einer von dem Oberingenieur Chanoine in seinen autographirten Instructionen angegebenen Formel bedient und herausgefunden, dass, wenn man die gestellten Bedingungen erfüllen will, der Schiffsdurchlass eine lichte Weite von 43,00 m erhalten muss.

Der Stau von 30 cm, welchen wir bei der Bestimmung der den festen Theilen des Wehrs zu gebenden Abmessungen angenommen haben, ist noch immerhin ziemlich beträchtlich, allein es war unmöglich, ihn geringer zu nehmen, man hätte denn den Anlagen Oeffnungen geben müssen, die sich in dem Flussbette der Maas sehr schwer hätten herstellen lassen. Dieser Stau von 30 cm ist im Uebrigen ein Maximum; er verringert sich, wie aus der Rechnung hervorgeht, bis zu 22 cm. Von den Formeln der Hydraulik, welche bei der Berechnung der Weite der Wehranlagen in der Maas angewendet wurden, kann man nicht Resultate von sehr grosser Genauigkeit erwarten, indessen sind dieselben für die Praxis hinreichend genau genug. So ist z. B. die Formel, welche die Breite des Schiffsdurchlasses als Function des Staues angiebt, für die Maas berichtigt worden, indem man die an den Pegeln bei La Plante bei verschiedenen Wasserständen beobachteten Stauhöhen mit den mit Hilfe der Formeln berechneten verglich.

Für Wasserstände, welche zwischen 1,10 m und 2,50 m über Niedrigwasser wechseln, ändern sich die Stauhöhen zwischen 0,61 m und 0,37 m, und die Differenz zwischen den berechneten und beobachteten Stauhöhen beträgt selten mehr als 3 cm. Die ersteren sind immer grösser als die letzteren. Die Annäherung, welche die Formel giebt, ist für den praktischen Gebrauch ausreichend.

Schwierigkeiten bei der Handhabung der Chanoine'schen Klappenwehre in der Maas.

Als man die Stauanlagen bei La Plante, Tailfer und Rivière in regelmässigen Betrieb setzen wollte, stiess man auf Schwierig-

keiten bei der Bedienung derselben und besonders bei dem Aufrichten der Klappen des Schiffsdurchlasses.

Die bei der Stauanlage von Tailfer am 16. und 17. April 1872 und bei der von Rivière am 21. Februar 1873 gemachten Versuche haben bewiesen, dass es wegen der beträchtlichen Stauhöhe, welche zu Ende des Aufrichtens erzeugt wird, und in Folge der hierdurch hervorgerufenen äusserst heftigen Strömung unmöglich ist, eine Klappenwehranlage in der Maas vollständig aufzurichten, solange die unterhalb befindliche Anlage noch niederliegt, und sobald das Oberwasser vor dem Manöver auf 1,0 m unter die Höhe des normalen Aufstau's, d. h. auf 1,81 m a. P., und das Unterwasser auf 1,30 m a. P., d. h. auf 1,0 m über Niedrigwasser, gefallen ist. Dabei findet man jedoch bei diesem Wasserstande schon nicht mehr als ungefähr 2,0 m Wassertiefe und besonders in den alten Fahrrinnen, deren Sohle durchweg ungefähr 1,0 m unter Niedrigwasser liegt.

Diese Erfahrungen beweisen, dass die Klappenwehranlagen bei La Plante, Tailfer und Rivière, jede für sich betrachtet, der Maas eine durchgängige Wassertiefe von 2,10 m nicht zu sichern im Stande sind. Um eine dieser Stauanlagen aufrichten zu können, während die unterhalb befindliche noch liegt, muss man abwarten, bis das Wasser an dem stromabwärts gelegenen Pegel¹⁾ ungefähr auf die Höhe von 0,80 m gefallen ist. In diesem Augenblicke würde man aber in der alten Fahrrinne nur noch eine Wassertiefe von 1,50 m finden. Das Aufrichten der Klappen des Schiffsdurchlasses der Wehranlagen in der Maas geht leichter und kann früher vorgenommen werden, wenn man zunächst die am weitesten stromabwärts befindliche Anlage aufgerichtet hat. Unter diesen besonderen Bedingungen ist das Aufrichten des Wehrs möglich, wenn das Oberwasser am Pegel 1,81 m, das Unterwasser 1,30 m zeigt. In dem Augenblicke, wo das Wasser auf diese Höhe heruntersinkt, findet man noch, wie

1) Der Nullpunkt der Pegel der Maas ist 0,31 m unter Niedrigwasser des Flusses gelegt.

oben gesagt, in der alten Fahrrinne ungefähr eine Wassertiefe von 2,0 m vor.

Um in der Maas die gesetzmässig festgestellte Tiefe von 2,10 m zu erhalten, muss das Aufrichten der Stauanlagen bei La Plante, Tailfer und Rivière, allmählich von unten her beginnend, vorgenommen werden. Man richtet zunächst das unterhalb der Anlage von La Plante bei Grands-Malades befindliche Nadelwehr auf; nach diesem Manöver dauert es gewöhnlich 8—10 Tage, bis das Wasser im Strom hinreichend niedrig wird, um mit dem Aufrichten des Wehrs bei La Plante beginnen zu können; dem Maasse entsprechend, wie nunmehr sich die Haltungen füllen, richtet man darauf die Wehre bei Tailfer und Rivière auf. Es erfordert gewöhnlich mindestens einen Tag, um ein Klappenwehr aufzurichten und die dazu gehörige Haltung zu füllen. Das Wehr von Rivière kann also erst drei Tage nachher aufgerichtet werden, nachdem die Anlage von La Plante in Betrieb gesetzt worden ist, und 12—15 Tage später als das Nadelwehr bei Grands-Malades; und selbst dann müssen noch, um dieses Resultat zu erreichen, alle diese Manöver ohne Zwischenfall vor sich gehen, was indess fast nur ausnahmsweise einmal vorkommt. Jeder Aufenthalt bei dem Aufrichten des einen Wehrs zieht unabwendbar denselben Aufenthalt für alle aufwärts folgenden Wehre nach sich.

Dieser Umstand ist aber auf dem mittelst der Klappenwehranlagen kanalisirten Theil der Maas so unzutraglich wie möglich und zwar wegen der Schlepplöhne; denn solange die Wehre niedeliegen, muss man den Fahrzeugen auf der Bergfahrt eine grössere Anzahl Pferde vorlegen als auf den anderen Theilen des Flusses. Ausserdem bilden sich nach grösseren Hochwassern bisweilen Versandungen in der Fahrrinne, besonders unterhalb der Schleusen, und es würde dann, wollte man das Beseitigen der Versandungen abwarten, erforderlich sein, einen weit bedeutenderen Aufstau als den gewöhnlichen zu halten. Dies kann nun zwar ohne Schwierigkeit mit Nadelwehren, aber nicht mit Klappenwehren erreicht werden, weil die letzteren sich bei einem einigermaassen hohen Wasserstande nicht aufrichten lassen.

Häufige Beschädigungen an den Mechanismen des Schiffsdurchlasses.

Schwierigkeiten bei der Reparatur.

Die feineren Theile, Hakenstange und Windevorrichtung, welche zum Umlegen der Klappen des Schiffsdurchlasses dienen, liegen in grosser Tiefe unter dem Wassenspiegel. Vielfache Ursachen können an ihnen Beschädigungen anrichten und die Handhabung bei eintretendem Hochwasser hindern, also gerade dann, wenn es am Nöthigsten wäre, dass sie mit voller Sicherheit functioniren.

Die Hakenstange ist besonders dieser Gefahr ausgesetzt in einem Flusse, der wie die Maas viel Kies mit sich führt. Dieser Kies kann, mag er sich nun zwischen Grundmauerwerk und Hakenstange oder zwischen die Hakenstange und die Knaggen legen, vollständig die Bewegung der Hakenstange verhindern. Diese Hakenstangen sind ferner oft durch den Anprall der Klappen zerbrochen, besonders sobald das Grundmauerwerk an den Stellen, wo sich die Ränder der Klappen aufstützen, mehr oder weniger abgenutzt oder verschlissen ist; endlich sind diese Stangen während des Aufrichtens der Klappen durch die Ketten der letzteren aus ihren Führungen herausgerissen worden. Auch die Zähne der Zahnstange und das Triebrad der dazu gehörigen Winde sind der Zerstörung ausgesetzt.

Alle diese angeführten Zwischenfälle treten im praktischen Leben, so zu sagen, bei jedem Manöver ein und können sowohl für die Erhaltung der Wehranlage als in Bezug auf ein Austreten des Flusses schwere Folgen haben.

Auch die Klappen des Schiffsdurchlasses sind während des Winters, selbst dann, wenn sie niedergelegt sind, der heftigen Strömung ausgesetzt und erleiden häufig Beschädigungen; mehrere derselben sind unter dem Einfluss der starken Strömung fortgetrieben, theils weil der Bock sich aus seinen Lagern gelöst hatte, theils weil er zerbrochen war; andere haben sich von ihrem Bock losgerissen, andere endlich sind zerbrochen, und ihre Bekleidung ist fortgetrieben.

Oft ereignet es sich auch, dass die Holzkeile, welche die Böcke in ihren Lagern festhalten, trotz der Sorgfalt, mit der man sie möglichst zu befestigen suchte, ausgerissen und fortgetrieben sind.

So sind die Verschlussvorrichtungen der Schiffsdurchlässe bei dieser Art von Klappenwehren schweren und häufigen Beschädigungen ausgesetzt und man muss, wenn dieselben im Winter eintreten, was in der Regel der Fall ist, mit der Reparatur solange warten, bis das Wasser hinreichend niedrig und klar und auch nicht mehr allzu kalt ist, da man sich bei allen diesen Reparaturen des Tauchers bedienen muss.

In Folge dieses Wartens kann dann diejenige Haltung, deren Stauanlage in Folge zerstörter Bewegungsmechanismen nicht functionirt, mehr oder weniger gar nicht benutzt werden, bis die Reparatur möglich geworden ist. Wenn man unter solchen Umständen bisweilen dennoch das Wasser auf der erforderlichen Stauhöhe halten kann, indem man z. B. die in der Anlage durch eine fortgetriebene Klappe entstandene Oeffnung mit Nadeln sperrt, oder aber, indem man, wenn die Hakenstange ihren Dienst versagt, die Klappen aufrichtet auf die Gefahr hin, dieselben sich umlegen und die Wehranlage wieder unter Wasser gesetzt zu sehen, so muss man doch immerhin, um die Reparatur vornehmen zu können, in jedem Fall die zu der Anlage gehörige Haltung ruhen, d. h. ungestaut lassen.

Manche Reparaturen haben mehr als zwölf tägige sorgfältige und anstrengende Arbeit nothwendig gemacht.

Es sind dies offenbar sehr ärgerliche Unterbrechungen, über welche sich die Schifffahrtsinteressenten lebhaft beklagen, und hierin liegt auch wohl hauptsächlich der Grund, wesshalb die Klappenwehre mit den Nadelwehren nicht gleichen Schritt halten können. Was diese letzteren anlangt, so können die daran vorkommenden Reparaturen bei jedem Wasserstande unverzüglich vorgenommen und in verhältnissmässig kurzer Zeit erledigt werden. Dies zeigte sich im Monat Dezember 1871, als 19 Nadelwehrböcke bei Grands-Malades in Folge eines unerwartet eingetretenen Eisgangs verbogen und zerbrochen worden waren. Trotz einer eisigen Kälte genügten drei Arbeitstage, um diesen Schaden, der übrigens der schwerste von den bisher an den Stauanlagen der Maas aufgetretenen gewesen ist, wieder gut zu machen.

Gefahren beim Betriebe.

Auch das Handhaben der Klappen des Schiffsdurchlasses bietet für die mit diesem Dienst beauftragten Arbeiter Gefahren.

Zu verschiedenen Malen stürzten die Klappen von selbst während der Arbeit nieder und fielen auf den stromabwärts befindlichen Nachen, in welchem sich die mit dem Aufrichten beschäftigten Arbeiter befanden. Mehrere Male wurden Leute während der Arbeit in das Wasser geschleudert. Gelegentlich der Bedienung des Wehrs bei Tailfer wurde der Nachen mit 5 Menschen in den Strudel fortgerissen. Als man eine beschädigt gewesene Klappe des Wehrs bei Rivière mit Hilfe zweier aneinander gekuppelter Nachen, welche einen Krahn trugen, wieder an Ort und Stelle bringen wollte, wurden diese Nachen von dem heftigen Strudel ergriffen, schlugen um und ihre ganze Ausrüstung fiel in's Wasser.

Wenn man bei allen diesen Unglücksfällen nicht den Verlust von Menschenleben zu beklagen hatte, so lag dies daran, dass man alle zu den Arbeiten an diesen Wehren bestimmten Leute unter den besten an der Maas ausgewählt hatte, welche überdies sämtlich gute Schwimmer waren.

Dieselben Unzuträglichkeiten bei der Bedienung der Klappenwehre haben sich übrigens auch bei verschiedenen Anlagen in den Flüssen Frankreichs gezeigt; man findet sie aufgeführt in den folgenden Bemerkungen des Herrn Malézieux, des berühmten Professors der École des ponts et chaussées zu Paris, welcher, früher Baumeister an der Marne, jetzt Generalinspector und Senatssecretär ist (Annales des ponts et chaussées, Novbr. 1868, pag. 485):

„Inzwischen waren die neuen, in diesem Jahre (1865) beendigten Wehranlagen (in der Marne) in regelmässigen Betrieb gesetzt, und die angestellten Versuche zeigten in hervorragender Weise ganz bestimmte Unzuträglichkeiten der schwebenden Klappen, über welche man bislang nur allerdings wachsende Unruhe empfunden hatte. Die in den Aussparungen im Mauerwerk aufgestellten Winden zerbrachen, die Hakenstangen wollten sich nicht bewegen. Das Aufrichten der Klappen war durch-

„weg eine sehr mühevoll Arbeit, besonders wenn man sich dem „Ende näherte. Einige Klappen legten sich, wenn schon lange „das ganze Aufrichten vollendet war, wieder um, weil die Strebe, „deren Fuss sich nur unvollkommen gegen die Knagge gelegt „hatte, von selbst nachgab. Man musste nun die oberhalb des „Wehrs gelegene Haltung wieder ablassen, um die Klappen von „neuem aufzurichten.

„Endlich, wenn das Wasser zufällig bis auf die Höhe des Ab- „fallbodens vom Wehr gefallen war und nicht mehr hinreichend „abschwächend wirken konnte, zerbarsten die grossen aus Holz „und Eisen gebildeten Tafeln in Folge des heftigen Anpralls „beim Niederlegen. Bei Damery beobachtete man, wie eine „Klappe unter einem Fahrzeug sich erhob, von diesem aus den „Angeln gerissen und fortgeschleppt wurde.“

Seit 1867 waren die Unzuträglichkeiten, welche die Chanoine- schen Klappen für Schiffsdurchlässe bieten, so hinreichend erkannt, dass man in Frankreich auf diese Construction überhaupt verzichtete.

So hat man für das Wehr von Joinville, das letzte der für die Regulirung der Marne projektirten, welches im Jahre 1867 vollendet wurde, zum Verschliessen des Schiffsdurchlasses an Stelle der an allen anderen Wehranlagen in der Marne angewandten Chanoine- schen Klappen ein Nadelwehr nach dem System Poirée gewählt. Im Jahre 1868 hat man sogar die Klappen des Wehrs bei Vaires an der Marne durch ein Nadelwehr ersetzt. (Vergleiche Samm- lung von Zeichnungen für die Zöglinge der école des ponts et chaussées in Frankreich, 12. Lieferung von 1868, S. 180 des In- haltsverz.)

Diese Versuche und die dabei beobachteten Unzuträglichkeiten, wie sie sich bei den Anlagen von La Plante, Tailfer und Rivière gezeigt haben, veranlassten uns zu untersuchen, ob es nicht vor- theilhaft wäre, für die Vollendung der Kanalisierung der Maas Wehr- anlagen, zusammengesetzt aus einem Schiffsdurchlass mit Nadelwehr nach dem System Poirée und aus einem Ueberfallwehr mit Klap- pen nach dem System Chanoine anzuwenden. Auf diese Zu- sammenstellung war bereits durch den Oberingenieur de Lagrené,

einen Beförderer der Chanoine'schen Wehranlagen, hingewiesen worden; in einem seiner Aufsätze (Ann. des p. e. ch. vom Juli 1868, pag. 34) macht de Lagrené in der That die Bemerkung, dass die Art des Verschlusses des Schiffsdurchlasses von geringerer Bedeutung ist, wo es sich um eine ununterbrochene Schiffahrt handelt, und dass man in vielen Fällen ein Nadelwehr für den Schiffsdurchlass und Klappen für das Ueberfallwehr würde zulassen können.

Bemerk. Es mag an dieser Stelle erwähnt werden, dass man auch in der Maas die Schiffsdurchlässe bei La Plante, Tailfer und Rivière, welche mit Chanoine'schen Klappen geschlossen sind, in der Weise umzubauen beabsichtigt, dass man statt der Klappenwehre Nadelwehre einrichtet, um so den oben eingehend erörterten Unzuträglichkeiten und Gefahren aus dem Wege zu gehen. Bei La Plante haben die bezüglichen Arbeiten bereits im Frühling dieses Jahres begonnen. (Düsing.)

Zweiter Theil.

A. Stauanlage, bestehend aus einem Schiffsdurchlass mit Nadeln nach dem System Poirée und einem Ueberfallwehr mit Klappen nach dem System Chanoine.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass man, um ein Chanoine'sches Wehr schliessen zu können, zunächst die Klappen des Ueberfallwehrs in die Schwebe bringen, dann aber und zwar so schnell als möglich alle Klappen des Schiffsdurchlasses aufrichten muss. Hat man diese letzte Operation beendigt, dann muss die gesammte Wassermenge des Flusses über das Ueberfallwehr fliessen und erzeugt hier einen Stau, welchen man durch entsprechende, dem Ueberfallwehr zu gebende Abmessungen, so einschränken muss, dass er höchstens 1,0 m beträgt.

Man führt durch dies Manöver ein direktes Ablenken des Stromes herbei, indem man ihn zwingt, mit seiner ganzen ziemlich beträchtlichen Wassermenge (259 cbm für die Maas) durch einen einzelnen Theil der Stauanlage zu fliessen. In dem Augenblick, wo dies Manöver vor sich geht, ist das Wasser oberhalb der Anlage auf die Höhe von 1,50 m über Niedrigwasser gefallen. Unmittelbar nach dem Aufrichten hebt es sich aber sehr schnell wieder bis auf ungefähr 0,15 m über die gewöhnliche Höhe, welches einer Höhe von 2,50 m über Niedrigwasser entspricht; das Niveau des Oberwassers hebt sich also binnen einigen Stunden um ca. 1,15 m.

Schiffsdurchlass. Diese soeben geschilderten Unzuträglichkeiten, welche dem System Chanoine eigen sind und zum grössten

Theil darin beruhen, dass man den Strom aus seiner eigentlichen Richtung herauszwängt, würde man dadurch vollständig aufheben oder vermeiden können, dass man den Schiffsdurchlass mit Böcken und Nadeln schliesst.

Mit dem Aufrichten eines Nadelwehrs kann nämlich nach einem Hochwasser sofort wieder begonnen werden, wenn das Wasser die normale Höhe der Haltung erreicht hat. Man richtet zunächst sämmtliche Böcke auf, stellt nach Maassgabe der Verringerung des Wasserzufflusses nach und nach die Nadeln ein und erhält auf diese Weise nahezu das Wasser im Niveau der normalen Haltung.

Bei einem derartigen Vorgehen wechselt der Wasserstand niemals in erheblichem Maasse und der Wasserabfluss erfolgt durchaus regelmässig, weil dasselbe stets einen genügenden Abfluss nicht nur im Ueberfallwehr, sondern auch in den Theilen des Schiffsdurchlasses, welche man nur nach Maassgabe der Verringerung des Wasserzufflusses schliesst, findet.

Wenn nun auch von dem Augenblick, wo man durch Einsetzen von weiteren Nadeln das Profil beschränkt, der Stau ziemlich rasch zunimmt, so bietet dieser Umstand doch keine Unzuträglichkeit, denn selbst unter dem Einfluss des ganzen Staues der Anlage lassen sich die Nadeln ohne grosse Schwierigkeiten einsetzen. Dies beweist täglich die Erfahrung bei der Bedienung der Nadelwehre der Maas.¹⁾

Man könnte vielleicht einwenden, es würde, wenn man statt der Klappen in den Schiffsdurchlässen der Maas Nadelwehre aus-

¹⁾ Gelegentlich einer im vergangenen Frühjahr im Auftrage Sr. Excellenz des Herrn Minister's der öffentlichen Arbeiten unternommenen Studienreise hatte ich Gelegenheit, dies an dem Nadelwehr bei Lüttich zu beobachten. Es war behufs Erklärung der weiter unten ausführlich beschriebenen Auslösung (Echappement) Kummer eine Oeffnung zwischen 2 Böcken freigelegt, und binnen ganz kurzer Zeit hatte der Wehrwärter mit bereit liegenden Nadeln dieselbe mit grosser Leichtigkeit wieder geschlossen. Es sind allerdings hierzu grosse Uebung und Gewandtheit und ein kräftiger Mann erforderlich. (Düsing.)

führte, trotz der damit verbundenen Vortheile schwierig sein, hiermit einen Wasserstand von 3,10 m über dem Wehrrücken herzustellen.

Dieser Einwurf, der in keinem Falle Anwendung auf das Handhaben der Böcke finden könnte, verschwindet indessen vollständig in Anbetracht der durch die Versuche am Nadelwehr bei Grands-Malades gewonnenen Resultate. Dieses ist nämlich in der That derart eingerichtet, dass man bis zu 3,10 m Höhe stauen kann. Die Erfahrungen haben bewiesen, dass ein Handhaben solcher Nadeln keinerlei Schwierigkeiten bietet.

Ueberfallwehre. Die in der Maas unterhalb Namur ausgeführten Stauanlagen haben sämmtlich ein festes in Mauerwerk ausgeführtes Ueberfallwehr von 150,0 m Länge, welches im Flussbett parallel zur Stromrichtung angelegt ist und dessen Oberkante in gleicher Höhe mit dem Oberwasser, im Allgemeinen 2,0 m über Niedrigwasser des Flusses liegt.

Dieses Ueberfallwehr dient dazu, bei den in der Maas häufig sehr schnell eintretenden Hochfluthen das Ueberschwemmen der kleinen Laufbrücke, welche auf den Wehrböcken 50 cm über der Oberkante des festen Ueberfallwehres liegt, zu verhüten.

Begreiflicher Weise würde es von grossem Vortheil sein, ein derartiges festes Ueberfallwehr, welches solide und nothwendigerweise sehr lang angelegt sein muss, durch ein anderes zu ersetzen, dessen feste Theile ungefähr in Höhe von Niedrigwasser angelegt, oben mit einem System von selbstthätigen Klappen versehen wären, welche sich, sobald durch vermehrten Wasserzuzfluss das Oberwasser stiege, in die Schwebelagen legen könnten.

Kurz, die vorgeschlagene Anlage besteht aus einem Schiffsdurchlass mit Nadelverschluss, dessen Rücken mindestens 60 cm unter Niedrigwasser liegt, und einem Ueberfallwehr mit Klappen, dessen Sohle in der Höhe von Niedrigwasser liegt.

Durchflussprofil für die festen Theile einer solchen Stauanlage. Das Durchflussprofil kann auf Grund ähnlicher Erwägungen, wie sie beim Berechnen der den Stauanlagen nach dem System Chanoine zu gebenden Abmessungen benutzt worden sind, be-

stimmt werden. Ganz ähnlich diesen letzteren haben wir für die unterhalb der bei Dinant einmündenden Lesse zu errichtenden Stauanlagen für den Schiffsdurchlass ein Profil von 45,80 m, für das Ueberfallwehr ein solches von 54,60 m angenommen. Für die oberhalb der Lesse zu errichtenden Stauanlagen haben wir die Breite des Schiffsdurchlasses verringert, doch nicht ohne auch hier die Zuflüsse in Rechnung zu ziehen.

Wirkung des Ueberfallwehrs. Es war von Werth, klar zu stellen, ob das Ueberfallwehr von 54,60 m Breite mit den beweglichen Klappen wirklich in derselben Weise wie das feste 150,0 m lange Wehr bei gewöhnlichen Hochfluthen ein Ueberschwemmen der über den Böcken liegenden Laufbrücke würde verhindern können.

Es wurde demgemäss durch Rechnung ermittelt, welches Durchflussprofil ein Ueberfallwehr mit selbstthätigen Klappen, dessen fester Theil in Höhe von Niedrigwasser angelegt ist, haben muss, um in dem Augenblick, wo das Oberwasser die Plattform der Laufbrücke soeben erreicht, dasselbe Volumen Wasser abzuführen, wie ein festes Ueberfallwehr von 150,0 m Länge, entsprechend den bei den Nadelwehren unterhalb Namur ausgeführten. Diese Profilweite wurde zu 18,35 m ermittelt.

Aus dieser Rechnung geht überdies hervor, dass ein Ueberfallwehr nach Chanoine'schem System von 54,60 m Weite genügt, alles Wasser des Flusses abzuführen, ohne dass die Laufbrücke unter Wasser gesetzt wird, so lange diese Wassermenge nicht diejenige überschreitet, welche einer Wasserhöhe im freien Flusse von ungefähr 1,60 m über Niedrigwasser entspricht.

Der vorgeschriebene Stau der Haltung kann also, wie die Erfahrung lehrt, vollständig mittelst des Ueberfallwehrs gehalten werden, so lange die Wasserhöhe im freien Fluss nicht die oben angegebene Grenze überschreitet; erst wenn das Wasser höher ansteigt, muss man eine gewisse Anzahl Oeffnungen im Schiffsdurchlass freilegen. Im Allgemeinen fängt man schon dann an, einige Nadeln im Schiffsdurchlass herauszunehmen, wenn das Wasser die oben angegebene Höhe erreicht hat; es würde auch in der That nicht klug sein, das Oberwasser bis zur Höhe der Laufbrücke steigen zu lassen.

B. Die in der Maas zwischen dem Dorfe Rivière und der französischen Grenze erbauten beweglichen Wehre. Ausführliche Beschreibung derselben.

1. Allgemeine Anordnung.

Die in der Maas oberhalb Rivière erbauten Wehre haben sämtlich einen Schiffsdurchlass mit Nadelwehr nach dem System Poirée und ein Ueberfallwehr mit Klappen nach dem System Chanoine.

Die Figuren 1, 2, 3 und 4 auf Tafel I zeigen die Gesamtanordnungen dieses Systems von Wehren, wie sie bei Hun, Houx, Dinant und Anseremme ausgeführt sind. Die Gesamtanordnungen der Wehre von Waulsort und d'Hastière entsprechen den Figuren 4 und 1 mit der Abweichung, dass ihre Schleusenoberkanäle 500 bis 600 m Länge haben.

Figur 5 zeigt das Längenprofil der Maas zwischen Namur und der französischen Grenze in kleinem Maassstabe; es sind hieraus die Vertheilung der Stauanlagen, sowie die jedesmaligen Höhengoten des Ober- und Unterwassers, des Rückens des Schiffsdurchlasses und des Dremfels der Schleuse ersichtlich.

Bei der Ausarbeitung der Projekte zu diesen sechs Anlagen suchte man folgenden drei Bedingungen zu genügen:

1. Jede Stauanlage, soweit es anging, der vorhandenen Form des Flussbettes an der in Aussicht genommenen Baustelle anzupassen.

Diese Bedingung bezweckte nicht allein, die Ausgaben dadurch, dass man das Flussbett in ausgedehnter Weise zu verändern vermied, auf das geringste Maass zurückzuführen, sondern es sollte hierdurch auch bei niedergelegtem Wehr und wenn der Fluss seinen natürlichen Verhältnissen zurückgegeben ist, die Gewalt der Hochfluthen möglichst wenig beeinflusst werden.

2. Jede Stauanlage an das obere Ende einer Stromschnelle im Flusse und die Schleuse an das untere Ende derselben zu verlegen

man erreichte hierdurch einen doppelten Vortheil, denn man konnte den Wehrrücken in ziemlich geringer Tiefe unter Niedrigwasser anlegen, ohne dass er erheblich über die alte Flusssohle herausragte, und beschränkte dabei die Kosten für die Fundirungsarbeiten des Wehrs auf das geringste Maass, andererseits verminderte man aber auch bedeutend die Baggerungen, welche für die Herstellung der vorschriftsmässigen Tiefe von 2,10 m im unteren Schleusenkanale nothwendig waren.

3. Die Stauhöhe der Verschlussvorrichtungen des Schiffsdurchlasses auf 3,10 m über dem Wehrrücken, welcher an und für sich schon mindestens 60 cm unter Niedrigwasser liegt, einzuschränken. Diese Stauhöhe entspricht den Anlagen bei La Plante, Tailfer und Rivière.

Die Schleuse, derart an das untere Ende einer Stromschnelle, deren Spiegelgefälle immer sehr beträchtlich ist, gelegt, erhielt ein viel grösseres Gefälle als das Wehr, selbst dann, wenn diese Stromschnelle keine sehr grosse Länge hatte. Dieser Fall zeigte sich insbesondere bei den Anlagen von Hun, Waulsort und d'Hastière, welche in gewisser Entfernung oberhalb der zugehörigen Schleuse angelegt und mit dieser durch einen den Oberkanal von dem Fluss trennenden Längsdamm verbunden sind.¹⁾

Diese Anordnung ermöglichte es, die zwischen Rivière und der französischen Grenze ursprünglich projektirten 7 Anlagen auf 6 zu beschränken, ohne desswegen den Haltungen die constante Höhe von 3,10 m über der Sohle zu nehmen.

¹⁾ Es ist bei einer derartigen Anlage indessen, besonders bei einem nicht wasserreichen Flusse, streng darauf zu halten, dass der Trennungsdamm aus durchaus gutem Material hergestellt werde. Der Trennungsdamm bei Hun zeigt z. B., obwohl schon vielfache Mittel zur nachträglichen Dichtung, als Einbringen von Kohlenasche etc., in den Oberkanal versucht sind, immer noch erhebliche Undichtigkeiten. (Düsing.)

2. Die Schleusen.

Die Zeichnungen auf Tafel II enthalten die Details der oberhalb Rivière in der Maas erbauten Schleusen.

Die Anordnungen dieser Schleusen sind, je nachdem sie in einem Seitenkanal oder im freien Fluss liegen, verschieden.

Die Figur 2 zeigt die bei Auseremme im Seitenkanal angelegte und Figur 3 die bei Dinant im freien Fluss befindliche Schleuse. Die erste Anordnung unterscheidet sich von der anderen nur durch die Schleusenmauer, welche bei dieser aus einer 3,0 m starken Mauer mit vertikaler Aussenfläche besteht. Diese Mauer hat stromaufwärts eine Verlängerung in der Form eines doppelten Bohlwerks von 50,0 m Länge erhalten, um den Fahrzeugen eine gesicherte Einfahrt in die Schleuse zu ermöglichen. Dieses Bohlwerk ist im Aufriss und Profil in den Figuren 9 und 10 dargestellt.¹⁾

Alle Schleusen haben eine Gesamtlänge von 125,18 m, gemessen von Aussenkante zu Aussenkante der (zur Axe senkrechten) Flügelmauern; die nutzbare Länge von der Sehne des Oberdrehpels bis zum Beginne der unteren Thorkammer beträgt 100,0 m, ihre lichte Weite 12,0 m.

Ober- und Unterdrehpel jeder Schleuse liegen in gleicher Höhe und 2,10 m unter dem vorschrittmässigen Unterwasser, welches horizontal angenommen ist.

Sämmtliche Schleusen sind auf ein Betonbett von 60 cm Stärke fundirt. Das aufgehende Mauerwerk ist aus unbearbeiteten Bruchsteinen hergestellt und in den sichtbaren Aussenflächen mit gespitzten Kalksteinen (Moellons) und Quadern verblendet.²⁾

¹⁾ An der kanalisirten Saar hat man behufs Sicherung der Einfahrt in die Schleuse an dem Ufer oberhalb in reichlicher Anzahl Haltepfähle (Mähr- oder Stopppfähle) angeordnet, an welchen die Schiffe sich festlegen und rückwärts in die Schleuse hineinsacken. (Düsing.)

²⁾ Die Steinmaterialien sind in den vielfachen, an beiden Ufern der Maas oberhalb Namur gelegenen Steinbrüchen gewonnen, welche

Das Sohlenmauerwerk zwischen den DrempeIn ist in Backsteinen ausgeführt und hat die Form eines umgekehrten Gewölbes von 60 cm Pfeilhöhe.

Die DrempeI, die Vor- und Hinterböden, die Eckquadern, die Quadern der Dammbalkenfalze, die Stirnen der Umläufe, die Wendnischen und Treppen an den beiderseitigen Schleusenwänden sind aus bearbeiteten Hausteinen hergestellt.

Die Schleusen- und Flügelmauern sind mit Werksteinplatten abgedeckt. Die Ober- und Unterthore der Schleusen haben gleiche Abmessungen; sie sind aus Eichenholz gezimmert und mit Eisenbeschlag zur Befestigung der Zapfen und sonstiger Verbindungen versehen.

Die Figuren 11, 12 und 13 zeigen die Thore in Aufriss, Grundriss und Schnitt.

Die Schleusenammern werden in weniger als 4 Minuten mit Hilfe von 6 Jalousieschützen gefüllt, deren zwei in den Umläufen, vier in den Thoren sich befinden. Die Schützen der Umläufe haben je drei Oeffnungen von 1,50 m Länge und 0,22 m Höhe; die der Thorflügel haben je 3 Oeffnungen von 1,40 m Länge und 0,14 m Höhe. Die 6 Schützen zusammen haben 18 Oeffnungen mit einer freien Gesamtfläche von 4,33 qm.

Die Schützen zum Entleeren der Kammer sind in derselben Weise eingerichtet. Alle Schützen haben die Eigenthümlichkeit, sich beim Heruntergehen zu öffnen, so dass sie durch ihr Eigengewicht die Arbeit des Oeffnens erleichtern.

Die Schützen der Umläufe (Figur 14 und 15) werden durch eine SchraubenspindeI ohne Ende mit beweglicher Mutter in Bewegung gesetzt.

einen schönen, festen, wetterbeständigen Stein liefern, der im bearbeiteten Zustande eine hübsche lichtgraue oder bläuliche Farbe hat und im Aussehen der Niedermendiger Basaltlava sehr ähnlich ist. Dieser Stein wird vorherrschend zur Verblendung von Fagaden in Brüssel, Lüttich und anderen Städten verwendet. (Düsing.)

Die Thorschützen werden mit Hülfe eines kleinen, durch einen 1,75 m langen Hebel in Bewegung gesetzten Zahnrades gehoben und gesenkt. Die Thorflügel werden mittelst einer bogenförmigen schmiedeeisernen Zahnstange, welche durch eine im Seitenmauerwerk angebrachte, in Guss- und Schmiedeeisen hergestellte Windevorrichtung bewegt wird, geöffnet bezw. geschlossen.

3. Die beweglichen Wehre.

Jedes Wehr besteht aus einem Schiffsdurchlass und einem Ueberfallwehr.

Diese beiden Wehrtheile sind entweder durch einen Mauerpfeiler (Figur 1—9, Tafel III) oder an Stelle des Pfeilers durch eine Insel (Figur 10—23, Tafel III) getrennt.

Der Schiffsdurchlass besteht aus einem Mauerwerkskörper und den auf diesem ruhenden beweglichen Böcken; er lehnt sich zur Rechten entweder an den Pfeiler oder an ein in die Böschung der Insel gebautes Widerlager, zur Linken an die Schleuse oder an das in den Deich gebaute Widerlager. Die Durchflussweite des Schiffsdurchlasses wechselt je nach dem Profil des Flusses zwischen 45,81 m und 41,01 m. Der Wehrrücken liegt mit seiner Oberkante überall 60 cm unter dem Niedrigwasserspiegel.

Das Ueberfallwehr besteht aus einem Mauerwerkskörper mit darauf ruhenden beweglichen Klappen und den die Laufbrücke tragenden Böcken. Es hat zwischen den Widerlagern eine Länge von 54,60 m; sein fester Rücken liegt mit der Oberkante im Niveau vom Niedrigwasser des Flusses. Für jede Wehranlage stellen diese beiden Theile zusammen einen Stau von 3,10 m Höhe über dem Rücken des Schiffsdurchlasses oder allgemein von 2,50 m über Niedrigwasser des Flusses her.

a. Der Schiffsdurchlass.

Als Verschlussvorrichtungen dieses Durchlasses sind bewegliche Böcke mit Nadeln nach dem System Poirée (Inspecteur général) angewandt.

Mauerwerk des Wehrrückens des Schiffsdurchlasses. Der feste Wehrrücken besteht ganz aus Mauerwerk und ist durch eine verholzte Spundwand, welche an der Seite des Oberwassers 60 cm, an der Seite des Unterwassers 1,0 m unter Niedrigwasser abgeschnitten ist, beiderseits abgegrenzt. Die beiden zum Stromstrich senkrechten Spundwände stehen in einer gegenseitigen Entfernung von 9,67 m von Mitte zu Mitte. Das Mauerwerk des Wehrrückens ist am Oberwasser 2,70 m, am Unterwasser 2,30 m stark.

Dasselbe ruht auf einem sich bis unter die Widerlager fortsetzenden 40 cm starken Betonbett, welches die Aufmauerung von unbearbeiteten Bruchsteinen und darauf die Verkleidung trägt, welche aus 2 senkrecht zum Stromstrich angelegten Quaderreihen und dazwischen aus gespitzten Kalksteinen (Moellons) besteht, deren durchlaufende Fugen gleichfalls senkrecht zum Stromstrich liegen.

Von den Quaderreihen nimmt die eine die zur Befestigung der vorderen Wehrbocklager bestimmte Eichenholzschwelle, die andere die hinteren Wehrbocklager direkt auf und verbinden dieselben mit dem Grundmauerwerk.

Fangedammklötzen. In dem Wehrrücken sind an der Oberwie an der Unterwasserseite je zwei senkrecht zum Stromstriche angelegte Reihen von Eichenklötzen von 30/30 cm Stärke angeordnet, (dargestellt sind dieselben in den Figuren im Grundriss durch die mit gekreuzten Diagonalen versehenen Vierecke) welche in ihrer Mitte eine Ausbohrung von 5 cm Durchmesser haben und dazu dienen sollen, eiserne Ständer behufs Herstellung eines Fangedammes aufzunehmen, für den Fall, das man den Wehrrücken behufs Vornahme von Reparaturen an ihm selbst oder an den dort angebrachten Lagern trocken legen will.¹⁾

Horizontale Zuganker. (Figuren 1 und 35, Tafel IV.) Die beiden Quadersteinreihen des Wehrrückens sind unter sich und mit

¹⁾ Diese Vorrichtung zum Aufstellen eines Fangedammes ist bislang bei den Anlagen in der Maas praktisch noch nicht verworther worden, indess erscheint der Nutzen einer derartigen, wenig kostspieligen Einrichtung einleuchtend. (Düsing.)

den beiderseitigen Spundwänden durch horizontale, aus drei Theilen bestehende Zuganker, welche in den entsprechend erweiterten Stossfugen der Steine liegen, fest verbunden. Der mittlere, am meisten in Betracht kommende Theil des Ankers verbindet mittelst beiderseits eingetriebener Splinte den vorderen und hinteren Auflagerstein, so dass sie dem sehr erheblichen horizontalen Druck, welcher besonders am hinteren Auflagerstein bei aufgerichtetem Wehr und davorliegendem Stau erzeugt wird, Widerstand leisten können.

Die beiden äusseren Theile der Zuganker haben je einen mit einem Bolzenloch versehenen gabelförmigen Theil, welcher den gleichfalls mit einem Bolzenloch versehenen Mittelanker fasst und mittelst eines Schraubenbolzens mit diesem verbunden wird. Die äusseren Enden greifen durch die Spundwände hindurch und werden hier mittelst Schraubenmuttern festgehalten, so dass auf diese Weise sämtliche Theile des Wehrrückens etc. in sicherer Weise zusammengefasst sind.

Vertikale Anker. (Figuren 1 und 35, Tafel IV.) Der vordere Drehzapfen des Wehrbocks hat bei gestautem Wasser das Bestreben, die Eichenholzschwelle, in welcher sein Lager befestigt ist, zu heben; um diesem aufwärts gerichteten Zuge entgegenzuwirken, ist die Schwelle mit der Untermauerung durch aus zwei Theilen bestehende vertikale Anker verbunden, welche in den entsprechend erweiterten Stossfugen der vorderen Auflagersteine liegen. Der untere Theil ist mittelst einer gusseisernen, unter dem Betonbett in dessen Sohle liegenden Platte befestigt und reicht bis zur Oberkante des Bruchsteinmauerwerks, wo er an den oberen Theil, welcher ihn gabelförmig umfasst, mittelst eines 40 cm langen Bolzens angeschlossen ist. Der obere Theil geht durch den Auflagerstein und die Holzschwelle und hält diese mittelst einer versenkten Schraubenmutter fest.

Die Schwelle (Figur 1, Tafel IV), gegen welche sich die unteren Enden der Nadeln stützen und welche ausserdem die vorderen Wehrbocklager aufnimmt, ist aus Eichenholz und hat einen Querschnitt von 40/50 cm. Sie wird in dem in den Stein gearbeiteten Falz durch eichene Keile, durch die oben angeführten Vertikalanker, so-

wie endlich durch einen in den Stein vergossenen und mit ihr durch einen horizontalen Schraubenbolzen verbundenen Bügel festgehalten. (Figur 1 und 4, Tafel IV.)¹⁾

Das linksseitige Widerlager des Schiffsdurchlasses. (Figur 11, 13, 14 und 15, Tafel III.) Dasselbe besteht aus einem rechteckigen Mauerwerkskörper von 4,18 m Höhe über dem Wehrrücken.

Es hat 5,0 m Breite und 7,75 m Länge in der Stromrichtung gemessen; es ist ebenso wie der Wehrrücken des Schiffsdurchlasses fundirt. Seine sichtbaren Flächen sind mit gespitzten Steinen (Moellons) verkleidet, während die abgerundeten Ecken, die Treppen und die Nische für den Blindbock in Werksteinen hergestellt sind.

Das rechtsseitige Widerlager des Schiffsdurchlasses. (Figuren 10, 12, 16 und 17, Tafel III.) Dasselbe besteht aus einem rechteckigen Mauerwerkskörper mit denselben Abmessungen, wie das linksseitige. Es hat eine Nische von 2,45 m Breite und 2,60 m Tiefe, welche bei niedergelegtem Wehr den ersten Wehrbock des

¹⁾ Diese Holzschwelle, zu welcher übrigens, um sie lange widerstandsfähig zu erhalten, frisch gefälltes Eichenholz zu verwenden ist, bietet mannigfache Vortheile:

1. Die Steine können schneller und sicherer versetzt, die Anker gut angebracht, die Löcher in die Steine leicht eingearbeitet werden. Erst nachdem die Steine versetzt sind, wird die Schwelle eingepasst und mit Holzkeilen und den Ankern befestigt.
2. Die vorderen Lager lassen sich in die Holzschwelle besser und genauer als in Steine einarbeiten und solider befestigen.
3. Mit Rücksicht darauf, dass bei niedergelegtem Wehr die Schifffahrt über dasselbe hinweg geht, können weniger leicht für den Fall des Auffahrens Beschädigungen an den Schiffsgefäßen bzw. an den Steinen vorkommen.

Auch bei den Wehranlagen der kanalisirten Brahe sind diese Schwellen zur Anwendung gekommen. (Düsing)

Schiffsdurchlasses aufzunehmen bestimmt ist. Diese Nische ist überdeckt mit einer gusseisernen Platte.

Verschlussvorrichtungen des Schiffsdurchlasses.

Wehrböcke. Der Schiffsdurchlass wird mittelst beweglicher, um eine untere, horizontale, parallel zum Stromstrich gelegene Axe drehbarer Wehrböcke geschlossen, welche im Allgemeinen 1,20 m von Mitte zu Mitte entfernt sind; eine Ausnahme machen die beiden Endböcke, deren Entfernung von dem linksseitigen Landwiderlager 1,11 m, und von dem rechtsseitigen Pfeiler bezw. Landwiderlager 1,50 m beträgt (Figur 1 und 2, Tafel III).

Die Böcke (Figur 1, Tafel IV) ermöglichen einen Aufstau von 3,10 m über dem Wehrrücken, ihre Höhe von diesem bis unter die Muffe der beweglichen Stange ist 3,50 m, ihre Breite unten 2,55 m, oben 1,45 m. Sie bestehen aus einem aus Schmiedeeisen mit rechteckigem Querschnitt zusammengeschweissten Rahmen, welcher durch eine zweitheilige Strebe, gleichfalls aus Schmiedeeisen, abgesteift ist; über die Strebe weg geht ein doppeltes horizontales Band aus Flacheisen; die Strebe legt sich am oberen wie am unteren Ende mit einer Feder in eine Nuth und wird hier durch ein verbolztes Ueberlagsblech gehalten. Die feste Verbindung der in den Rahmen lose eingefügten Strebe mit demselben geschieht durch einen an ihrem oberen Ende angeordneten Keil, welcher eingetrieben und durch einen Bolzen festgehalten wird.

Auf dem eigentlichen Wehrbock befindet sich an der Oberwasserseite ein ausgebohrter, an der Unterwasserseite ein voller Ständer von je 50 cm Höhe, welche an ihrem Kopf durch eine horizontale Querstange, die Drehaxe der Laufbrücke, verbunden sind. Sind die Böcke aufgerichtet, so liegt diese Laufbrücke also 4,0 m über dem Wehrrücken und 50 cm über dem gestauten Oberwasser.

Das Gewicht des Bockes allein, nämlich der Rahmen, die Strebe, die beiden Flacheisen, der ausgebohrte und der volle Ständer, beträgt 362 kg; das Gewicht der Laufbrücke in Eisenblech mit ihrer Axe und den Befestigungsringen beträgt 89 kg; die bewegliche Querstange wiegt 31 kg; das Gesamtgewicht des vollständigen Bockes,

nämlich Rahmen, bewegliche Querstange, Laufbrücke und Ketten beträgt im Mittel 503 kg. ¹⁾

Zapfenlager der Böcke. Die Böcke sind um ihre untere, parallel zum Stromstrich liegende Axe, welche in zwei in den gusseisernen Lagern ruhende Zapfen endigt, drehbar.

Das vordere Lager (Figur 5, 6 und 7, Tafel IV) ist in die bereits oben erwähnte Eichenholzschwelle eingelassen und mit Schraubenbolzen befestigt; es wiegt im Mittel 32 kg.

Das hintere Lager (Figur 8, 9 und 10, Tafel IV) ist in den Stein des Wehrrückens eingelassen und mit drei in Blei vergossenen Steinschrauben befestigt; es wiegt im Mittel 93 kg. Das aus Gusseisen hergestellte Lager hat die Form eines Halbcylinders, ist offen, nach oben erweitert, um die Einführung des Zapfens zu erleichtern, und nach dem Unterwasser hin durch eine vertikale Wand mit stuhlartiger Versteifung abgeschlossen. Diese Wand nimmt den horizontalen Schub des Bockes auf und hindert, dass derselbe durch den Wasserdruck verdrängt wird. Sobald der Zapfen des Wehrbocks in seinem hinteren Lager liegt, schiebt man durch die in den Wandungen angebrachten Oeffnungen einen schmiedeeisernen Riegel mit breitem Kopf (Figur 11, Tafel IV) quer über ihn, um ihn am

¹⁾ Die Construction der Wehrböcke der kanalisirten Maas weicht von den sonst üblichen Constructionen insofern ab, als sie aus Volleisen hergestellt sind. Die aus Façoneisen hergestellten Wehrböcke der Saar und Mosel zeigen den Nachtheil, dass sie sich schwierig anstreichen bezw. in gutem Anstrich halten lassen. Auch für die Maas sind ursprünglich Wehrböcke aus Façoneisen in Aussicht genommen und probeweise 4 verschiedenartige Modelle angefertigt. Jedoch verwarf man diese Construction, weil die Böcke nicht die erforderliche Steifigkeit zeigten, man hätte denn den Constructionstheilen sehr grosse Abmessungen geben müssen.

Die Herstellung der Böcke geschieht derart, dass die einzelnen Theile des Rahmens zusammengeschweisst werden und zwar, um sämtliche Böcke genau gleich zu erhalten, auf einem besonderen, schweren, gusseisernen Modelltisch. (Düsing).

Herausspringen zu hindern. Das Anbringen dieses Riegels lässt sich sehr leicht ohne Hülfe eines Tauchers von der Laufbrücke her mit einer Gabel bewirken.

Laufbrücke des Wehrs. (Figur 1, 3 und 12, Tafel IV.) Die Böcke werden in ihrer senkrechten Stellung durch die aus Eisenblech hergestellten Brückentafeln, deren jeder eine hat, gehalten; diese Tafeln sind an der oberen Querverbindung eines jeden Bocks befestigt und um dieselbe drehbar; sie laufen an dem freien Ende in zwei Klauen, welche sich in Form eines Geisfusses erweitern, aus und greifen hiermit über die obere Querstange des Nachbarbockes. Zwei kleine, unter der Querstange durch die Klauen gesteckte Keile verhindern ein Abheben derselben und die Böcke sind auf diese Weise sehr fest untereinander verbunden. Die Brückentafeln haben eine Breite von 1,10 m und bilden bei aufgerichtetem Wehr eine Brücke, über welche man mit aller Sicherheit passiren kann.¹⁾

In der Nische des linksseitigen Widerlagers befindet sich ein Blindbock (Figur 13, 14 und 15, Tafel IV), dessen Haupttheile eine feste Querstange zum Ueberlegen der Brückentafel des ersten Wehrbockes und eine Hülse mit Drehbolzen zur Aufnahme der beweglichen Stange bilden.

In der Nische des rechtsseitigen Widerlagers, bezw. des Pfeilers, befindet sich ein zweiter Blindbock (Figur 16, 17 und 18, Tafel IV), dessen Hauptbestandtheile ein um eine horizontale Axe drehbares gekrümmtes Eisen mit beweglicher Stange, sowie eine Querstange mit Brückentafel zur Verbindung mit dem letzten Wehrbock bilden.

Handhabung der Wehrböcke.

Das Niederlegen. Will man die Böcke umlegen, so genügt es, die Keile der Geisfüsse zu lösen und die Brückenfatel von dem rechtsseitigen Widerlager oder dem Pfeiler her abzuheben; der Bock

¹⁾ Es ist zu bemerken, dass diese Tafeln in der Oberfläche geriffelt sind, um ein Ausgleiten zu verhüten. (Düsing.)

fällt dann von selbst und legt sich ohne Anprall auf den Wehrrücken, da die Bewegung durch das auf die Brückentafel drückende Wasser gehemmt wird.

Das Niederlegen der Böcke muss stets am rechtsseitigen Widerlager, bezw. an dem Pfeiler beginnen und am linksseitigen Widerlager aufhören.

Das Aufrichten. Das Aufrichten der Böcke geschieht mit Hülfe einer tragbaren Windevorrichtung (Figur 32, 33 und 34, Tafel IV). Um diese Arbeit zu erleichtern, sind sämtliche Böcke unter einander durch hinreichend lange Ketten verbunden (Figur 1, Tafel IV), welche an dem Ende der Brückentafel eines jeden befestigt sind. Die Kette der Brückentafel hat an ihrem Ende einen Ring und wird hiermit an eine in der Mitte der oberen Querstange des Nachbarbockes befindliche kurze Kette mittelst eines Splintes befestigt.

Das Aufrichten beginnt von dem linksseitigen Widerlager her; die tragbare Winde wird hier sicher aufgestellt und mit ihrer Hülfe der erste Bock aufgerichtet, steht dieser, so dient er der Winde als Stützpunkt zum Aufrichten des zweiten, dessen Kette mit ihm zugleich über Wasser geholt worden ist. Diese Arbeit wiederholt sich für alle folgenden Böcke in derselben Weise und es stützt sich dabei der Fuss der Winde stets auf die obere Querstange des dem aufzurichtenden vorhergehenden Bockes, während ihr oberer Theil mittelst einer Kette an die Querstange des diesem voraufgehenden befestigt wird.

Auslösungsverfahren Kummer. (Figur 1, 3, 19 bis 31, Tafel IV.) An dem oberen Ende des Rahmens eines jeden Bockes befindet sich wenige Centimeter über dem Oberwasserspiegel eine bewegliche Stange aus Schmiedeeisen (Figur 19, 20 und 22, Tafel IV), drehbar um eine vertikale cylindrische Hülse, welche ungefähr in derselben Vertikalaxe mit dem vorderen Theil des Bockes liegt; diese Stange legt sich mit ihrem anderen Ende an einen vertikalen, in der Hülse des Nachbarbockes befindlichen Drehbolzen (Figur 23, 24, 25, 26, 29, 30 und 31, Tafel IV) und dient in dieser Stellung den Nadeln als oberer Stützpunkt.

Dieser Drehbolzen ist, soweit er in der Hülse steckt, in seiner ganzen Länge cylindrisch, mit Ausnahme des unteren in Höhe der beweglichen Stange liegenden Theils (Schnitt G—H, Figur 24 und 28, Tafel IV), welcher halbcylinderförmig ausgeschnitten ist. Auch die Hülse hat einen Ausschnitt (Schnitt J—K und L—M, Figur 25 und 29, 26 und 31, Tafel IV), um das Ende der beweglichen Stange des Nachbarbockes passiren zu lassen, und dies gilt aus demselben Grunde von dem hinteren Theil der Muffe jeder beweglichen Stange (Schnitt A—B und C—D, Figur 19—22, Tafel IV). Der über der Hülse befindliche Kopf des Drehbolzens ist viereckig, um ihn mittelst eines Schlüssels behufs Auslösen der beweglichen Stange drehen zu können (Figur 24, Tafel IV).

Der Drehungswinkel für die Bewegung des Drehbolzens ist mittelst einer an diesem angebrachten Schraube auf 90° festgelegt. Diese Schraube bewegt sich frei in einem in der Hülse angeordneten Falz von derselben Bogenlänge; sie hindert bei niedergelegtem Bock ausserdem den Drehbolzen, aus der Hülse herauszufallen.

Wie oben bemerkt, ist die bewegliche Stange jedes Bockes mit der Hülse desselben durch eine Muffe, welche ihr eine freie Bewegung um die Hülse ermöglicht, verbunden; man hat hier also drei concentrische Cylinder, den Drehbolzen, die Hülse und die Muffe der beweglichen Stange.

Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Böcke. Die Anwendung von Eisen mit rechteckigem Querschnitt war für die Böcke des Schiffsdurchlasses vorgeschrieben, nachdem vergleichende Versuche über die Widerstandsfähigkeit gemacht waren, und zwar an einem in dieser Construction ausgeführten, sowie an 4 anderen Böcken, welche in verschiedenen Anordnungen aus T und U Eisen zusammengesetzt waren. Die in Façoneisen construirten Böcke zeigten aber, obwohl sie fast dasselbe Gewicht hatten als die aus rechteckigem Volleisen, eine viel geringere Steifigkeit als diese, besonders in der zu ihrer Ebene senkrechten Richtung.

Ein Bock des gewählten Systems, welcher mit seinen beiden Zapfen in einen gezimmerten Rahmen eingespannt war, hat, ohne

eine bleibende Veränderung zu erleiden, ein Gewicht von 8000 kg, welches in der Ebene des Bockes am Fusse der Hülse wirkte, ertragen (Figur 36 und 37, Tafel IV), während der bei aufgerichtem Wehr und höchstem Stau hier in Wirklichkeit auftretende Druck nur 2000 kg beträgt. Man hat dieselbe Probe mit den in Façoneisen construirten Böcken angestellt und diese zeigten bereits bei dem an ihrem oberen Ende in ihrer Ebene angebrachten Gewicht von 2000 kg Deformationen. Bei einem, in derselben Weise wie oben beschrieben, angebrachten Gewicht von 5500 kg hat sich die eine Stange rechtwinklig zu ihrer Ebene um 115 mm ausgebogen; die Eisentheile des Bockes haben nach Entfernung des Gewichtes eine dauernde Veränderung gezeigt.

Die Nadeln. (Figur 1 und 3, Tafel IV.) Die Nadeln sind aus Rothtannenholz von Riga gefertigt und haben 3,75 m Länge, eine constante Breite von 99 mm, während ihre Stärke, um ihnen eine Form von gleicher Widerstandsfähigkeit zu geben, wechselt. Dieselbe beträgt 12 cm auf eine Länge von 25 cm zu beiden Seiten des am stärksten beanspruchten Punktes und verringert sich nach dem Fuss auf 9,9 und nach dem Kopf auf 9 cm; der Kopf ist 23 cm lang. Die Nadel endigt am Kopf in der Form einer langgestreckten Kugel oder eines Handgriffs, welchen man leicht mit einer Hand umfassen kann. Die Nadeln haben an ihrem oberen Ende schmiedeeiserne Oesen, welche auf zwei kleine Eisenblechtafeln genietet sind, die wiederum an den beiden entgegengesetzten Flächen der Nadeln liegen.

Durch diese Oesen wird die sogenannte Arbeitsleine gezogen, welche je 11 zwischen 2 Böcken befindliche Nadeln, eine Nadelreihe oder ein sogen. Spiel Nadeln, verbindet. Die Arbeitsleine einer solchen Reihe hat an dem einen Ende einen Knoten, welcher sich vor die Oese der betreffenden Nadel legt, während das andere Ende nach rückwärts unter der Brückentafel durchgeführt und auf dem hinteren Ständer des Bockes provisorisch befestigt wird. Will man die Nadeln entfernen, dann befestigt man die Arbeitsleine mit ihrem freien Ende an einem langen, starken Tau, um derart die Nadeln, welche, nachdem man den Drehbolzen gedreht und die be-

wegliche Stange ausgelöst hat, durch die Fluth fortgetrieben werden, an das Ufer oder an den Pfeiler aufzuholen.

Das Einstellen der Nadeln geht ohne Schwierigkeit vor sich; der auf der Laufbrücke stehende Wehrwärter fasst die Nadel mit einer Hand am Kopf, lässt sie über den Rand der Brückentafel, indem er sie ein wenig gegen das Oberwasser neigt, bis zu einer gewissen Länge gleiten und taucht sie dann mit einer Drehung in den Fluss, dessen Strömung sie erfasst und gegen die Schwelle und die obere Stange presst.

Prüfung der Nadeln. Die zur Anwendung gekommenen Nadeln haben jede ein Gewicht von 24 bis 25 kg. Einige von ihnen sind vor der Verwendung geprüft und haben, ohne eine Zerstörung oder eine dauernde Veränderung zu erleiden, einen dreimal grösseren Druck, als er bei geschlossenem Wehr und höchst gespanntem Stau stattfindet, widerstanden.

Die stärkste Inanspruchnahme der äusseren Fasern dieser Nadeln beträgt bei diesen Stauanlagen 87 kg für den Quadratcentimeter, während sich bei den Proben die Spannung von 282 kg pro Quadratcentimeter ergeben hat. Der Elasticitätscoefficient E des verwendeten Holzes hat nach den Ergebnissen dieser Proben zwischen 1100 bis 1300 kg pro Quadratmillimeter Querschnitt gewechselt.¹⁾

¹⁾ Im Allgemeinen dürfte sich für die Nadeln ein quadratischer Querschnitt von gleicher Dimension für die ganze Länge empfehlen, weil diese sich schneller und sicherer durch Kanten an die Nachbarnadel dicht anlegen. Die Nadeln sind sehr der Zerstörung und der Auslaugung durch das Wasser ausgesetzt. Jedenfalls ist bei der Anlieferung ganz besonders darauf zu achten, dass nur vollkommen fehlerfreies Holz zur Verwendung kommt. An der Mosel werden die Nadeln mit einem Gemisch von heissem Holz- und Steinkohlentheer gestrichen; dieser Anstrich verleiht ihnen grössere Dauerhaftigkeit und ausserdem saugen sie sich nicht so voll Wasser, sind also an Gewicht erheblich leichter als die nicht getheerten. Der jährliche Verschleiss der Nadeln durch Zerbrechen, Wegtreiben etc. stellt sich an der Saar auf

b) Aenderungen und Verbesserungen, welche an den nach dem System Poirée in Belgien erbauten Nadelwehren angeordnet sind.

Die bedeutendste Vervollkommnung ist unzweifelhaft, dass man bei diesen Nadelwehren das „Auslösungsverfahren Kummer,“ von diesem, s. Z. Oberingenieur des Specialdienstes an der Maas, im Jahre 1845 erfunden, angewandt hat. Dasselbe ist seither bei allen zwischen Visé und Namur in der Maas errichteten Nadelwehren angeordnet und hat sich stets in vollkommen zufriedenstellender Weise bewährt.

Es hat die Anwendung von Nadelwehren bei grossen Stauhöhen erleichtert und Dank diesem „Auslösungsverfahren Kummer“ hat diese Anwendung jetzt keine andere Grenze, als das den Nadeln zu gebende Gewicht, welches nicht grösser sein darf, als ein Arbeiter zu tragen im Stande ist; das Aufstellen der Nadeln am Wehr hängt weniger von der Kraft, als von der übrigens leicht zu erlangenden Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Das Oeffnen des Wehrs wird bei jeder Stauhöhe leicht sein, weil bei dem „Auslösungsverfahren Kummer“ der Druck des angestauten Wassers die Nadeln fortreibt. Obwohl alle die neuen gegenwärtig in der Maas oberhalb Rivière im Betriebe befindlichen Stauanlagen bei vorschrittmässigem Stau eine Stauhöhe von 3,10 m über dem Wehrrücken des Schiffsdurchlasses, also grösser als die in Frankreich bestehenden grössten Nadelwehre haben, sind wir doch überzeugt, dass wir noch nicht die Grenze für einen leichten und entsprechenden Betrieb dieser Anlagen, vorausgesetzt, dass sie mit dem „Auslösungsverfahren Kummer“ versehen sind, erreicht haben.

Es wird vielleicht nicht ohne Interesse sein, hier einen Auszug eines von uns am 30. September 1876 an M^r. Malézieux, wel-

ca. $\frac{1}{7}$ der Gesamtmenge, während an der Mosel früher $\frac{1}{3}$ neu beschafft werden mussten. Nach Einführung des oben erwähnten Theeranstrichs hat sich jedoch der Verschleiss hier um 25% ermässigt. (Düsing).

cher damals Professor für Binnenschiffahrtskunde an der Schule für Chaussee- und Brückenbau in Paris war, gerichteten Briefes einzuschalten. Dieser Brief enthält nämlich nützliche Aufschlüsse über die Grenze der Anwendung von Nadelwehren.

Er lautet:

„Sie beehren mich weiter mit der Frage, ob ich überzeugt sei, dass ein richtig gewählter und eingeübter Arbeiter für einen Stau von 4,0 m über dem Wehrrücken die Nadeln würde tragen und einstellen können.

„Für mich unterliegt die Bejahung dieser Frage keinem Zweifel. Diese Meinung gründet sich auf die bei dem Betriebe unserer mit grossem Stau versehenen Anlagen gemachten Erfahrungen. Diese Anlagen haben, wie Ihnen bekannt ist, einen thatsächlichen Stau von 3,10 m über dem Wehrrücken und dabei lassen sich die Nadeln mit solcher Leichtigkeit tragen und aufstellen, dass ich fest überzeugt bin, man kann die Abmessungen wesentlich vergrössern, ohne damit die zulässige Grenze zu überschreiten.

„Ich möchte hinzufügen, dass die Erfahrung mit der Anwendung von Nadeln für einen Stau von 4,0 m über dem Wehrrücken bereits seit langer Zeit in ihrem Lande an dem alten Wehr von Pontoise gemacht worden ist. Ich finde nämlich in einem von dem Obergeringieur Kummer über eine im Jahre 1845 nach Frankreich ausgeführte Reise erstatteten Bericht das Folgende:

„Die Wehranlage von Pontoise besteht aus einem Fluthkanal von 12,50 m lichter Weite, einem festen schrägliegenden Theil von 80,0 m Länge, welcher sich an die rechte Mauer des Fluthkanals anschliesst, und aus einem weiteren schrägliegenden Theil oberhalb zur Rechten einer Insel. Die Mauern des Fluthkanals sind 5,25 m hoch, das Sohlmauerwerk hat stromaufwärts einen Anschlag von 12 cm. Eine Laufbrücke aus zwei durch Eisenconstruction verbundenen Balken mit 1,20 m breitem Belag ruht auf Schwellen, welche in Falzen,

„die in die Seitenmauern eingearbeitet sind, liegen. Diese
„Schwellen liegen 1,25 m tiefer als die Maueroberkante und
„4,0 m über dem Sohlenmauerwerk, entsprechend der Höhe des
„mittleren Hochwassers der Oise. Gegen die Oberwasserseite
„der Brücke und gegen den oben erwähnten Anschlag stützen
„sich Nadeln von 4,50 m Länge und 12/12 cm Querschnitt
„und schliessen den Fluthkanal. Die Nadeln haben an ihrem
„Kopfe eine Ausbohrung, in welche der Wehrwärter, um sie
„auszulösen, mit einem Hebel eingreift, diesen auf eine auf
„der Brücke befindliche Holzschwelle aufsetzt und so die Nadeln
„anhebt, wodurch sie ihren unteren Stützpunkt verlieren und
„vom Strom fortgerissen werden. Um ein Forttreiben zu ver-
„hüten, ist aber jede Nadel mit einem an ihrem Kopf befind-
„lichen Tau an der Brücke befestigt. Derart geht das Oeffnen
„allmählich und für jede Nadel besonders vor sich; das Ein-
„stellen geschieht mit der Hand; der im Dezember 1845 dienst-
„thuende Wärter war einarmig und vollführte gleichwohl allein
„das Ausheben der Nadeln und das Oeffnen in 25 Minuten,
„das Schliessen in einer Stunde. Diese Anlage, welche seit
„9 Jahren erbaut ist, hat sich vollkommen bewährt.“

„Die Nadeln der Anlage von Pontoise mussten jede ungefähr
„42 kg wiegen: $4,50 \cdot 0,12 \cdot 0,12 \cdot 650 \text{ kg} = 42,12 \text{ kg}$. Wenn der
„Wasserdruck von 4,0 m Höhe über der Sohle ohne einen Gegen-
„druck des Unterwassers stattfand, so hatten die Nadeln eine
„stärkere Beanspruchung als die beim Wehr von Martôt mit
„einem Stau von 3,0 m über dem Drempeel und 8/8 cm Quer-
„schnitt zu erleiden; diese Beanspruchung ist selbst für Tannen-
„holz von der besten Sorte übertrieben und man würde in einem
„ähnlichen Fall wohl den Querschnitt der Nadeln vergrössern.

„Wenn ich eine Nadelwehranlage mit einem Stau von 4,0 m
„über dem Wehrrücken ohne Gegendruck vom Unterwasser zu
„construiren hätte, würde ich vorschlagen, den Nadeln eine Form
„von gleicher Widerstandsfähigkeit zu geben, wie ich sie bei
„den Anlagen von Hun und Houx verwandt habe. Diese Nadeln
„würden einschliesslich des Handgriffs eine Gesamtlänge von

„4,65 m, eine durchgehende Breite von 11 cm und eine 25 bis 30 cm ober- und unterhalb des am meisten beanspruchten Punktes durchgehende Stärke von 15 cm erhalten; diese Stärke könnte sich nach den Enden auf 10 oder auch 9 cm verringern.“

„Das Gewicht einer solchen Nadel würde 41 kg betragen, also noch nicht das Gewicht der von dem einarmigen Wärtler am Wehr zu Pontoise mit Leichtigkeit gehandhabten erreichen.“

„Ich muss noch hinzufügen, dass ich für einen Fluss mit denselben Eigenschaften, wie sie die Maas in Belgien besitzt, die Anwendung eines Nadelwehrs mit 4,0 m Stau über dem Wehrrücken nur unter der Bedingung vorschlagen würde, dass damit ein regulirendes Ueberfallwehr mit Klappen von hinreichender Durchflussweite verbunden wäre, um hierdurch den Stau unter gewöhnlichen Verhältnissen zu regeln und nicht zu häufig die Nadeln herausnehmen zu müssen. Ohne Einhalten dieser Bedingung fürchte ich, würde ein Nadelwehr von dieser Höhe nicht hinreichend wasserdicht sein. Ausserdem würde es erforderlich sein, die Böcke mit der „Auslösungsvorrichtung Kummer“ zu versehen, denn ich glaube, es würde nach den sonstigen Methoden nicht möglich sein, in hinreichend kurzer Zeit die Nadeln von 11 cm Breite, vor denen ein Wasserdruck von 4,0 m Höhe liegt, wegzunehmen.“

„Aber ebenso bin ich überzeugt, dass man bei der Anwendung eines regulirenden Ueberfallwehrs mit Klappen von hinreichender Durchflussweite und eines Nadelwehrs mit dem Auslösungsverfahren Kummer selbst für einen Stau von 4,0 m alle die Unzuträglichkeiten vermeiden kann, welche man gewöhnlich den Nadelwehren vorwirft, besonders aber den Mangel an Dichtigkeit.“

„Die Wehranlage von Hun hat einen Stau von 3,18 m mit einem Gegendruck des Unterwassers von 60—70 cm über dem Wehrrücken und dabei ist die Nadelwand durch die Pflanzen und eine dünne Schlammschicht, welche das Wasser dort abgesetzt hat, vollständig wasserdicht.“

Verbindung der Böcke untereinander.

Die bei den oberhalb Namur erbauten Nadelwehren angewendeten Böcke haben in Folge der Art der Verbindung, welche durch die als Laufbrücke dienende Brückentafel hergestellt ist, noch weitere Vortheile. Diese Verbindung, welche nicht im Mindesten das Niederlegen der Böcke weder erschwert noch aufhält, entfernt gleichwohl jede Gefahr und macht es besonders unmöglich, dass Unfälle wiederkehren, wie sie mehrmals zu beklagen waren und sich vor einigen Jahren am Wehr von Maizeret und noch ganz kürzlich am Wehr der Geschützgiesserei bei Lüttich ereignet haben, bei welchem mehrere Wehrwärter ertrunken sind, da die Böcke, unter sich nicht genügend verbunden, unter den Füßen der Opfer umgestürzt sind. Diese durch die Brückentafeln hergestellte Verbindung der Böcke untereinander hat zum Resultat, dass das Oeffnen des Schiffsdurchlasses viel schneller vor sich geht.

Es soll hier kurz das Oeffnen der unterhalb Namur befindlichen Wehranlagen, welche diese Verbindung der Böcke nicht haben, beschrieben werden.

Bei eintretendem Hochwasser beginnt der Wehrwärter damit, in dem Maasse wie der Wasserzufluss sich steigert, der Reihe nach die Hälfte der Nadeln herauszunehmen, und hat hierbei jede bewegliche Stange, welche die Verbindung zwischen den Böcken bildet, sorgfältig wieder festzulegen. Er lässt die Nadelreihen umschichtig stehen, weil sonst die Böcke ohne den Druck derselben und den des davorliegenden Stau's durch den starken Strom in heftige Schwingungen gerathen würden, die Drehbolzen sich drehen und die beweglichen Stangen sich auslösen könnten; die Böcke dann aber ihrer Verbindung unter einander beraubt, würden sich von selbst umlegen und die auf der Brücke befindlichen Arbeiter mit hinunterstürzen.

Dieser Umstand, dass man nach dem Auslösen der Nadeln die bewegliche Stange wieder vorsichtig schliessen muss, bringt viel Zeitverlust mit sich, weil die Böcke von den Seiten her durch den davorliegenden Stau gepresst und aus ihrer senkrechten Stellung gedrängt werden, so dass das Einführen der beweglichen Stange in die zugehörige Hülse sehr erschwert wird. Das Auslösen der ersten

Hälfte der Nadeln eines solchen Wehrs geht immer sehr schnell und ohne Schwierigkeiten vor sich; der einzige Zeitverlust entsteht dadurch, dass man nach jedem Auslösen die bewegliche Stange wieder schliessen muss. Ist die erste Hälfte der Nadeln ausgelöst und das Wasser fährt fort zu wachsen, so beginnt man damit, die Böcke umzulegen und die noch stehenden Nadeln auszulösen, sobald man bei dem Niederlegen der Böcke an sie gelangt ist. Dieser zweite Theil der Arbeit geht bei den unterhalb Namur erbauten Wehren immer viel weniger gut als der erste vor sich; man kann nicht mehr mit den Oeffnungen wechseln und dem Wasser einen guten Abfluss bieten; es entstehen in Folge dessen meist Querströmungen, treiben die Nadeln zwischen die noch stehenden Böcke und halten so die Arbeit auf. Das Niederlegen der zweiten Hälfte der Nadeln erfordert für ein Wehr mit 2 Oeffnungen von je 40,0 m Weite im Mittel zwei und eine halbe Stunde, und dabei ist die Zeit zum Aufholen der Nadeln, welche im Mittel drei und eine halbe Stunde beträgt, noch nicht eingerechnet.

Um diesem Uebelstande abzuhelpen, kann man nur die Böcke untereinander anders als mit beweglichen Stangen, also entweder mit übergelegten Stangen mit Oesen oder mittelst der mit Klauen versehenen Brückentafeln, wie wir es bei den neuen in der Maas oberhalb Namur erbauten Wehranlagen gemacht haben, verbinden. Hat man so eine sichere Verbindung der Böcke erzielt, dann kann man, bevor man die Böcke umlegt, sämtliche Nadeln auslösen; ebenso kann man bei dieser Arbeit aber auch wechselseitig die Nadeln zwischen den Böcken wegnehmen und so einen stets möglichst senkrecht gegen das Wehr gerichteten Strom halten, und hat nicht zu befürchten, dass die Nadeln sich zwischen die Böcke setzen.

Bei der neuen Art dieser mit dieser Auslösungsvorrichtung Kummer versehenen Böcke, würde das Auslösen sämtlicher Nadeln bei ausnahmsweise schnell eintretendem Hochwasser oder bei einer anderen dringenden Gefahr nur wenige Minuten Zeit erfordern.

Führt man die Arbeit in der soeben beschriebenen Weise aus, dann hat man die Böcke viel weniger häufig umzulegen als bei dem alten System, da das Wachsen des Wassers schon häufig nachlässt, nachdem man sämtliche Nadeln ausgelöst hat.

Verschlusskeile der hinteren Wehrbocklager.

Eine weitere Verbesserung besteht in dem von uns angeordneten Verschluss des hinteren Wehrbocklagers. Bei den unterhalb Namur erbauten Nadelwehren bestehen, wie schon oben bemerkt, die hinteren Wehrbocklager aus einfachen gusseisernen Halbcylindern, welche nach oben offen und ausgeschweift sind; findet sich bei dieser Anordnung während des Niederlegens ein fremder Körper auf dem Wehrrücken, so genügt dies den betreffenden Bock aus seinem Lager zu heben; ist aber erst ein Bock in Unordnung, so trifft dasselbe Schicksal auch die folgenden Böcke, welche aus ihren Lagern gerathen, sich gewöhnlich in einander verwirren und so erhebliche Beschädigungen und beim Aufrichten, welches überdies lange Zeit erfordert, grosse Schwierigkeiten verursachen. Die zahlreichen bei den unterhalb Namur erbauten Wehren gemachten Beobachtungen haben gezeigt, dass es im Mittel 10 Stunden Zeit erfordert, um bei einer aus zwei Oeffnungen von je 40,0 m Weite bestehenden Anlage sämtliche Böcke aufzurichten und die Nadeln einzustellen.

Sind dagegen die Böcke in ihren Lagern gut befestigt, dann können derartige Uebelstände und Zeitverluste nicht eintreten. Da an diesen Böcken sich auch Beschädigungen, welche einen sofortigen Ersatz nothwendig machen, einstellen, so war es unerlässlich, die Verschlussvorrichtung derart einzurichten, dass sie leicht von oben her geöffnet werden konnte, ohne desshalb in das Wasser steigen zu müssen. Dies ist erreicht durch die Einrichtung von Spurlagern mit querdurchgehendem Riegel, dessen Handhabung selbst bei wirbelndem oder kaltem Wasser und auch dann, wenn kein Taucher zur Stelle ist, ermöglicht wird.

Zahlreiche am Wehr von Houx gemachte Beobachtungen haben es bewiesen, dass das Aufrichten der 37 Wehrböcke des dortigen Schiffsdurchlasses niemals mehr als zweistündige Arbeit nothwendig machte. Die Regelmässigkeit und die Leichtigkeit der Arbeit beim Aufrichten dieser Böcke muss allein der Anwendung der Verschlusskeile an den Lagern zugeschrieben werden. Die 458 Nadeln des Schiffsdurchlasses bei Houx lassen sich in $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden einstellen.

c. Ueberfallwehr.

Der Rücken des Ueberfallwehrs. (Figur 1, 2, 8, 19, 22 und 23, Tafel III.)

Derselbe ist ganz in Mauerwerk hergestellt, hat 54,60 m Länge zwischen den beiderseitigen Widerlagern bezw. dem Pfeiler und dem Widerlager und eine Breite von 7,0 m von Innenkante zu Innenkante der Spundwände. Der Rücken liegt in Höhe von Niedrigwasser und ist durchgehends auf ein Betonbett von 40 cm Stärke fundirt; zu beiden Seiten befinden sich Spundwände, welche in der Höhe der Abpflasterung abgeschnitten und verholmt sind. Auf dem das Fundament bildenden Betonbett liegt die Aufmauerung aus Bruchsteinen und hierauf der eigentliche Rücken, welcher aus 2 Reihen Werksteinen und einem Pflaster aus gespitzten Kalksteinen (Moellons) besteht. Diese letzteren beiden Theile haben zusammen eine Stärke von 1,60 m. Die zur Aufnahme der Zwillingslager der Klappen bestimmte Schwelle, welche zugleich als Stützpunkt für die Füße der Klappen dient, ist aus Eichenholz von 40/34 cm Querschnitt; sie liegt in einem in den Stein eingearbeiteten Falz und ist an demselben mit Steinbolzen und einem vergossenen Bügel befestigt. Ein aufgeschraubtes Eisenblech schützt den über den Stein hinausragenden Theil der Schwelle.

Eine eichene Langschwelle, welche die Hakenstange trägt, ist in einem Falz der nach dem Unterwasser zu liegenden Werksteinreihe eingesetzt (Figur 1, Tafel V) und daselbst gut mit Stein- schrauben befestigt.

Eine zur Aufnahme der an der Oberwasserseite befindlichen Spurlager der Böcke für die Laufbrücke liegende Schwelle aus Eichenholz von 25/25 cm Querschnitt ist direkt auf dem Holm der dort angeordneten Spundwand mit Winkeleisen und Bolzen befestigt. 39 Fangedammklötzchen aus Eichenholz sind an der Unterwasserseite des Wehrrückens parallel zu den Holmen eingemauert.

Der Pfeiler (Figur 1, 2, 3 und 4, Tafel III), welcher bei einigen Wehren den Schiffsdurchlass von dem Ueberfallwehr trennt, besteht aus einem rechteckigen Mauerkörper von 12,52 m Länge und 3,0 m

Breite mit einem spitzbogigen Vorkopf von 2,60 m Länge an der Oberwasserseite und ist in derselben Weise wie der Wehrrücken des Schiffsdurchlasses fundirt. Er hat eine Nische für den ersten Bock des Schiffsdurchlasses, eine für den ersten Bock des Ueberfallwehrs und ausserdem einen Schacht für die Windevorrichtung, welche die Hakenstange des Ueberfallwehrs treibt. Die Nischen sind mit gusseisernen Platten überdeckt, welche die Blindböcke mit ihren Brückentafeln tragen. Bewegliche gusseiserne Platten überdecken den Schacht für die Windevorrichtung (Figur 7, Tafel VI). Der am Unterwasser befindliche Theil des Pfeilers liegt in der Breite desselben und in 1,05 m Länge nur 50 cm über dem Unterwasser und eine Treppe mit 10 Stufen von der Breite des Pfeilers führt von hier zu dem höher liegenden Theil. Die Aussenflächen des Pfeilers sind mit Werksteinen und gespitzten Kalksteinen (Moellons) verkleidet, während die Hintermauerung aus Backsteinen besteht.

Linkes Widerlager. Bei einigen Wehranlagen hat das Ueberfallwehr als linksseitigen Abschluss ein Landwiderlager (Figur 18, 19, 20 und 21, Tafel III), welches den Schacht für die Windevorrichtung der Hakenstange¹⁾ und die Nische für den ersten Bock des Ueberfallwehrs enthält; diese Nische ist 1,72 m breit und 2,40 m tief. Das Widerlager besteht aus einem rechteckigen Mauerwerkskörper von 9,38 m Länge und 4,20 m Breite und ist in derselben Weise wie der Rücken des Ueberfallwehrs fundirt. Die Hintermauerung ist in Backsteinen ausgeführt und mit Werksteinen und gespitzten Kalksteinen (Moellons) verblendet.

Das rechtsseitige Widerlager des Ueberfallwehrs (Figur 1, 2, 8, 9, 22 und 23, Tafel III) besteht aus einem rechteckigen Mauerwerkskörper von 3,50 m bis 3,85 m Höhe und einer an der Oberwasserseite liegenden Treppe, beide sind in derselben Weise wie der Rücken des Ueberfallwehrs fundirt. Dieses Widerlager hat 4,20 m Breite und 5,0 m Länge in der Richtung des Stromstrichs.

¹⁾ Vergl. betreffend den Ausdruck „Hakenstange“ die Randbemerkung zu Beginn des ersten Theils. (Düsing).

Es hat einen Schacht zur Aufnahme der Windevorrichtung für die Hakenstange. Die Aussenflächen sind mit Werksteinen und gespitzten Kalksteinen (Moellons) verblendet.

Verschlussvorrichtungen des Ueberfallwehrs.

Der Verschluss des Ueberfallwehrs besteht aus beweglichen Klappen nach dem System des Oberingenieurs Chanoine (Figur 1, Tafel V). Vor den Klappen befindet sich auf Böcken errichtet eine Laufbrücke, welche das Aufrichten der Klappen und das Reguliren des Staus ermöglichen und erleichtern soll. (Figur 1 bis 12, Tafel V).

Die Klappen. Die Klappen, 39 für jedes Ueberfallwehr, sind aus Eichenholz gezimmert und in solider Weise mit Eisenbeschlag versehen (Figur 13, 14 und 15, Tafel V); sie sind 2,35 m lang und 1,30 m breit. Der Zwischenraum zwischen zwei Nachbarklappen beträgt 10 cm und kann, ausgenommen bei niedrigem Wasser, mit einer auf die beiden Klappen gelegten Planke vollständig geschlossen werden.

Die Oberkante der aufgerichteten Klappen liegt im normalen Oberwasserspiegel, welcher einer verticalen Höhe von 2,25 m über den beiden Schwellen des Ueberfallwehrs entspricht.

Jede Klappe wird durch einen viereckigen eisernen Bock getragen (Figur 39, 40 und 41, Tafel V), dessen beide horizontale Theile über die Ständer hinaus zapfenartig verlängert sind; die beiden unteren Zapfen des Bockes greifen in zwei in der Schwelle des Wehrrückens befestigte Zwillingslager (Figur 34, 35 und 36, Tafel V) und werden dort durch Holzkeile gehalten. Die beiden oberen Zapfen greifen in zwei an der Klappe angebolzte eiserne Halsringe (Figur 14 und 15, 44 und 45, Tafel V).

Auf der oberen Querstange des Bocks sind in der Mitte zwei schmiedeeiserne Oesen mit einem starken Bolzen angebracht, durch welche die ebenfalls aus Schmiedeeisen gefertigte Strebe mit dem Bock, aber um denselben beweglich, verbunden ist (Figur 37 und 38, Tafel V).

Ist der Bock aufgerichtet, dann stützt sich der Fuss der Strebe gegen eine gusseiserne mit einer Gleitbahn zusammenhängende Knagge, welche beide in dem Wehrrücken fest vergossen sind (Figur 23 bis 28, Tafel V); in dieser Stellung bilden der Bock und die Strebe ein unveränderliches Dreieck, auf dessen Spitze die Klappe ruht (Figur 1, Tafel V).

Jede Klappe hat also zwei horizontale Drehaxen, eine am Fuss und eine an der Spitze des Bockes; der Bock ist mit der Klappe mittelst Halseisen einige Centimeter über dem Drittel ihrer Höhe verbunden. Drückt man die Strebe einer Klappe von ihrer sie stützenden Knagge weg, so legt sich die Klappe unter dem Druck des Oberwassers auf den Wehrrücken und dreht sich hierbei um beide Axen des Bockes.

Vorsprünge an den Steinen des Wehrrückens, sowie die Form der Halseisen und der Streben halten aber die Klappen einige Centimeter über dem Wehrrücken, um für die im Folgenden beschriebene Hakenstange freien Spielraum zu erhalten (Figur 1, Tafel V, punktirter Theil).

Hakenstange. Um die Klappen des Ueberfallwehrs niederzulegen, muss man die Strebe in's Gleiten bringen und bedient sich hierzu einer beweglichen, schmiedeeisernen, ein wenig über der Oberfläche des Wehrrückens liegenden Stange, welche, mit hakenförmigen Ansätzen versehen, so gelegt ist, dass sie in Bewegung gesetzt den Fuss jeder Strebe fasst und seitwärts auf die Gleitbahn zieht. Diese Stange ist die sogenannte Hakenstange (Figur 12, 13, 14, 15 und 16, Tafel VI). Jedes Ueberfallwehr hat zwei derartige Stangen, welche je durch eine in einem Schacht des Pfeilers und des rechtsseitigen Landpfeilers des Ueberfallwehrs angebrachte vertikale Windevorrichtung bewegt werden (Figur 1 und 2, Tafel VI). Das untere Treibrad (Figur 17 und 18, Tafel VI) dieser Winde greift in eine in der Verlängerung der Hakenstange angebrachte Zahnstange; beide liegen in einem Führungslager, welches auf einem Werkstein gut befestigt ist (Figur 9, 10 und 11, Tafel VI).

Der Schacht für die Windevorrichtung ist mit leicht zu entfernenden Gusseisenplatten abgedeckt (Figur 7, Tafel VI).

Tragbare Windevorrichtung. Man bedient sich zum Aufrichten der auf den Wehrrücken niedergelegten Klappen einer tragbaren Windevorrichtung (Figur 52, 53, 54 und 55, Tafel VI), welche man auf die an der Oberwasserseite befindliche Laufbrücke stellt.

Diese Winde fasst die Klappe an ihrer Schwanzkette und hebt sie an, während dieselbe sich um ihre beiden Axen dreht, bis die auf der Gleitbahn geführte Strebe sich wieder gegen die Knagge stützt (Figur 23 bis 28, Tafel V).

Ist der Bock aufgerichtet und durch die Strebe gestützt, dann kann die Klappe um die oberen Zapfen desselben sich bewegen, aber Arretirungsvorrichtungen, welche an den Halseisen der Klappen angeordnet sind und sich gegen die Ständer des Bockes legen, beschränken diese Bewegung; bei den in der Maas errichteten Wehranlagen sind diese Arretirungsvorrichtungen derart angeordnet, dass die Klappen nach dem Oberwasser unter einem Winkel von 21° gegen den Horizont geneigt in der Schwebelage verharren (Figur 1, Tafel V).

Für gewöhnlich legen sich die Klappen selbstthätig um ihre Drehaxe in die Schwebelage, wenn das Oberwasser der Anlage sich 15 cm über den der Oberkante der aufgerichteten Klappen entsprechenden normalen Wasserstand hebt, und verharren solange in diesem Zustande, bis sich das Oberwasser hinreichend gesenkt hat, um sie von selbst wieder aufzurichten.

Nach einem Hochwasser richtet der Wehrwärter in der Regel, sobald das Oberwasser sich einige Centimeter unter den normalen Aufstau gesenkt hat, die in die Schwebelage gerathenen Klappen der Reihe nach mit einem Bootshaken auf, was ihm von der Laufbrücke her nur sehr geringe Mühe verursacht.

Die Klappen mit Hülfe der Hakenstange umzulegen, erfordert nur wenige Minuten Zeit.

Das Aufrichten geht langsamer vor sich und erfordert gewöhnlich einschliesslich des Aufrichtens der Laufbrücke einen ganzen Tag. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass daraus keinerlei Unzuträglichkeiten entstehen können, weil das Wasser der Maas sich sehr langsam verläuft und man stets mehr Zeit, als nöthig wäre,

dazu hat, um die neuen Anlagen aufzurichten, ohne der Schifffahrt durch zu grosses Sinken des Wasserstandes Schwierigkeiten zu bereiten.

d. Aenderungen und Verbesserungen, welche an den nach dem System Chanoine in Belgien ausgeführten Klappenwehren angeordnet sind.

Drehschütztäfelchen. Der Inspecteur général Dumon, s. Zeit Oberingenieur der Provinz Brabant, machte im Jahre 1869 den Vorschlag, für die Klappen der im Bau befindlichen Ueberfallwehre bei La Plante, Tailfer und Rivière die Drehschütztäfelchen anzuwenden, welche der Oberingenieur Krantz (Ingénieur en chef au corps des p. e. ch. de France) ein Jahr vorher bei den Klappen eines von ihm erfundenen neuen Systems beweglicher Wehre angeordnet hatte. Nachdem mit einer in der Lesse bei Anseremme, wo man das Gefälle des Hüttenwerks von Saint-Jean benutzen konnte, in natürlicher Grösse aufgestellten Klappe Versuche gemacht waren, wurde dieser Vorschlag angenommen.

Aus diesen Versuchen ging klar hervor, dass die gewöhnlichen Chanoine'schen Klappen, wie sie für die Anlagen in der Maas construiert werden sollten, sich, wenn sie durch eine 15 cm hohe Wasserwelle in die Schwebelage gebracht waren, erst dann wieder aufrichten konnten, wenn das Wasser auf ungefähr 10 cm über der Oberkante des schwebenden oberen Klappenflügels gesunken war. Und zwar ist dies eine allgemeine Regel, man mag der schwebenden Klappe eine Neigung geben, wie man will; d. h. kann die Klappe sich derart in der Schwebelage bewegen, dass die Oberkante des oberen Theils sich um einen Meter unter dem Oberwasserspiegel senken kann, dann muss das Oberwasser 1,10 m unter seinen normalen Wasserspiegel sinken, um die Klappe selbstthätig aufzurichten.

Infolgedessen liess man die Füllung des oberen Klappenflügels fort und setzte an ihre Stelle ein eisernes Drehschütztäfelchen, welches im geöffneten Zustande mit der Ebene der Klappe einen Winkel von 45° bildet. (Figur 13, 14, 15, 16, 48, 49, 50 und 51, Tafel V.)

Durch eine Reihe von Versuchen wurde klargelegt, dass man, um ein selbstthätiges Aufrichten der Klappen ohne zu bedeutendes

Sinken des Oberwasserspiegels zu erlangen, die Ebene der Klappe um 21° gegen den Horizont neigen müsse; die Oberkante des oberen Klappenflügels liegt dann 50 cm über der horizontal schwebend gedachten Klappe. Waren diese Bedingungen erfüllt, dann richteten sich die mit einem Schütztäfelchen versehenen Klappen selbstthätig auf, sobald das Oberwasser 35 bis 40 cm unter den normalen Wasserspiegel gesunken war.

Diese Aenderung, welche bei allen Klappenwehren in der Maas eingeführt wurde, hat aber auch ihre Vorzüge und Nachtheile. Die mit den Drehschütztäfelchen versehenen Klappen lassen sich aus der schwebenden Stellung leichter als die gewöhnlichen wieder aufrichten. Die Drehschütztäfelchen selbst haben den Vorzug, dass sie bei kleinen Anschwellungen des Flusses den Stau bequem reguliren, sodass es nicht erforderlich ist, einige grosse Klappen vollständig oder mehrere derselben theilweise in die Schwebelage zu bringen. In der praktischen Ausführung genügen nun freilich die also construirten Klappen nicht, um selbstthätig den Oberwasserstand zu reguliren; man hat dabei vielmehr folgende Beobachtungen gemacht. Beginnt nach einem Hochwasser der Zufluss abzunehmen, so richten sich einige der in die Schwebelage gerathenen Klappen schon selbstthätig auf, wenn der Wasserspiegel sich noch nicht merklich unter die normale Stauhöhe gesenkt hat. Nimmt der Zufluss weiter ab, und senkt sich infolgedessen das Unterwasser, so richten sich die Klappen, obwohl nun der Gegenruck auf ihren unteren Flügeln abnimmt, doch nicht auf, selbst wenn das Oberwasser zu einer für die Schifffahrt gefährlichen Tiefe fällt; in einem solchen Falle muss man, um ein zu bedeutendes Sinken des Oberwasserspiegels zu verhüten, der Reihe nach mit einem Bootshaken von der Laufbrücke her den grösseren Theil der Klappen wieder aufrichten. Diese Arbeit indessen geht mit grosser Leichtigkeit vor sich und giebt zu Bedenken keine Veranlassung, denn so schnell die Hochwasser der Maas eintreten, so langsam verlaufen sie stets, und der Wehrwärter hat vollauf Zeit, das Aufrichten derart zu besorgen, dass der Oberwasserspiegel keine Gelegenheit findet, unter den normalen Stau zu sinken.

Wir haben oben gesehen, dass die Klappen derart eingerichtet sind, dass sie sich unter einem Winkel von 21° gegen den Horizont

geneigt in die Schwebelagen legen können. Dies ist ein sehr bedenklicher Umstand, denn die so schwebenden Klappen verperren einen bedeutenden Theil des freien Durchflussprofils des Ueberfallwehres; man muss in Folge dessen bei eintretendem Hochwasser das Wehr viel eher niederlegen, als wenn man die Klappen in einer nahezu horizontalen Lage in die Schwebelagen legen könnte.

Die Grenze für die Neigung der schwebenden Wehrklappen in der Maas ist durch Arretirungsvorrichtungen, welche an den Halseisen angebracht sind und sich gegen die Böcke legen, auf 21° bestimmt. Richtet man nun eine niedergelegte Klappe von der Höhe der Laufbrücke her auf, so hängen sich die Arretirungseisen lange, bevor die Klappe aufgerichtet ist, hinter den Bock und dieser bildet nun mit der Klappe gewissermaassen ein Ganzes, welches sich nur um die untere Drehaxe bewegen kann, ein Umstand, geeignet das Aufrichten der Klappen zu erschweren. Hierbei müssen dann oft die Hülfswehrwärter im letzten Augenblick die Klappe an ihrem oberen Flügel ziehen, um die Strebe gegen ihre Knagge zu leiten, und dies ist eine nicht ungefährliche Arbeit.

Die Hakenstange mit ihrer Windevorrichtung. Die Bewegung der Hakenstangen an den Wehren in der Maas wird häufig gehemmt, vorzugsweise durch Steine oder Geröll, welche durch die Strömung mitgeführt werden und sich unter die Stange oder in die Gleitbahn legen. Um den bedenklichen Uebelständen, welche aus einer Festklemmung der Hakenstange für den Fall, dass man bei Hochwasser das Wehr umlegen will, entstehen können, nach Kräften vorzubeugen, hat man bei den neuen Anlagen dieser sowohl als der zur Bedienung nothwendigen Windevorrichtung sehr grosse Abmessungen gegeben. Die Winde besonders ist darauf berechnet, auf die Hakenstange eine Kraft von 12000 bis 15000 kg zu übertragen, welche ausreichen dürfte, um die für gewöhnlich sich in den Weg legenden Hindernisse zu zermalmem oder bei Seite zu schieben.

Die Stangen haben Gegenhaken, welche in regelmässiger Entfernung von 1,40 m von einander angeordnet bei aufgerichtetem Wehr ein selbstthätiges Ausweichen der Streben verhindern sollen. Ist die Stange soweit als erforderlich ist, herausgedrückt, dann legt

sich jeder Gegenhaken an dem Eingang in die Gleitbahn an die Stirnseite der Knagge und verhindert so die Strebe auszuweichen und wegzugleiten.

Klammern im Wehrrücken. Die Halseisen der Klappen stützen sich, wenn letztere umgelegt sind, auf starke schmiedeeiserne, in den Wehrrücken eingelassene Klammern (Figur 46 u. 47, Tafel V); ohne diese Vorsichtsmaassregel würden die Halseisen, welche unter dem auf die Oberfläche der Klappen ausgeübten Druck beständig auf die Steine des Wehrrückens pressen und reiben, dieselben bald ausschleifen und aushöhlen; es würden sich weiter die Klappen mehr und mehr der Hakenstange nähern, diese über kurz oder lang erreichen und, wenn sie niedergelegt werden, dieselbe zerbrechen oder mindestens ihre Bewegung hindern; dieser Uebelstand ist bei den Klappenwehren von La Plante, Tailfer und Rivière wirklich eingetreten und ist zum Theil daran Schuld, dass man bei der Bedienung der Schiffsdurchlässe dieser Wehre so grossen Schwierigkeiten begegnet.

Spülvorrichtungen in dem für die Winde angelegten Schacht. (Figur 1, 2, 3, 4, 5 und 6, Tafel VI.) Trotz aller angewandten Vorsichtsmaassregeln ereignet es sich, besonders bei Hochwasser, häufig, dass sich grosse Mengen von Geschieben in dem Windschacht der Hakenstange absetzen. Wir haben, um den hieraus für das Zahnrad der Winde und die Zahnstange der Hakenstange sich ergebenden Uebelständen entgegenzutreten, bei den neuen Wehranlagen in jedem Schacht eine mit dem Oberwasser in Verbindung stehende Spülvorrichtung angeordnet; dieselbe besteht aus einem wenige Centimeter unter Oberwasser in das Mauerwerk des Widerlagers eingelegten gusseisernen Rohr von 10 cm innerem Durchmesser, welches an der Oberwasserseite mit einem mit der Hand leicht zu öffnenden beziehungsweise zu schliessenden Schütz versehen ist. Im Innern des Schachtes setzt sich das horizontale, zur Wasseraufnahme dienende Rohr in einem um 90° gebogenen Kniestück fort, an welches wiederum sich ein bis zur Sohle des Schachtes herabgehendes und wenige Centimeter über der Zahnstange endigendes Rohr von Schmiedeeisen anschliesst. Das Kniestück ist mit dem horizontalen

im Mauerwerk liegenden Rohr durch ein Halseisen mit Flanschen verbunden, welches es dem vertikalen daranhängenden Rohr ermöglicht, in der Vertikalen einen Winkel von 90° zu beschreiben und so über die Zahnstange in ihrer Längenausdehnung wegzustreichen; man kann also ganz nach Belieben den aus dem Rohr mit einer dem Gefälle der Wehranlage entsprechend grossen Geschwindigkeit heraustretenden Wasserstrahl nach allen Punkten der Zahnstange hinleiten. Das derart eingeführte Wasser ergiesst sich nach der für den Eintritt der Hakenstange bestimmten Oeffnung und hindert so das Eintreten des durch den Fluss mitgeführten Geschiebes und Gerölles in den Schacht.

e) Art und Weise des Betriebes einer aus einem Schiffsdurchlass mit Nadeln und einem Ueberfallwehr mit Klappen zusammengesetzten Stauanlage.

Nehmen wir an, es handle sich darum, nach dem Winterhochwasser das Wehr wieder aufzurichten. Sobald das Wasser oberhalb der Stauanlage auf die dem normalen Stau entsprechende Höhe, d. h. also auf 2,50 m über Niedrigwasser, sich gesenkt hat, beginnt man damit, die Böcke des Schiffsdurchlasses, darauf die des Ueberfallwehrs mit Hülfe der tragbaren Winde aufzurichten. Ist derart die Verbindung von einem Ufer zum andern hergestellt, so bringt man von der Laufbrücke her sämtliche Klappen des Ueberfallwehrs in die Schwebe, indem man ihre Schwanzketten an den zugehörigen Böcken befestigt.

Nimmt das Wasser weiter ab, so stellt man vor den Böcken des Schiffsdurchlasses soviel Nadeln ein, als zum Einschränken des Profils und zur Erhaltung des Oberwassers in der normalen Stauhöhe erforderlich ist. Wie nun der Wasserzufluss mehr und mehr abnimmt, stellt man immer weitere Nadeln ein, bis sämtliche Oeffnungen völlig geschlossen sind und nur noch wenig Wasser mehr abfliessen kann. In diesem Augenblick muss fast die gesammte Wassermenge des Flusses durch das Ueberfallwehr, dessen Klappen fast alle in der Schwebe sind; fährt das Wasser fort abzunehmen und richten sich nun einige Klappen auf, dann muss der Wehrwärter

aufpassen und das Wasser in der erforderlichen Höhe erhalten, indem er der Reihe nach auch die andern Klappen aufrichtet. Er benutzt hierbei einen Bootshaken, mit welchem er den oberen Flügel der aufzurichtenden Klappe fasst.

Die bisher noch offen gebliebenen Schütztäfelchen werden von dem Wehrwärter erst dann, wenn der Zufluss noch weiter abnimmt, geschlossen.

Nimmt auch jetzt noch der Wasserzufluss mehr und mehr ab, so müssen die Lücken zwischen den einzelnen Klappen durch übergelegte Planken geschlossen werden und alles Wasser muss dann oben über die Klappen abfließen.

Der seit dem Beginn des Aufrichtens vollständig geschlossene Schiffsdurchlass ist dann durchaus dicht, da die kleinen zu Anfang zwischen den Nadeln sich bildenden Lücken inzwischen durch Pflanzen, Strauchwerk und auch den von dem Hochwasser reichlich mitgeführten Schlick verstopft sind.

Während des Sommers wird das Oberwasser mit Hülfe der Drehschütztäfelchen regulirt, welche der Wehrwärter von der Laufbrücke her mit Leichtigkeit öffnen und schliessen kann.

Tritt Hochwasser ein, dann legen sich einige Klappen des Ueberfallwehrs von selbst in die Schwebelage. Nimmt das Wasser derart zu, dass alle Klappen sich in die Schwebelage legen, so muss man im Schiffsdurchlass durch Auslösen von so vielen Nadeln die Oeffnung vergrössern, dass man das Oberwasser etwas über dem normalen Stau hält, darf hierbei aber nicht ausser Acht lassen, dass die Oeffnungen hier regelmässig abwechseln, um den Strom durchaus grade gerichtet gegen das Wehr zu halten und auf diese Weise Unterspülungen zu verhüten.

Der Wehrwärter verfolgt beständig das Anwachsen des Wassers und vermehrt dementsprechend das Durchflussprofil.

Ist in Folge des zunehmenden Hochwassers der Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser auf 40 cm gesunken, so entfernt man die letzten eventuell noch stehenden Nadeln, legt die Klappen und darauf die Böcke des Ueberfallwehrs um und endlich, wenn das Wasser immer weiter wächst, die Böcke des Schiffsdurchlasses.

f) Praktische durch die Anwendung der neuen Wehre erreichte Resultate.

Wir haben oben gesehen, dass man bei Hochwasser die Klappenwehre viel früher als die Wehre nach dem neuen System umlegen muss, und dass man sie bei fallendem Wasser viel später als diese wieder aufrichten kann.

Der Unterschied, wie die Wasserhöhen für das Niederlegen und Aufrichten der beiden verschiedenen Wehrsysteme maassgebend sind, ist der, dass man seit dem 17. April 1877 bis zum 5. November 1878 die aus einem Schiffsdurchlass mit Nadeln und aus einem Ueberfallwehr mit Klappen bestehenden Wehre bei Hun und Houx nur zweimal umgelegt hat und dass sie beide im Ganzen nur 17 Tage niedergelegen haben, während in derselben Zeit vom 21. April 1877 bis zum 25. October 1878 die Klappenwehre von La Plante, Tailfer und Rivière fünfmal umgelegt wurden und im Ganzen 116 Tage liegen bleiben mussten.

Was den Unterschied zwischen dem Schleusengelde auf den alten und den nach dem neuen System kanalisirten Strecken der Maas anlangt, so wird derselbe dadurch ausgeglichen, dass man auf jenen während der langen Monate des Niederliegens für die zu Berg fahrenden Schleppezüge eine ganz erheblich grössere Anzahl Leinpfeder einstellen muss, als bei diesen, weil die neuen Anlagen selbst bei ziemlich bedeutenden Hochfluthen noch stehen gelassen werden können und so einen grossen Theil des Gefälles und der Geschwindigkeit aufheben, indem sie dieselben an einem Punkte concentriren.

Die Wehranlagen von Hun und Houx befinden sich seit Beginn des Jahres 1876 in regelmässigem Betriebe. Seit diesem Tage ist bis heute jedes dieser Wehre zehnmal niedergelegt und wieder aufgerichtet und diese Arbeit ist stets mit bedeutender Leichtigkeit ausgeführt, ohne nachtheiligen Aufenthalt für die Schifffahrt oder für den Ablauf des Wassers, ohne Schaden oder Verlust an Material.

Die Constructionstheile der Schiffsdurchlässe besonders haben sich in vorzüglichem Zustande erhalten und mit Ausnahme von zwei oder drei Böcken, welche bei der Arbeit verbogen und mit der grössten Leichtigkeit durch andere ersetzt wurden, sind alle beweglichen Theile dieser Anlagen vollkommen unversehrt geblieben.

Man hat keinen einzigen Bruch einer belasteten Nadel feststellen können und ausser einigen verlorenen oder bei der Arbeit beschädigten Nadeln sind die Vorräthe noch vollzählig.

g) Kosten der Ausführung.

Die Kosten der Ausführung sind für die Wehr- und Schleusenanlagen von Dinant und Anseremme, weil diese Bauten in ihrer Disposition der Schleuse und des Wehrs charakteristisch sind, wie folgt berechnet worden.

Wehr- und Schleusenanlage von Dinant.

Schleuse von 100 m Nutzlänge und 12 m lichter	
Weite	296545 M. 21 „
Oberhalb der Schleuse errichtetes Pfahlwerk von	
50 m Länge	12300 „ 29 „
Verschiedene Arbeiten und Lieferungen	2030 „ 96 „
Schiffsdurchlass von 45,81 m Länge	88787 „ 56 „
Pfeiler	15549 „ — „
Ueberfallwehr von 54,6 m Länge	109283 „ 40 „
Widerlager	7534 „ 05 „
Arbeiten an den Zugängen zu der Schleuse und dem Wehr, sowie im Flussbett	137317 „ 94 „
Reservematerialien	11793 „ 26 „
Schleusenwärterhaus	8585 „ 95 „
Desgleichen für den Hülffschleusenwärter	5737 „ 87 „
Schuppen	2887 „ 61 „
Zugänge zu den Gebäuden des Schleusen- und des Hülffschleusenwärters	1405 „ 80 „
Gesamtsumme	699758 M. 90 „

Schleusen- und Wehranlage von Anseremme.

Schleuse von 100 m Nutzlänge und 12,0 m lichter	
Weite	272876 M. 72 ₤
Verschiedene Arbeiten und Lieferungen	2030 „ 96 „
Schiffsdurchlass von 43,41 m Länge	82436 „ 07 „
Linkes Widerlager des Schiffsdurchlasses	7703 „ 01 „
Rechtes Widerlager des Schiffsdurchlasses	10209 „ 46 „
Ueberfallwehr von 44,6 m Länge	109707 „ 70 „
Rechtes Widerlager desselben	6614 „ 82 „
Linkes „ „	10434 „ 11 „
Arbeiten an den Zugängen zu der Schleuse und dem Wehr, sowie im Flussbett	155196 „ 65 „
Reservematerialien	11793 „ 26 „
Schleusenwärterhaus	8585 „ 95 „
Desgleichen für den Hülfswärter	5737 „ 87 „
Schuppen	2887 „ 61 „
Zugänge zu den Gebäuden für den Schleusen- und Hülfschleusenwärter	1108 „ 09 „
Gesamtsumme	<u>687322 M. 28 ₤</u>

Diese Berechnungen entsprechen ziemlich genau für jede der Grundformen dem Mittel der Kosten, welche sich bei der Erbauung der sechs nach diesem System in der Maas zwischen dem Dorf Rivière und der französischen Grenze angelegten Wehr- und Schleusenanlagen ergeben haben.

Sie liefern ausserdem für den laufenden Meter der verschiedenen Theile der Wehranlage die folgenden Preise.

Schiffsdurchlass.

Fester Theil	1381 M. 98 ₤
Beweglicher Theil (Böcke, Nadeln und Zubehör)	556 „ 19 „
Gesamtpreis für den lfd. Meter	<u>1938 M. 17 ₤</u>

Ueberfallwehr.

Fester Theil	978 M. 96 ₤
Klappen mit sämmtlichem Zubehör	685 „ 15 „
Laufbrücke mit Böcken	337 „ 42 „
Gesamtpreis für den lfd. Meter	<u>2001 M. 53 ₤</u>

Diese Preise sind nicht hoch, besonders bei der beträchtlichen Stauhöhe, welche die der Berechnung zu Grunde gelegten Wehre erzeugen.

In der umstehenden Tabelle sind die bis zum Ende des Jahres 1879 für die Kanalisirung der Maas zwischen Namur und der französischen Grenze bereits geleisteten, bezw. in Credit gestellten Kosten übersichtlich zusammengestellt. Dieselben betragen 6614044,05 M. und werden noch vergrössert werden durch die Beträge für noch nicht abgerechnete Minderwerths-Entschädigungen für Grundeigenthum, durch Beträge für die noch nicht abgerechneten Anlagen von Waulsort und Hastière, durch noch auszuführende Meliorationsarbeiten, besonders aber durch den Umbau der Anlagen bei La Plante, Tailfer und Rivière.¹⁾

Es ist jedoch anzunehmen, dass die Gesamtsumme der bereits aufgewendeten, sowie der für die vollständige Beendigung der Kanalisirung der Maas zwischen Namur und der französischen Grenze noch aufzuwendenden Kosten nur wenig die bis heute für diese Ausführung bewilligten Gelder, welche 6480000 M. betragen, überschreiten wird.

Kosten für den Kilometer. Die Maas hat auf der Strecke von unterhalb La Plante bei Namur bis an die französische Grenze eine Länge von 46 km. Die für diesen Theil des kanalisirten Flusses aufgewendeten Gesamtkosten werden im Mittel ungefähr 140800 M. für den Kilometer betragen. Sie sind sehr mässig, besonders wenn man berücksichtigt, was für grosse Abmessungen den Schleusen gegeben sind und welch' eine beträchtliche Vermehrung der Kosten grade hierdurch hervorgerufen ward. Als Beweis hierfür mögen die im Nachfolgenden angeführten, pro Kilometer angegebenen Kosten dienen, welche durch die Kanalisirung einiger anderer Flüsse unseres Landes verursacht wurden.

Die kanalisirte Maas von Namur bis an die Grenze der Niederlande. Nach dem Rechenschaftsbericht über die Lage des

¹⁾ Vergl. die Bemerkung am Schluss des ersten Theils.

U e b e r s i c h t s s c h e m a

der durch die Kanalisierung der Maas zwischen Namur und der französischen Grenze entstandenen Kosten.

Laufende No.	Name der Anlage	Ersparnis oder Ueberschreitung nach % der Preise des Anschlags	Betrag der Kosten für				Gesamt-Kosten für das Wehr	Bemerkungen.	
			die vorgesehenen Arbeiten	die nicht vorhergesehenen oder unterlassenen Arbeiten	die Gesamtarbeiten	den Grund-erwerb			die Entschädigungen für Aufhebungen oder Entwerbungen von Hüttenwerken und anderen Besitzthümern
			M.	M.	M.	M.	M.		
1	La Plante	Ersparnis	344658,88	177730,94	522389,82	—	27389,39	549779,21	Die Gehälter der mit der Ueberwachung der Arbeiten betrauten Aufseher und des Bureaupersonals haben für die 9 Anlagen ungefähr eine Summe von 72000 M. erfordert. Die den Entschädigungen für Entwerbungen der Besitzthümer, sowie den Anlagearbeiten der Wehre von Waulsort und Hastière entsprechenden Kosten sind noch nicht entgeltlich abgeschlossen.
2	Tailfer	von	369141,58	130461,87	499603,45	11619,80	17601,78	609046,55	
3	Rivière	4,50 pr. %	373464,75	204264,66	577729,41	34179,56	9589,28	628939,11	
4	Hun	Ueberschreitung von	767058,75	—12499,02	754559,73	30180,48	39166,43	837403,27	
5	Houx	8,6155 %	712941,25	—51307,93	661633,32	9527,42	835,24	681418,44	
6	Dinant	Ersparnis	650581,30	5659,47	656240,77	45750,88	105544,11	820899,45	
7	Anseremme	von 7,0278 %	639018,70	69,80	639088,50	30130,64	8479,38	694194,94	
8	Waulsort	Desgl. von	659728,43	—38046,90	621681,53	32746,18	—	687369,88	
9	Hastière	15,15002 %	613358,77	—12832,27	600526,50	33650,76	1440,—	654993,20	
	Summa		5129952,41	408500,62	5533453,03	247785,72	245275,96	137529,34	
							Gesamtsumme	6614044,05	

öffentlichen Vermögens vom 1. Januar 1879 beträgt die Gesamtsumme der für die Kanalisation der Maas von der französischen bis zur holländischen Grenze bewilligten Gelder 18254650,27 M., nach Abrechnung eines zurückgezogenen Ueberschusses des Credits von 281924,13 M. In dieser oben angegebenen Summe sind die oberhalb Namur ausgeführten oder noch auszuführenden Arbeiten mit einer Summe von 6480000 M. enthalten.

Die Kanalisation der Maas zwischen Visé und Namur hat also eine aus Staatsmitteln hergegebene Summe von 11774650,28 M. erfordert. Hinzu kommen noch die von der Provinz und der Stadt Lüttich bewilligten Zuschüsse im Gesamtbetrage von 1096000 M. und der durch den Paragraphen 17 des Gesetzes vom 4. Aug. 1879 bewilligte Credit von 800000 M. Die Gesamtkosten betragen also 13670650,28 M. und zwar auf eine Länge von 82,1 km oder 166512,2 M. im Mittel pro Kilometer. In dieser oben angegebenen Summe sind freilich die auf die Verbesserung der Vorfluth der Maas in ihrem Lauf durch die Stadt Lüttich verwendeten Kosten einbegriffen, jedoch haben wir dafür auch bei der Länge von 82,1 km, als einen Theil des kanalisirten Flusses, die 10,4 km lange Strecke zwischen der Stauanlage der Geschützgiesserei in Lüttich und derjenigen von Hermalle-sous-Argenteau eingerechnet. Um die Kanalisation dieses Theiles des Flusses zu vollenden erübrigt es aber, noch zwei Wehr- und Schleusenanlagen zu bauen. Ferner haben die Maasschleusen abwärts von Namur nur eine Nutzlänge von 56,75 m und 9 m lichte Weite und sind jede zu ungefähr 158400 M. berechnet, während die Veranschlagung der grossen, oberhalb Namur erbauten Schleusen im Mittel ungefähr 297600 M. ergeben hat.

Ausserdem hatten zur Zeit, als die Maas unterhalb Namur kanalisirt wurde, die Baumaterialien und die Arbeitslöhne noch nicht die hohen Preise erreicht, welche man für die oberhalb Namur ausgeführten Arbeiten hat zahlen müssen.

Die Kanalisation der Sambre von Namur bis an die französische Grenze. Die Arbeiten für die Kanalisation dieses Flusses sind im Jahre 1828 beendet worden; sie haben für die Belgische und die Niederländische Verwaltung eine Gesamtaus-

gabe von 10457073,39 M. ergeben und zwar für eine Gesamtlänge von 94 Kilometer, im Mittel eine Ausgabe von ungefähr 111245,46 M. für den Kilometer. Sämtliche Schleusen der Sambre haben 5,20 m lichte Weite; die neun ersten Schleusen von der französischen Grenze bis Landelies haben nur 37,40 m Nutzlänge; die dreizehn Schleusen zwischen Landelies und Namur haben 45,65 m Nutzlänge. Nach den gegenwärtigen Preisen würde eine Schleuse der ersten Art ungefähr 60000 M., eine Schleuse der zweiten Art 80000 M. kosten.

Seit 1851 sind Credite in einer Gesamthöhe von 2207876,70 M. durch verschiedene Gesetze genehmigt worden, um den Tiefgang der Sambre wenigstens auf 2,10 m zu bringen; der Preis für diese Tieferlegungsarbeiten beträgt also im Mittel pro Kilometer ungefähr 23440 M. In ihrem gegenwärtigen Zustande haben die Arbeiten für die Kanalisierung der Maas einen Gesamtkostenaufwand von 12664950,09 M. oder pro Kilometer im Mittel 134720 M. erfordert.

C. Berechnung der den Stauanlagen der Maas zu gebenden Abmessungen.

Die erste zu bestimmende Abmessung ist die Länge des Ueberfallwehrs, welche hinreichend gross sein muss, um die gesammte Wassermenge des Flusses, nachdem das Wehr des Schiffsdurchlasses aufgerichtet ist, abzuführen.

Wird hierbei die Durchflussöffnung beschränkt, dann hebt sich das Niveau des Oberwassers und der Wasserspiegel unterhalb senkt sich, bis die Menge des durch das Wehr durchströmenden Wassers gleich der Wassermenge des Flusses ist. Es darf der sich dabei bildende Höhenunterschied nicht wesentlich mehr als 1,0 m betragen, damit das Aufrichten der letzten Klappe des Schiffsdurchlasses noch

Zusammenstellung der Wassermengen der Maas, beobachtet bei Tailfer oberhalb von Namur, für Wasserhöhen, wachsend von 10 zu 10 cm.

Wasserhöhe bezogen auf Niedrigwasser	Dazu gehörige Wassermengen der Maas beobachtet bei Tailfer.
	cbm
— 0,20	24,20
— 0,10	34,10
0,00	46,00
0,10	56,90
0,20	69,70
0,30	83,40
0,40	97,80
0,50	113,00
0,60	128,80
0,70	145,50
0,80	162,70
0,90	180,60
1,00	199,10
1,10	218,20
1,20	237,90
1,30	258,10
1,40	278,80
<u>1,50</u>	<u>300,10</u>
1,60	321,90
1,70	344,20
1,80	367,00
1,90	390,30
2,00	414,00
2,10	438,20
2,20	462,90
2,30	488,00
2,40	513,50
2,50	539,60
2,60	565,90
2,70	592,70
2,80	620,00
2,90	647,50
3,00	675,60
3,10	704,00
3,20	732,90
3,30	761,90
3,40	791,70
3,50	721,60

hinreichend leicht ausgeführt werden kann. Man muss also die Länge des Ueberfallwehrs derart bestimmen, dass bei einem Stau von 1,0 m die gesammte Wassermenge des Flusses abfließen kann. Beobachtungen, welche man bei den Stauanlagen der Seine gemacht hat, haben gezeigt, dass das Unterwasser sich während des Aufrichtens der Klappen des Schiffsdurchlasses ungefähr um 25 cm senkt. Wir werden diese Zahl bei den Stauanlagen für die Maas anwenden.

Bei den folgenden Berechnungen werden wir annehmen, dass das Sohlenmauerwerk des Ueberfallwehrs in Höhe von Niedrigwasser und dasjenige des Schiffsdurchlasses 60 cm darunter angelegt ist. Wir werden die Länge des Ueberfallwehrs unter Zugrundelegung der folgenden drei Bedingungen bestimmen:

1. Indem wir annehmen, dass während des Aufrichtens der Klappen des Schiffsdurchlasses die Klappen des Ueberfallwehrs sich in der Schwebelage und unter 21° gegen den Horizont geneigt befinden;
2. In der Annahme, dass diese Klappen in der Schwebelage und zwar horizontal liegen;
3. In der Annahme, dass das Aufrichten geschehen soll, während die Klappen des Ueberfallwehrs ganz auf das Grundmauerwerk niedergelegt sind.

Wir werden zuerst allgemeine Formeln für jeden dieser Fälle aufstellen.

a) Geneigte Klappen.

Es bezeichne:

Q die Wassermenge,

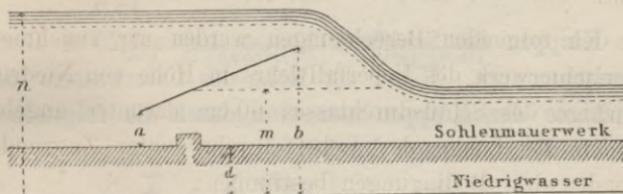
x die Länge des Ueberfallwehrs,

p das Verhältniss der Länge des Ueberfallwehrs zu der des Schiffsdurchlasses,

n die Höhe des Oberwassers über Niedrigwasser nach dem Aufrichten der Klappen des Schiffsdurchlasses,

- m die Höhe des Unterwassers über Niedrigwasser,
 d die Höhe des Grundmauerwerks des Ueberfallwehrs über Niedrigwasser,
 a die freie Höhe unter den Klappen des Ueberfallwehrs,
 b die Höhe der Oberkante der in der Schwebे befindlichen Klappen über Niedrigwasser.

Figur 2.



Die gesuchte Formel muss die Gleichung ausdrücken zwischen der Wassermenge Q und der Summe der durchströmenden Wassertheile; 1. unter den Klappen des Ueberfallwehrs; 2. über denselben; 3. zwischen denselben; 4. zwischen den Klappen des Schiffsdurchlasses.

1. Man kann den Raum zwischen der Unterkante der Klappen und dem Grundmauerwerk ansehen, wie eine die Verbindung zwischen 2 Behältern mit gleichbleibender Höhe herstellende Oeffnung unter Wasser. Die durchströmende Wassermenge beträgt also (siehe Abhandlungen über Hydraulik von d'Aubuisson Nr. 96 und von Bresse Nr. 36)

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n-m} \cdot a \cdot \frac{13}{14} X;$$

wenn die Klappen 1,30 m Breite haben und die Zwischenräume 10 cm betragen.

2. Die über die Klappen wegströmende Wassermenge beträgt (d'Aubuisson Nr. 77, Bresse Nr. 30)

$$0,45 \sqrt{2g} (n-b)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{13}{14}.$$

3. Zwischen den Klappen des Ueberfallwehres und unter dem Spiegel des Unterwassers hat man Oeffnungen unter Wasser, welche

eine durch die folgende Formel ausgedrückte Wassermenge durchströmen lassen:

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n-m} \cdot (m-d) \cdot \frac{X}{14}.$$

Unter demselben Wasserspiegel strömt durch die Zwischenräume der Klappen des Schiffsdurchlasses eine durch die folgende Formel dargestellte Wassermenge:

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n-m} (m + 0,60) \cdot \frac{X}{13 p},$$

denn die Klappen des Schiffsdurchlasses haben 1,20 m Breite und 10 cm Zwischenraum. Ueber der Höhe des Unterwassers lassen die Zwischenräume der Klappen nur eine durch die folgende Formel ausgedrückte Wassermenge durchfließen:

$$0,45 \sqrt{2g} (n-m)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{X}{14} + \frac{X}{13 p} \right)$$

Wir haben also die allgemeine Formel:

$$(A) \left\{ \begin{array}{l} 0,625 \sqrt{n-m} \cdot a \cdot \frac{13}{14} X + 0,45 (n-b)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{13}{14} X + \\ + 0,625 \sqrt{n-m} (m-d) \frac{X}{14} + 0,625 \sqrt{n-m} \cdot \\ (m + 0,60) \frac{X}{13 p} + 0,45 (n-m)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{X}{14} + \frac{X}{13 p} \right) \end{array} \right\} = \sqrt{2g} Q$$

welche wir vereinfachen können, indem wir $(n-m) = Z'^2$ setzen:

$$(A') \left\{ \begin{array}{l} 0,58 \cdot a \cdot Z' + 0,42 (Z'^2 + m - b)^{\frac{3}{2}} + \\ + 0,045 (m-d) Z' + \\ 0,048 \left(\frac{m + 0,60}{p} \right) Z' + 0,45 \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{13 p} \right) Z'^{\frac{3}{2}} \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

Bis jetzt haben wir angenommen, dass wir oberhalb der Anlage kein fließendes, sondern ruhiges Wasser haben. Dies ist in Wirklichkeit aber nicht der Fall und die diesem Wasser inwohnende Geschwindigkeit vermehrt den Wasserzufluss.

Wir wollen annehmen, dass diese Geschwindigkeit gleich der mittleren Geschwindigkeit V des Flusses oberhalb der Anlage ist.

Folgerecht werden dann die in die Gleichung (A) eingeführten Geschwindigkeiten statt der Höhe $n-m$, der Höhe $n-m + \frac{V^2}{2g}$ (Bresse Nr. 30), welche wir Z^2 nennen wollen, entsprechen.

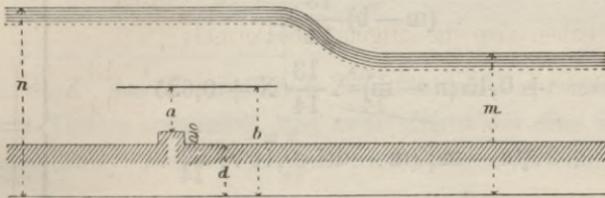
Man sieht leicht ein, dass die Gleichung (A) sich dann ändern wird in:

$$(A'') \left\{ \begin{array}{l} 0,45 \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{13p} \right) Z^3 + 0,42 (Z^2 + m - b)^{\frac{3}{2}} + \\ \left[0,58 \cdot a + 0,045 (m - d) + 0,048 \left(\frac{m + 0,60}{p} \right) \right] Z \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

b) Horizontale Klappen.

Behalten wir die früheren Bezeichnungen bei:

Figur 3.



Die durchfließende Wassermenge zerfällt in

1. den unter den Klappen des Ueberfallwehrs herströmenden Theil:

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n - m} \cdot a \cdot \frac{13}{14} X$$

2. den über die Klappen herströmenden Theil, bestehend aus der durch eine Oeffnung unter Wasser herfließende Menge

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n - m} \cdot (m - b) \frac{13}{14} X$$

und einer den Uebersturz bildenden Menge

$$0,45 \sqrt{2g} (n - m)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{13}{14} X.$$

Das zwischen den Klappen durchfließende Wasser, welches sich zusammensetzt aus

- a) einem unter dem Niveau des Unterwassers herfließenden Theil, und zwar im Ueberfallwehr

$$0,625 \sqrt{2g} | \sqrt{n-m} | (m-d-0,10) \cdot \frac{X}{14};$$

im Schiffsdurchlass

$$0,625 \sqrt{2g} | \sqrt{n-m} | (m+0,60) \frac{X}{13p};$$

- b) einem Theil des über dem Niveau des Unterwassers durchströmenden Wassers

$$0,45 \sqrt{2g} | (n-m)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{X}{14} + \frac{X}{13p} \right)$$

Die allgemeine Formel ist also:

$$(B) \left\{ \begin{array}{l} 0,625 \sqrt{n-m} | a \cdot \frac{13}{14} X + 0,625 \sqrt{n-m} | \\ (m-b) \frac{13}{14} X \\ + 0,45 (n-m)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{13}{14} X + 0,625 \\ \sqrt{n-m} | (m-d-0,10) \cdot \frac{X}{14} \\ + 0,625 \sqrt{n-m} | (m+0,60) \cdot \frac{X}{13p} + \\ + 0,45 (n-m)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{X}{14} + \frac{X}{13p} \right) \end{array} \right\} = \frac{Q}{\sqrt{2g}}$$

Setzen wir $m-n=Z'^2$, so werden wir, indem wir dies einführen, die Formel erhalten:

$$(B') \left\{ \begin{array}{l} \left[0,42 + 0,45 \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{13p} \right) \right] Z'^3 + \left[0,58 \cdot a + \right. \\ \left. + 0,58 (m-b) + 0,045 \cdot (m-d-0,10) + \right. \\ \left. + 0,048 m \left(\frac{m+0,60}{p} \right) \right] Z' \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

Will man der Eigengeschwindigkeit des Wassers Rechnung tragen, dann muss man in Gleichung (B) für $n-m$ einsetzen

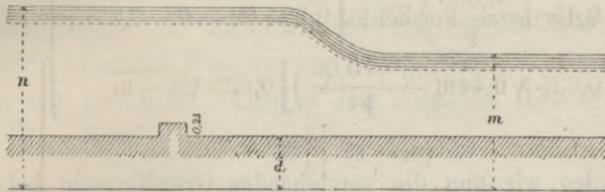
$$n-m + \frac{V^2}{2g} = Z'^2.$$

Man erhält dann:

$$(B'') \left\{ \begin{array}{l} \left[0,42 + 0,45 \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{13 p} \right) \right] Z^3 + \left[0,58 \cdot a + \right. \\ \left. + 0,58 (m - b) + 0,045 (m - d - 0,10) + \right. \\ \left. + 0,048 \left(\frac{m + 0,60}{p} \right) \right] Z. \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

c) Niedergelegte Klappen.

Figur 4.



Die durch das Ueberfallwehr abgeführte Wassermenge setzt sich aus 2 Theilen zusammen, und zwar strömt der eine unter dem Niveau des Unterwassers durch und wird ausgedrückt durch

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n - m} (n - d - 0,25) X;$$

der andere bildet den Uebersturz und ist

$$0,45 \sqrt{2g} (n - m)^{\frac{3}{2}} \cdot X.$$

Die im Schiffsdurchlass abgeführte Wassermenge hat einen Theil unter dem Niveau des Unterwassers

$$0,625 \sqrt{2g} \sqrt{n - m} (m + 0,60) \frac{X}{13 p};$$

und einen andern Theil über diesem Niveau:

$$0,45 \sqrt{2g} (n - m)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{X}{13 p}.$$

Man hat also die Formel

$$(C) \left\{ \begin{array}{l} 0,625 \sqrt{n - m} (m - d - 0,25) x + 0,45 \\ \quad (n - m)^{\frac{3}{2}} \cdot x + \\ 0,625 \sqrt{n - m} (m + 0,60) \frac{X}{13 p} + 0,45 \\ \quad (n - m)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{X}{13 p} \end{array} \right\} = \frac{Q}{\sqrt{2g}}$$

Setzt man $n - m = Z'^2$, so vereinfacht es sich in

$$(C') \left\{ \begin{array}{l} \left(0,45 + \frac{0,035}{p}\right) Z'^3 + \left[0,625 (m - d - 0,25) \right. \\ \left. + 0,048 \left(\frac{m + 0,60}{p}\right) \right] Z' \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

Um die Eigengeschwindigkeit des Flusses einzuführen, muss man in der Gleichung (C) für $n - m$ einsetzen:

$$n - m + \frac{V^2}{2g} = Z^2$$

und erhält dann

$$(C'') \left\{ \begin{array}{l} \left(0,45 + \frac{0,035}{p}\right) Z^3 + \left[0,625 (m - d - 0,25) + \right. \\ \left. + 0,448 \left(\frac{m + 0,60}{p}\right) \right] Z \end{array} \right\} = \frac{Q}{4,43 X}$$

Wenden wir nun die vorstehenden Grundformeln bei der Bestimmung der den Ueberfallwehren in der Maas zu gebenden Abmessungen an, unter der Voraussetzung, dass das Grundmauerwerk im Niveau von Niedrigwasser liege, dass also $d = 0$ sei. Wir wollen annehmen, dass $p = \frac{3}{2}$ sei und dass das Aufrichten des Schiffsdurchlasses vor sich geht, wenn das Unterwasser um 1,30 m über Niedrigwasser steht; man hat für diesen Fall:

$$m = 1,05; n = 2,05;$$

$$Q = \text{ca. } 259 \text{ cbm}; V = \text{ca. } 1,0; Z = 1,025.$$

d) Länge des Ueberfallwehrs.

Wir werden die Länge bestimmen, indem wir die Klappen geneigt, horizontal und niedergelegt annehmen.

1. Geneigte Klappen. $a = 0,66$; $b = 1,70$. Durch die Formel (A'') findet man:

$$X = \frac{58,46}{0,58 \cdot 0,66 \cdot 1,025 + 0,42 \cdot 0,254 + 0,045 \cdot 1,05 \cdot 1,025 + 0,032 \cdot 1,65 \cdot 1,025 + 0,45 \cdot 0,12 \cdot 1,077}$$

oder $X = 88,00 \text{ m}$.

2. Horizontale Klappen. $a = 0,94^m$; $b = 1,16^m$. Unter Anwendung der Formel (B'') erhält man:

$$X = \frac{58,46}{0,58 \cdot 0,94 \cdot 1,025 + 0,42 \cdot 0,913 + 0,045 \cdot 0,95 \cdot 1,025 + 0,032 \cdot 1,65 \cdot 1,025 + 0,45 \cdot 0,12 \cdot 1,077}$$

oder $X = 53,00$ m.

Man beachte, dass hier der Ausdruck $0,58 (m - b) Z$ negativ wird; es existirt also das durch ihn bezeichnete Volumen nicht. Das ist von vornherein klar, denn in dem von uns betrachteten Fall fällt das Niveau des Unterwassers mit der Klappe zusammen und es besteht deshalb das über dieselbe wegströmende Wasser nur aus einer überströmenden Wassermenge, deren Höhe nicht mehr $n - m$, sondern nur $n - b$ ist. Also in dem Ausdruck $0,42 Z^3$ muss man setzen $Z^3 = 0,193$.

3. Niedergelegte Klappen. Nach der Formel (C'') hat man:

$$X = \frac{58,46}{0,474 \cdot 1,077 + 1,025 (0,625 \cdot 0,80 + 0,32 \cdot 1,65)}$$

oder $X = 53,00$ m.

e) Länge des Schiffsdurchlasses.

Setzen wir voraus, dass man dem Ueberfallwehr eine Länge von 53,00 m giebt und bestimmen wir die dem Schiffsdurchlass zugebende Länge. Wir werden hierbei die Bedingung, welcher der Schiffsdurchlass genügen muss, anwenden; d. h. fast die gesammte Wassermenge bei Niedrigwasser durchzulassen, ohne dass der an der Stelle des niedergelegt gedachten Wehres erzeugte Stau 30 cm übersteigt. Wir werden ferner zu prüfen haben, ob die bei anderen Wasserhöhen hervorgerufenen Anstauungen nicht zu beträchtlich sein werden.

Um die Länge des Durchlasses zu bestimmen, werden wir die von Chanoine aufgestellte Formel anwenden.

$$(D) Q = M (L H + L' H') \sqrt{2g (Z + H_1)}$$

in welcher bedeutet:

- Q = die Wassermenge des Flusses,
 L = die Länge des Schiffsdurchlasses,
 L' = die Länge des Ueberfallwehrs,
 H = die Höhe des Unterwassers über dem Wehrrücken des Schiffsdurchlasses,
 H' = die Höhe des Unterwassers über dem Rücken des Ueberfallwehrs,
 H_1 = die Höhe, welche der Geschwindigkeit des Wassers oberhalb des Stau's entspricht,
 Z = der Fall oder die Höhe des Staues.

Der Coefficient M hängt von der Höhe des Wassers ab:

Ist das Niveau 1,00 über Niedrigwasser, so ist $M = 0,697$

" " " 1,80 " " " " $M = 0,709$

" " " 2,40 " " " " $M = 0,779$

Um die Grösse von Q zu bestimmen, muss man das durch das Ueberfallwehr abströmende Wasser feststellen. Beträgt der Stau 30 cm, dann wird das Oberwasser 30 cm über Niedrigwasser sein und eine Wasserfläche von 0,05 m Tiefe wird über die Schwelle der Böcke fortgehen.

Die über das Ueberfallwehr strömende Wassermenge wird also sein:

$$0,45 \cdot 55 \cdot 4,43 (0,05)^{\frac{3}{2}} = 1,23 \text{ cbm.}$$

Beträgt die Gesamtwassermenge 45 cbm, so wird man haben **$Q = 43,77 \text{ cbm.}$**

Zum Schluss muss man in (D) $H = 0$ setzen, da wir bereits der durch das Ueberfallwehr strömenden Wassermenge Rechnung getragen haben; und

$$H = 0,60,$$

$$M = 0,69; Z = 0,30.$$

$$H_1 = \left(\frac{0,50}{2g} \right)^2 = 0,0127; \text{ man hat dann}$$

$$0,69 \cdot L \cdot 0,60 \cdot 4,43 \cdot 0,559 = 45 \text{ oder } L = 43,00 \text{ m.}$$

Wendet man diese Abmessung an, so erhält man nicht $p = \frac{3}{2}$, wie wir es angenommen hatten, um die Länge des Ueberfallwehrs zu bestimmen; daraus folgt, dass man die Rechnung noch einmal

beginnen müsste; aber die Längen des Schiffsdurchlasses und des Ueberfallwehrs würden sich dabei so wenig ändern, dass es nicht nöthig ist, diese Abmessungen von Neuem zu bestimmen.

Während des Niederliegens der Schifffahrt und während der Hochfluthen ist das Wehr umgelegt; also darf für alle Wassermengen der durch die Anlage erzeugte Stau nicht sehr beträchtlich sein.

Wir wollen untersuchen, ob diese Bedingung für einige Höhen des Wassers über Niedrigwasser erfüllt ist. Das beste Mittel, um die mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen, ist die Wassermenge durch die Querschnittsfläche zu theilen. Diese Fläche kann bestimmt werden, indem man annimmt, dass unmittelbar oberhalb der Wehranlage die Flusssohle durchweg 0,60 m unter Niedrigwasser liegt und dass die Breite des Flusses, mit Ausschluss der Schleuse, gleich ist der Summe der Längen des Schiffsdurchlasses, des Pfeilers, des Ueberfallwehrs und des Widerlagers; man kann also hier ein Breite von 100 m annehmen.

$$1. \text{ Wasserhöhe: } 1,0; L = 43,0; L' = 53,0; H = 1,60; H' = 0,75; \\ v = \frac{199}{100 \cdot 1,90} = 1,05; H_1 = 0,0562; Q = 199 \text{ cbm.}$$

Man hat also nach Gleichung (D)

$$\sqrt{(Z + H_1)} = \frac{199}{0,697 (53 \cdot 0,75 + 43 \cdot 1,6) 4,43} = 0,59 \\ \text{mithin } Z = 0,29 \text{ m.}$$

$$2. \text{ Wasserhöhe: } 2,45; H = 3,05; H' = 2,20; Q = 526 \text{ cbm}$$

$$v = \frac{526}{100 \cdot 3,30} = 1,59; H_1 = 0,129$$

$$\sqrt{(Z + H_1)} = \frac{526}{0,772 (53 \cdot 2,20 + 43 \cdot 3,05) 4,43} \\ \text{mithin } Z = 0,25.$$

3. Wasserhöhe: 3,25. — Für diesen Fall werden wir die folgende von Chanoine und Lagrené (Annales des Ponts et Chaussées 1868) aufgestellte Formel anwenden:

$$Z = 1,50 \left(\frac{v'^2 - v^2}{2g} \right)$$

machen wir den Stau zur Funktion von

v = mittlere Geschwindigkeit des Wassers vor Errichtung der Stauanlage;

v' = mittlere Geschwindigkeit nach der Erbauung

und nennen wir:

S = die Querschnittsfläche des abströmenden Wassers im Fluss vor Ausführung der Arbeiten,

S' = den Querschnitt nachher,

so haben wir:

$$v' = \frac{v \cdot S}{S'}; \text{ also } Z = 1,50 \cdot v^2 \cdot \left(\frac{S^2}{S'^2} - 1 \right) 0,051.$$

Bei dem uns vorliegenden Beispiel hat man $v = 1,65^{\text{m}}$;
 $S = 470$; $S' = \text{ca. } 327 \text{ m}$;

$$\text{also } Z = 1,50 \cdot 272 \cdot 1,06 \cdot 0,051$$

$$\text{oder } Z = 0,22 \text{ m.}$$

Der Unteringenieur:

gez. **Th. Belpaire.**



Stauanlagen der Maas stromaufwärts von Namur.

Fig. 1. Situation der Stauanlage und der Schleuse bei Kun.

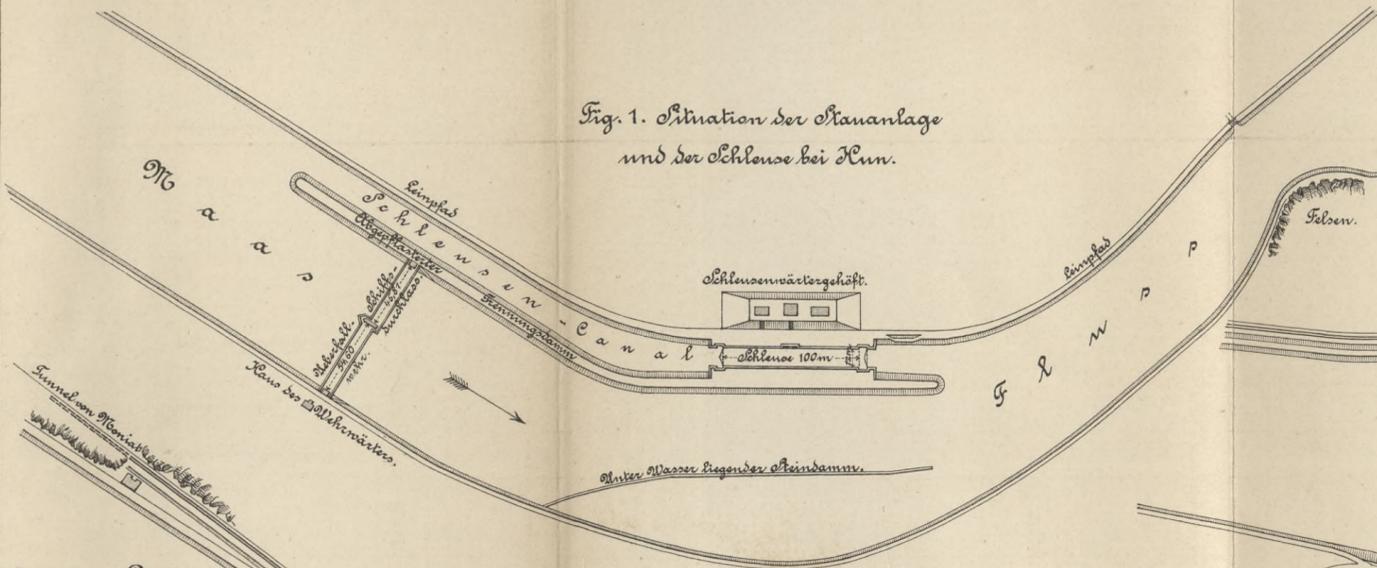


Fig. 2. Situation der Stauanlage und der Schleuse bei Koux.

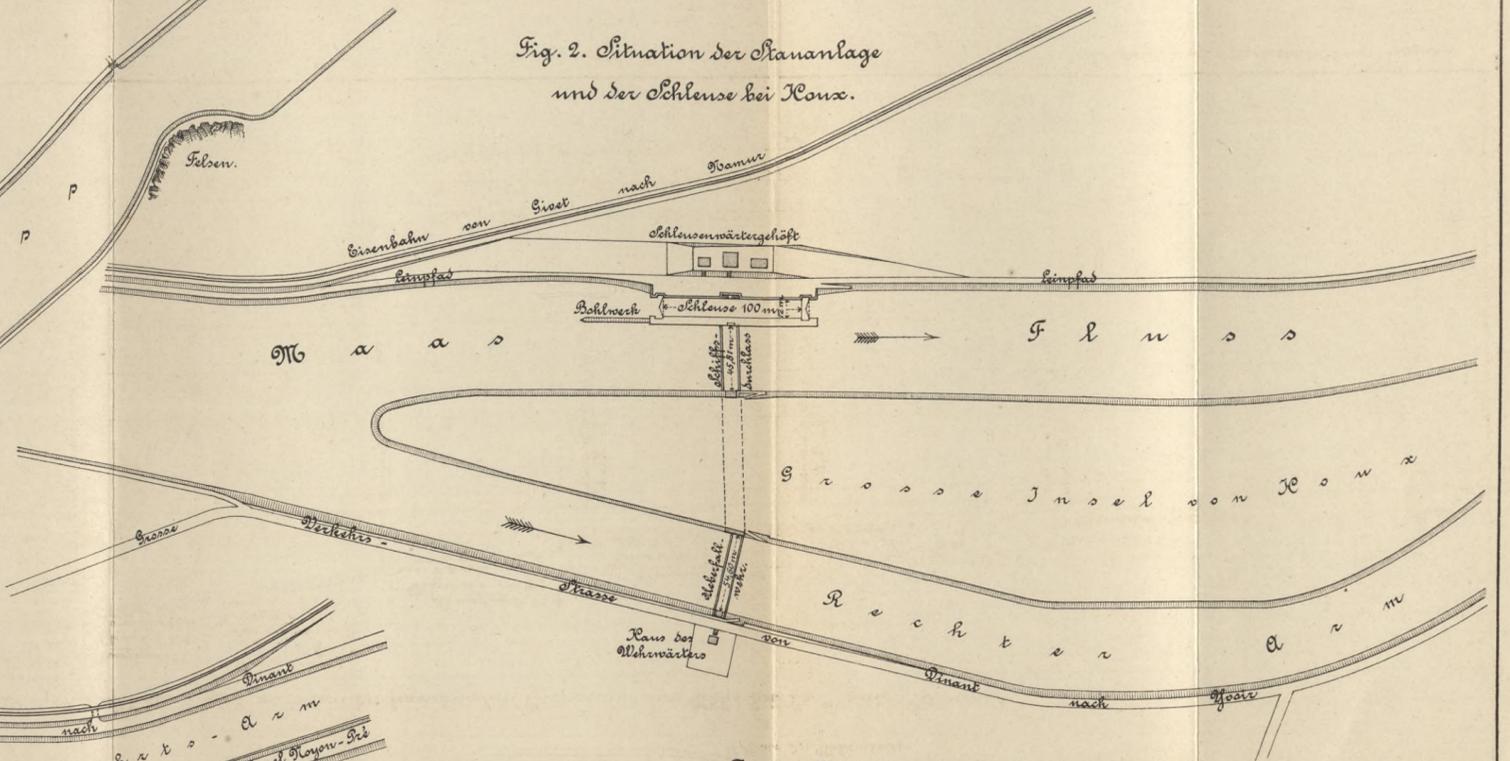


Fig. 4. Situation der Stauanlage und der Schleuse bei Anseremme.

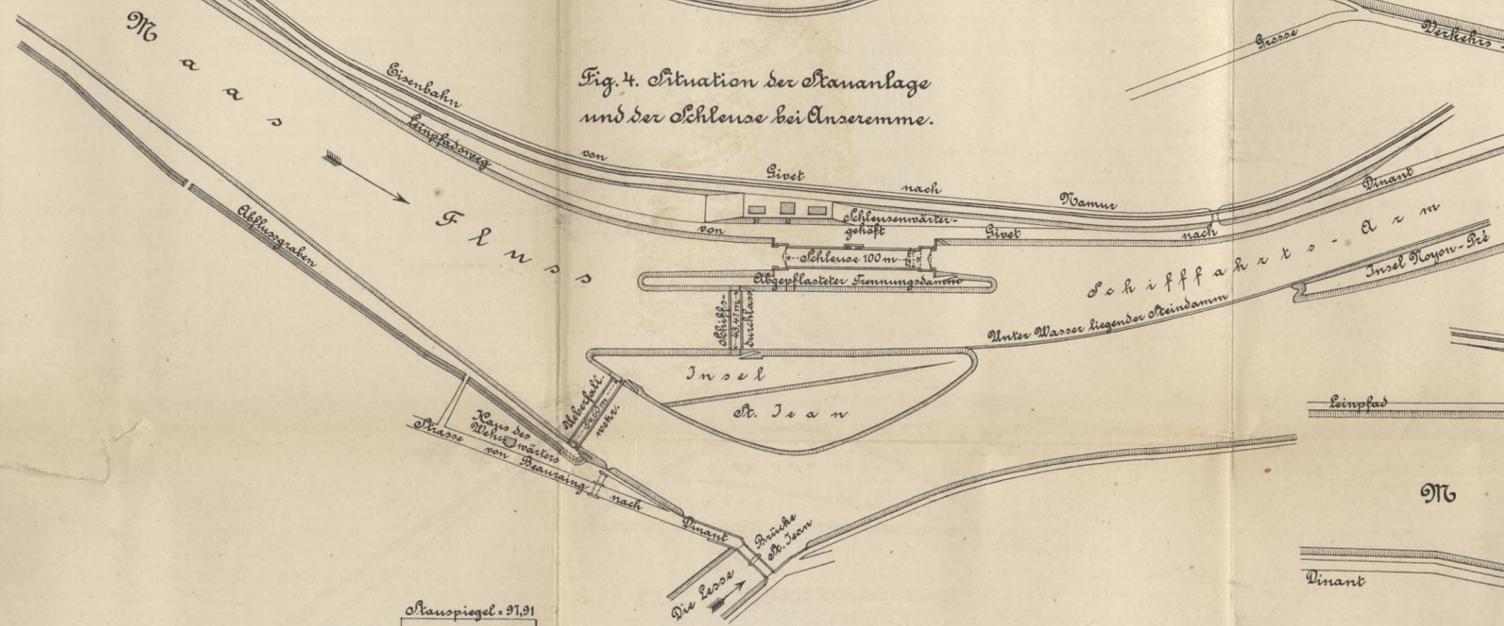


Fig. 3. Situation der Stauanlage und der Schleuse bei Bonvignes-Dinant.

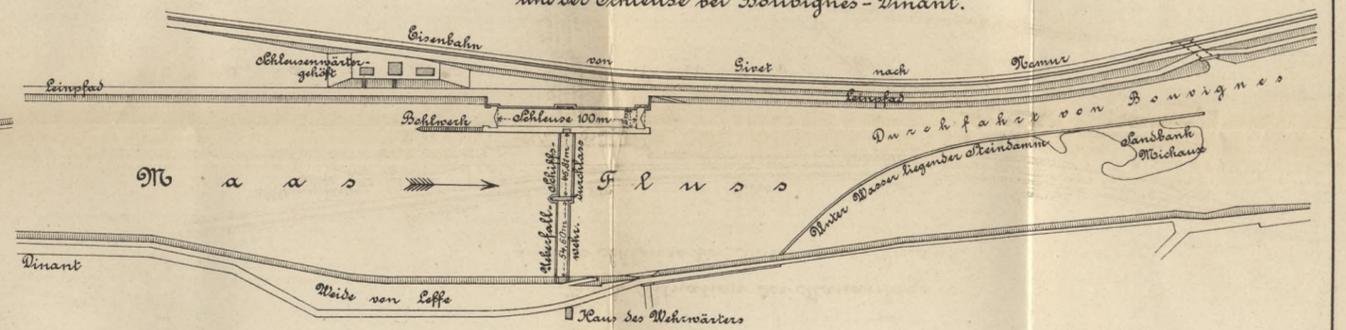
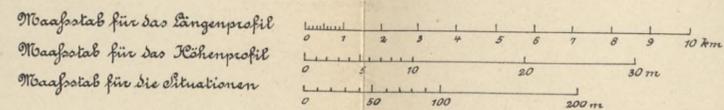
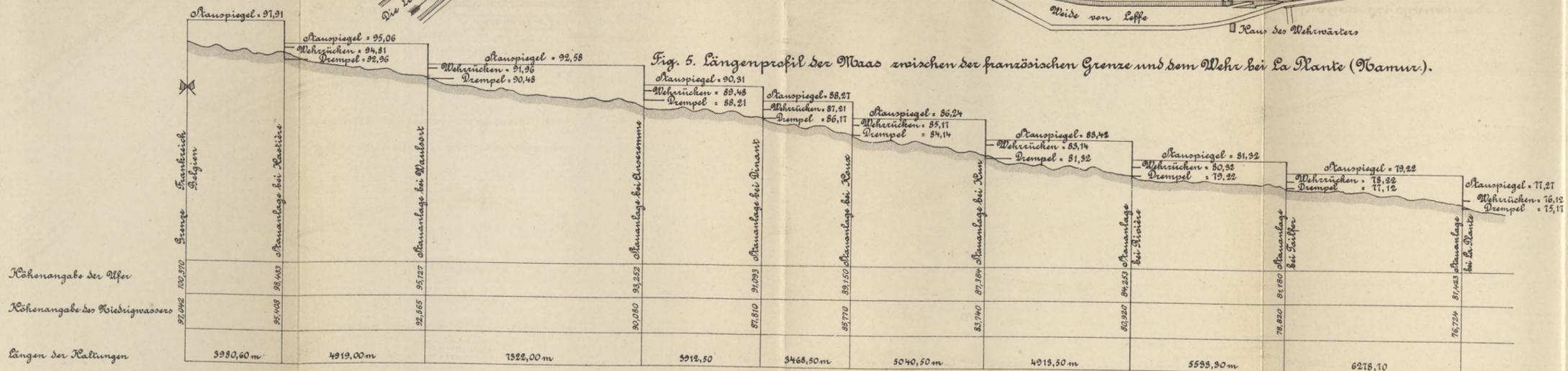


Fig. 5. Längenprofil der Maas zwischen der französischen Grenze und dem Wehr bei La Plante (Namur).



Die Schleusen.

Fig. 1. Ansicht der uferseitigen Schleusenmauer.

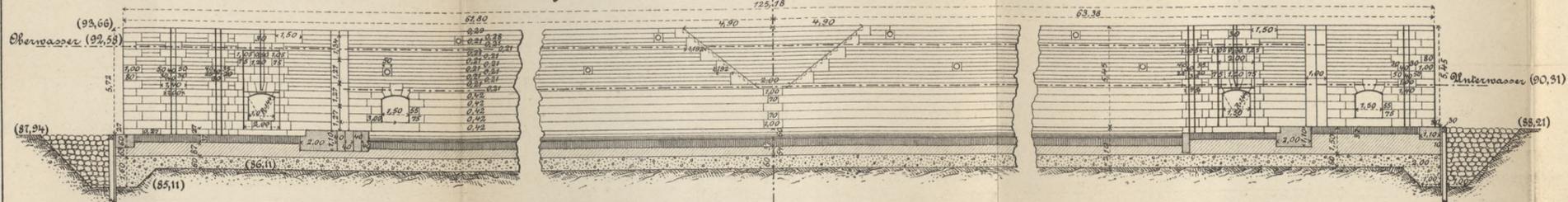


Fig. 4. Schnitt A.B.

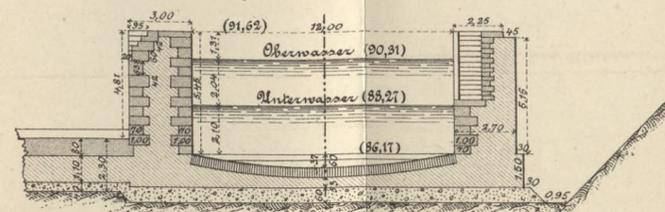


Fig. 2. Grundriss der Schleuse bei Anseremme.

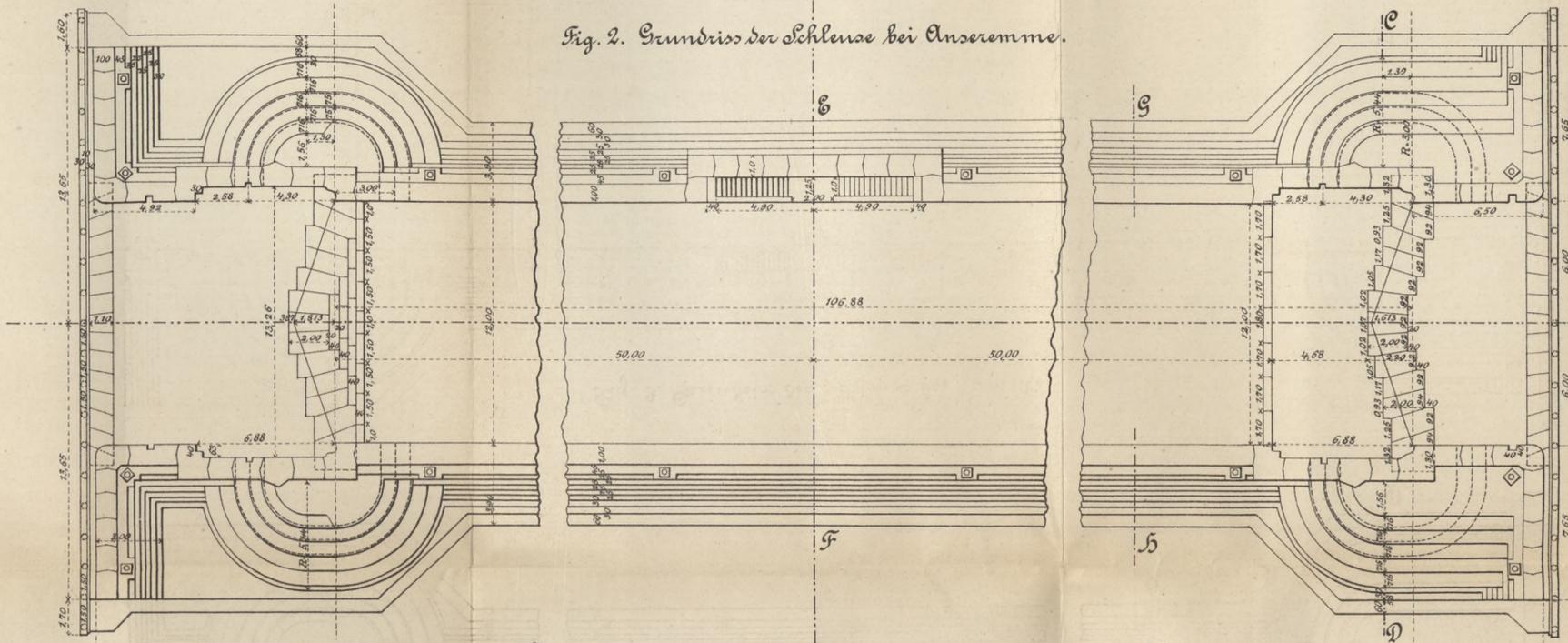


Fig. 5. Schnitt C.D.

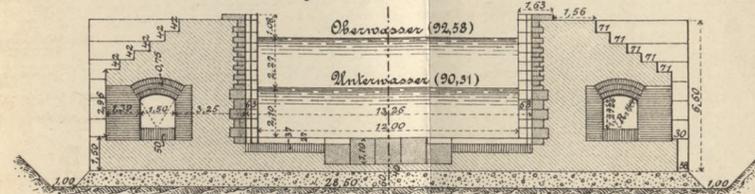
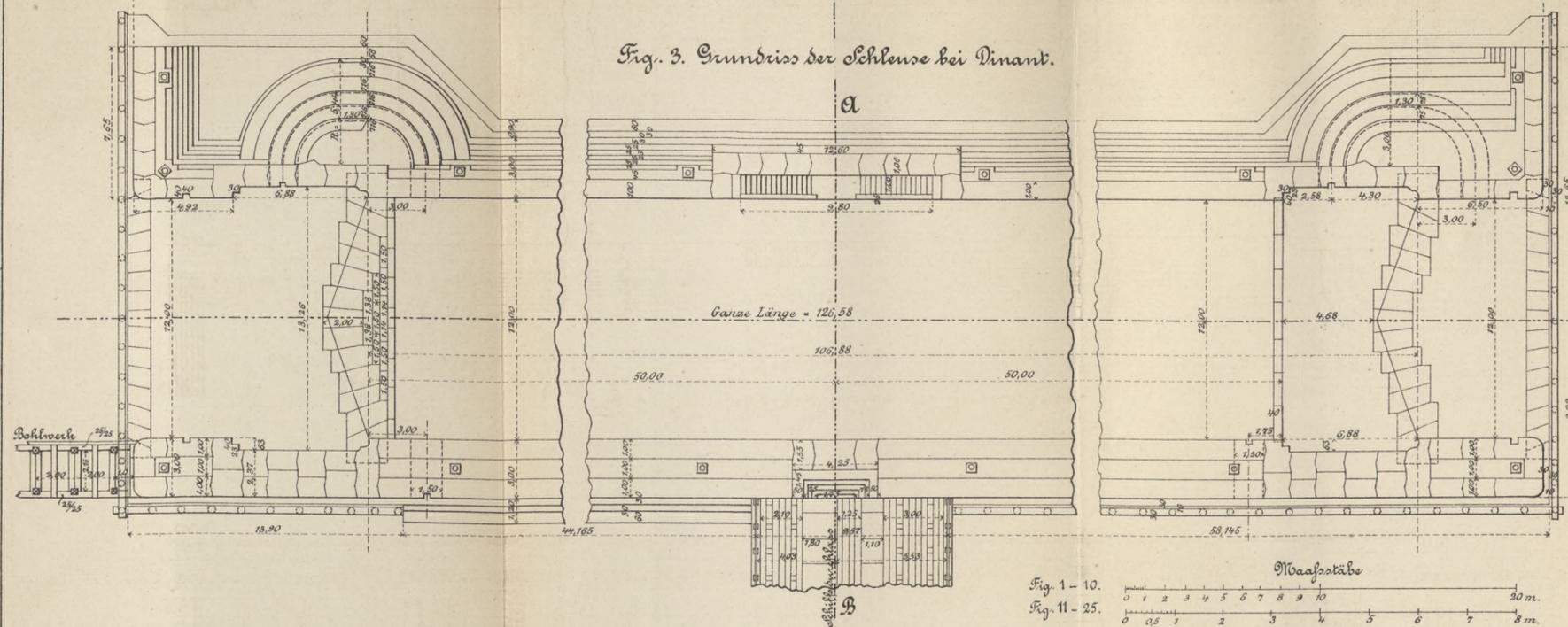


Fig. 6. Ansicht des Unterhauptes.



Fig. 3. Grundriss der Schleuse bei Dinant.



Umlaufschütz.

Fig. 14. Ansicht.

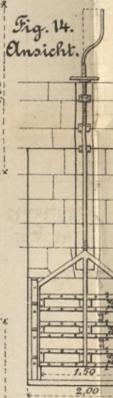


Fig. 15. Schnitt.



Fig. 7. Schnitt E.F.

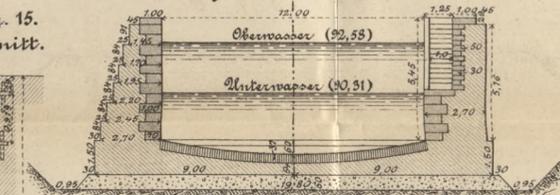


Fig. 8. Schnitt G.H.

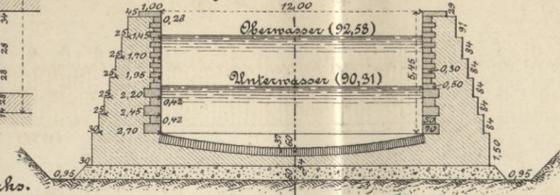


Fig. 9. Ansicht des Bohlwerkes (Dinant.)

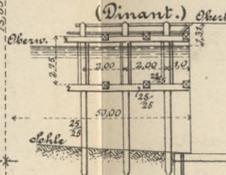
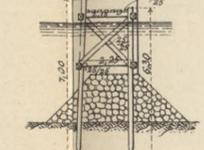


Fig. 10. Auerschnitt des Bohlwerkes (Dinant.)



Schleusenthor.

Fig. 11. Ansicht.

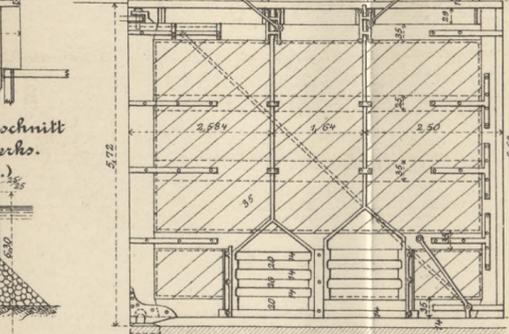


Fig. 13. Schnitt.

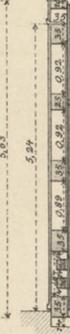
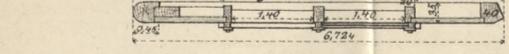


Fig. 12. Grundriss.





Wehr bei Dinant.

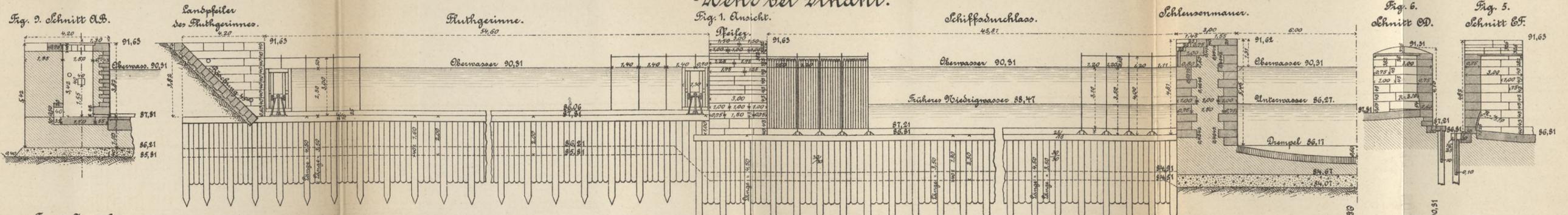


Fig. 2. Schnitt A.B.

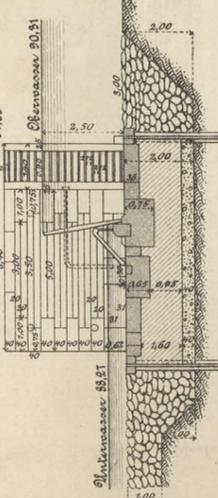


Fig. 8. Ansicht.

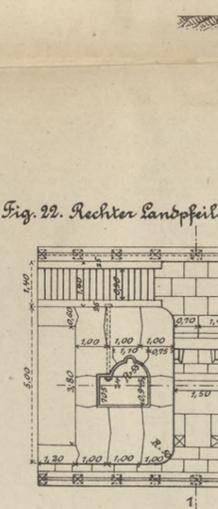


Fig. 23. Ansicht.

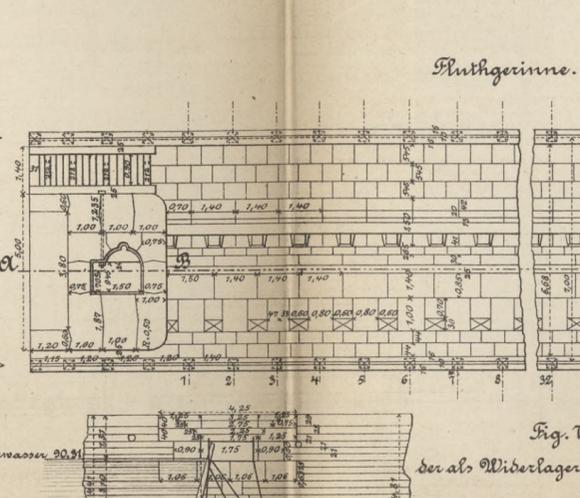
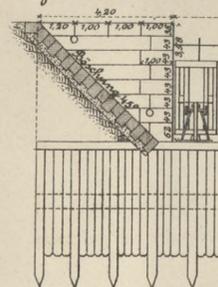


Fig. 7. Seitenansicht der als Widerlager dienenden Schleusenmauer.

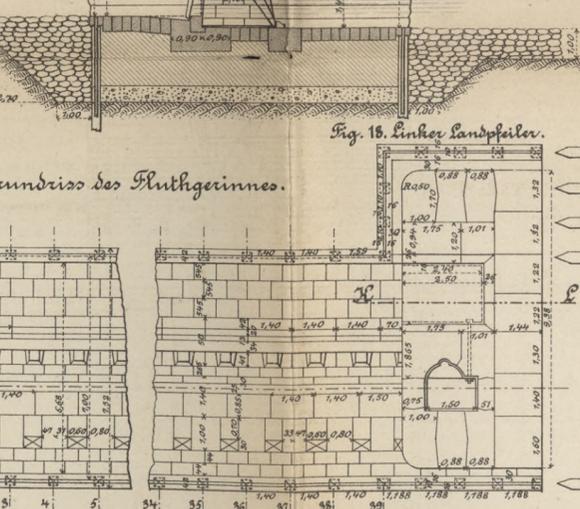


Fig. 15. Linker Landpfeiler.

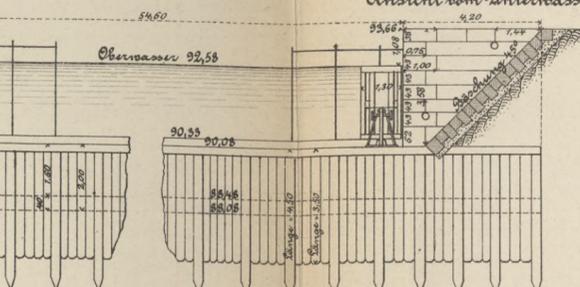


Fig. 2. Grundriss.

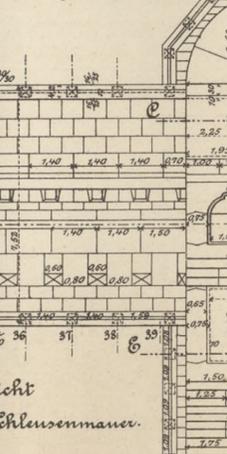


Fig. 12. Ansicht des rechten Landpfeilers.

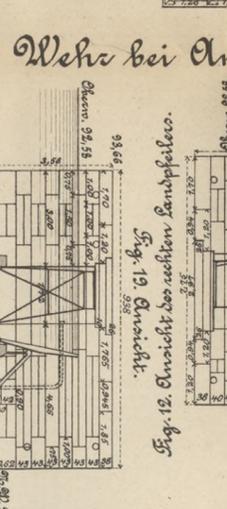


Fig. 19. Ansicht.

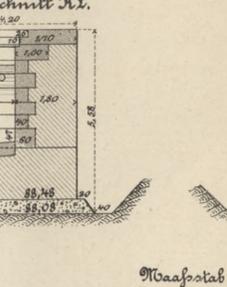


Fig. 11. Schnitt II.

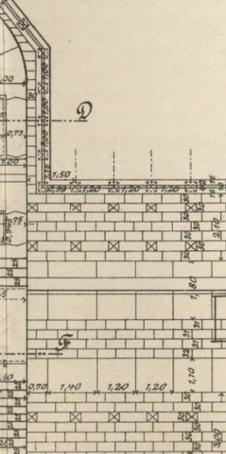


Fig. 16. Ansicht.

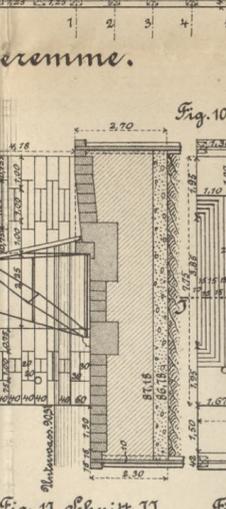


Fig. 14. Ansicht.

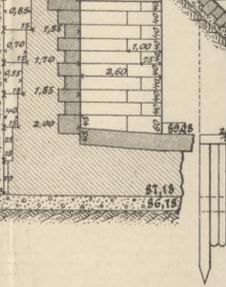


Fig. 10. Rechter Landpfeiler.

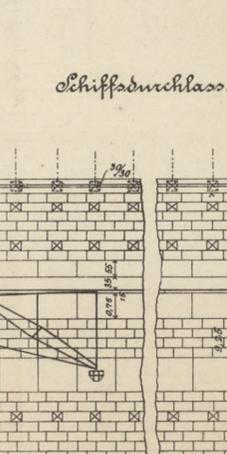


Fig. 11. Linker Landpfeiler.

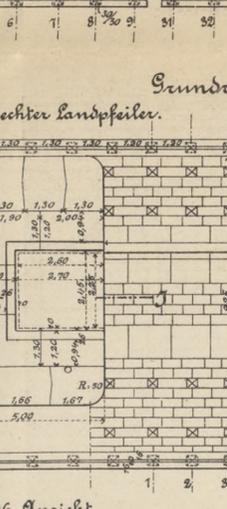
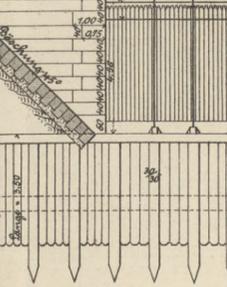


Fig. 15. Schnitt G.H.



Grundriss des Schiffsdurchlasses.

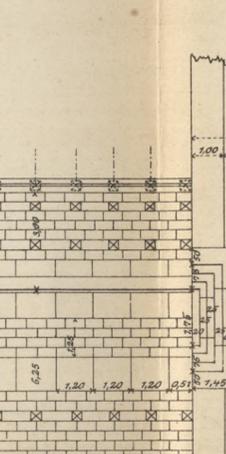


Fig. 4. Ansicht des Pfeilers von der Spitze des Schiffsdurchlasses.

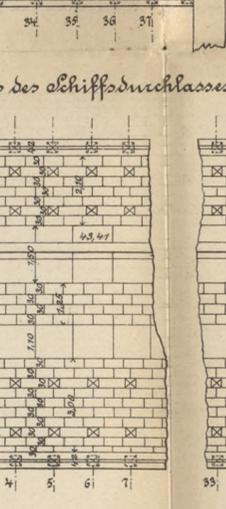


Fig. 5. Ansicht des Pfeilers von der Spitze des Schiffsdurchlasses.

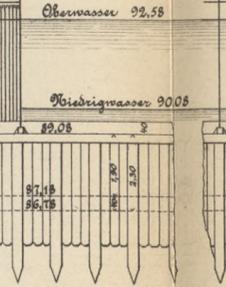


Fig. 6. Schnitt C.D.

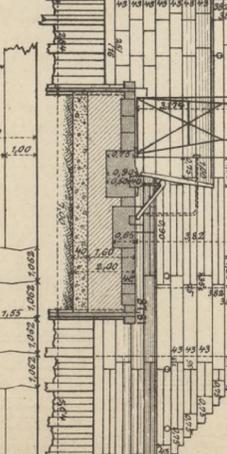


Fig. 3. Ansicht des Pfeilers von der Spitze des Schiffsdurchlasses.

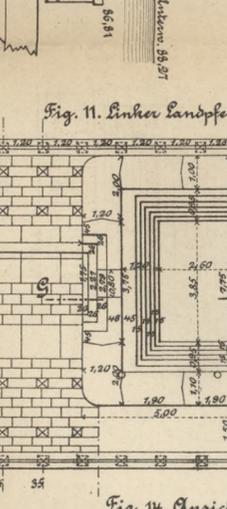


Fig. 13. Ansicht des linken Landpfeilers.

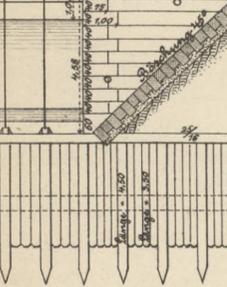


Fig. 1. Ansicht.

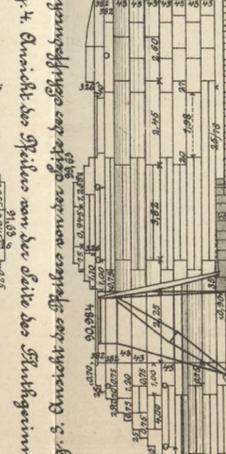


Fig. 12. Ansicht des rechten Landpfeilers.

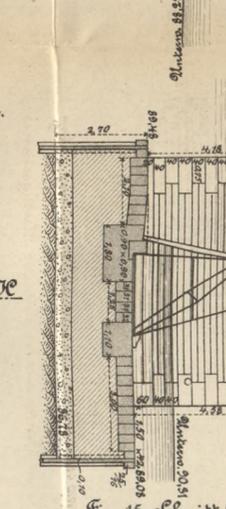


Fig. 19. Ansicht.

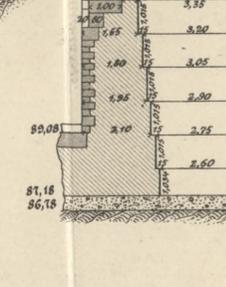


Fig. 11. Schnitt II.

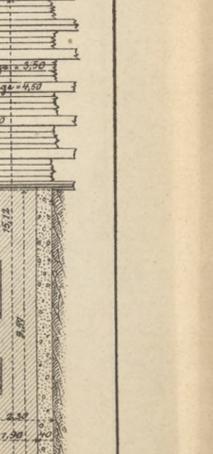


Fig. 16. Ansicht.

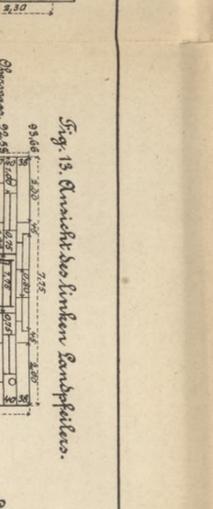


Fig. 14. Ansicht.



BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

Stauanlagen der Maas stromaufwärts von Namur.

Details der Böcke des Schiffsdurchlasses.

Blindbock des Widerlagers. Fig. 14. Seitenansicht.

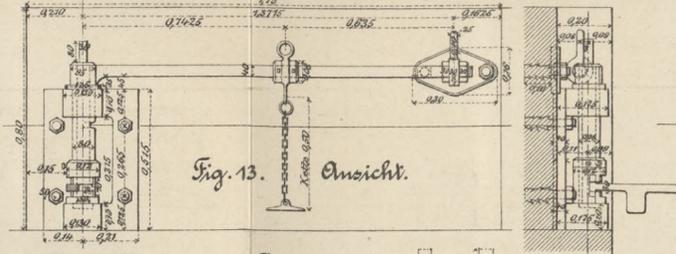
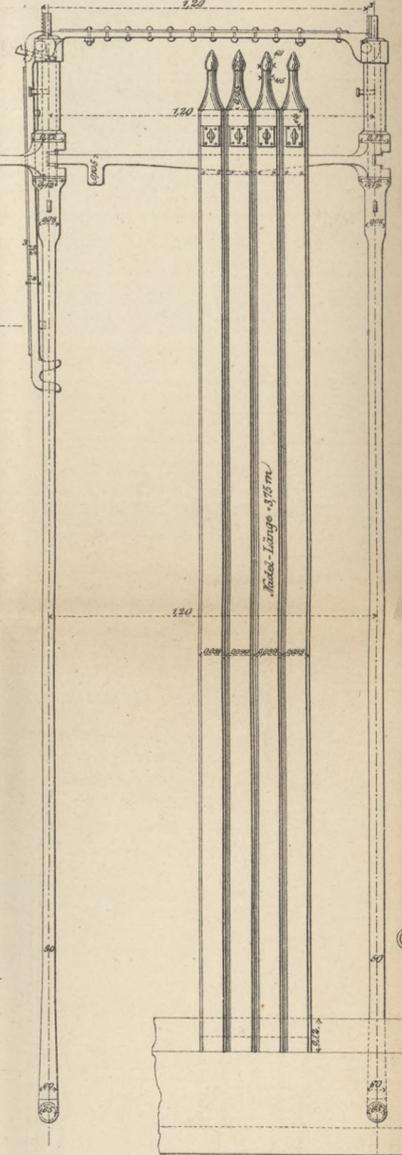


Fig. 13. Ansicht.



Grundriss.

Fig. 3. Ansicht der Böcke vom Oberwasser.



Bewegliche Stange. Fig. 19. Ansicht.

Fig. 22. Seitenansicht.

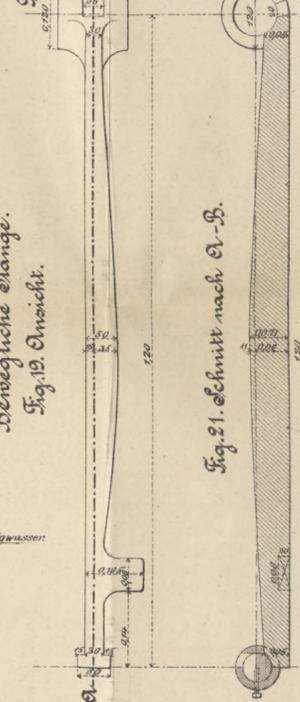


Fig. 21. Schnitt nach A-B.

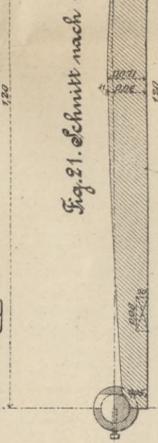
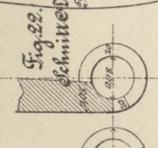


Fig. 22. Seitenansicht.



Blindbock des Pfeilers. Fig. 16. Ansicht.

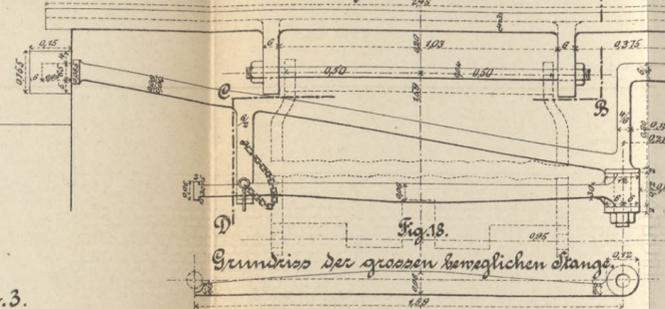


Fig. 18.

Grundriss der großen beweglichen Stange.

Fig. 11. Querschnitt nach A-B-C-D.

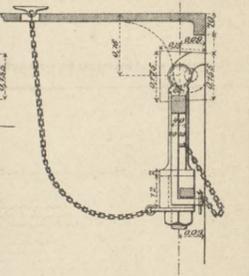
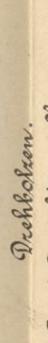
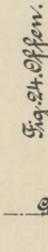


Fig. 23. Ansicht vom Oberwasser.



Geschlossen.

Fig. 24. Offen.



Kinase.

Fig. 25. Ansicht vom Pfeiler aus.

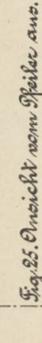


Fig. 26. Ansicht vom Oberwasser.

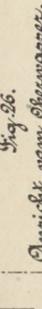


Fig. 21. Schnitt nach G-F.



Fig. 28. Schnitt nach G-H.



Fig. 29.



Schnitt nach I-K.



Fig. 30. Schnitt nach M-O.



Querklinkung offen.



Fig. 31. Schnitt nach P-N.



Querklinkung offen.



Winde zum Handhaben der Böcke.

Fig. 32. Seitenansicht.

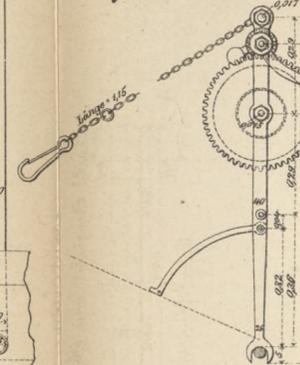


Fig. 33. Ansicht.

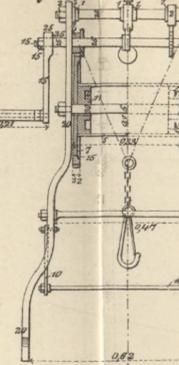


Fig. 34. Schnitt.

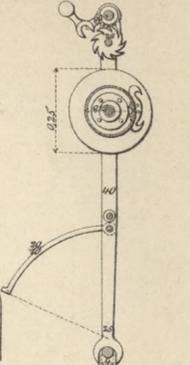
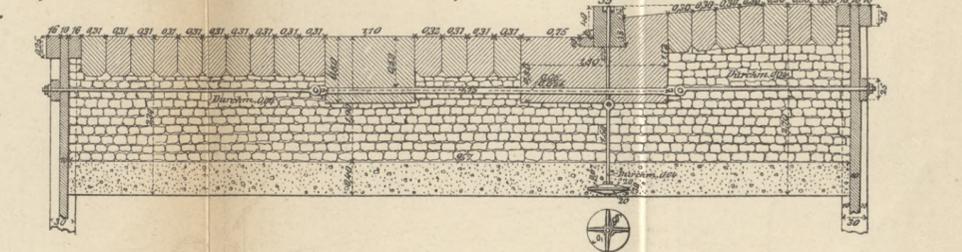


Fig. 35. Querschnitt des Schiffsdurchlasses mit der Anordnung der Verankerungen.



Vorderes Wehracklager.

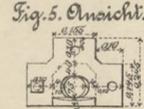
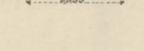


Fig. 6. Vertikalschnitt.



Fig. 1. Horizontalschnitt.



Rahmen zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Böcke. Fig. 31. Vorderansicht.

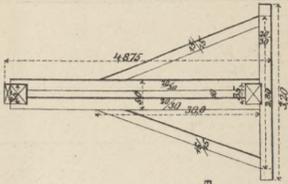
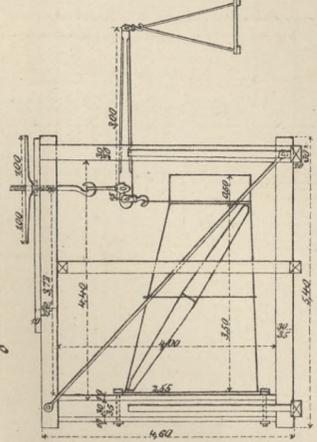


Fig. 36. Ansicht.



Hinteres Wehracklager.

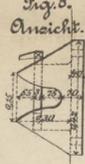


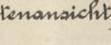
Fig. 11. Riegel.



Fig. 9. Grundriss.

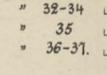


Fig. 10. Seitenansicht.



Maasfortäbe.

Fig. 1-18.



19-31.



32-34.



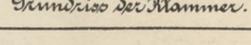
35.



36-37.



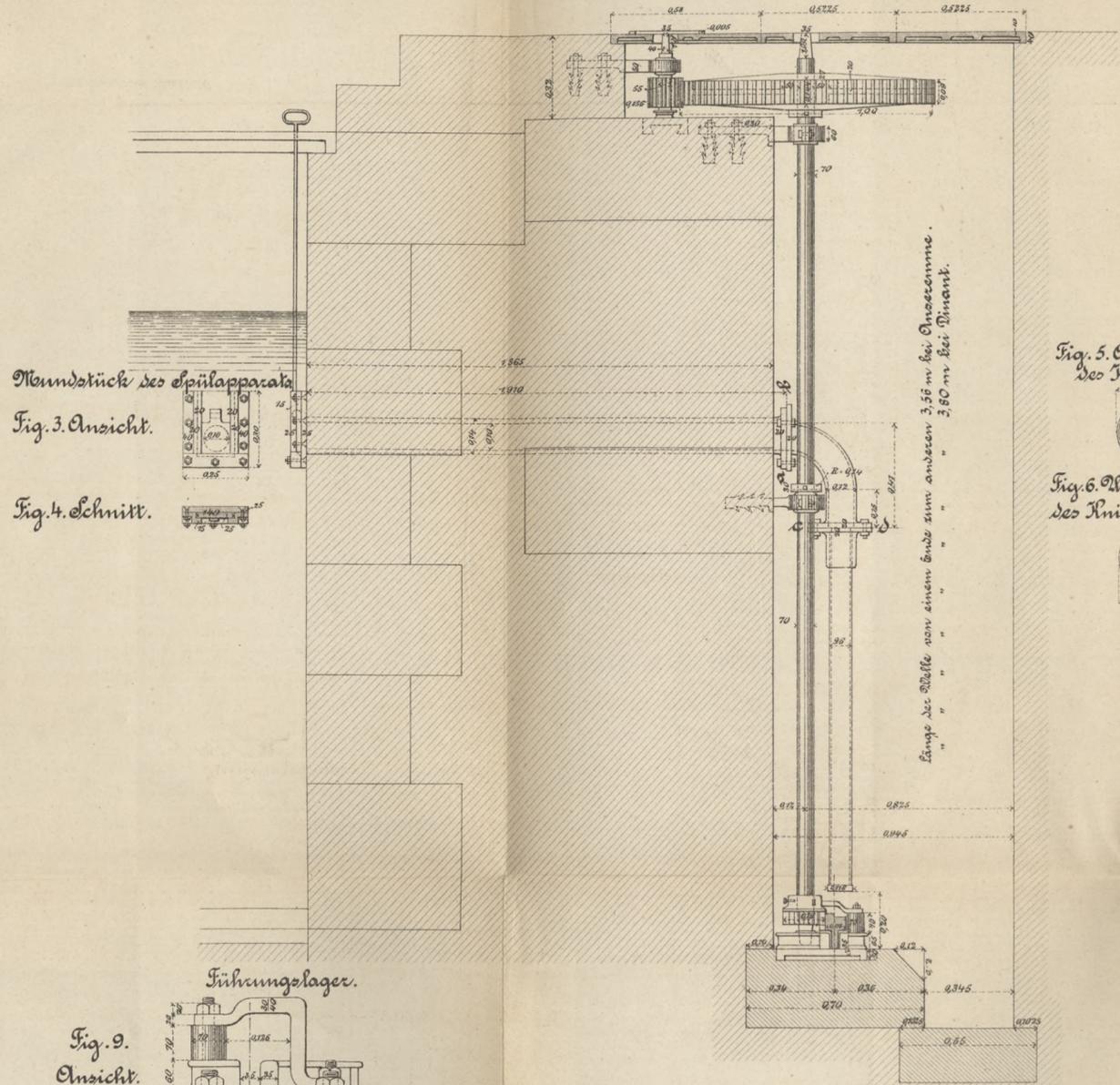
Fig. 4. Grundriss der Klammer.







Winde zur Handhabung der Rakenstange mit Spülapparat.
Fig. 1. Ansicht.



Neundstück des Spülapparats
Fig. 3. Ansicht.

Fig. 4. Schnitt.



Führungslager.

Fig. 9. Ansicht.

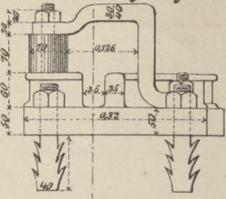


Fig. 10. Grundriss.

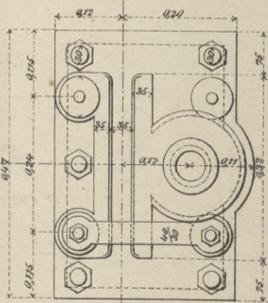


Fig. 11. Schnitt.

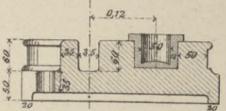


Fig. 2. Grundriss.

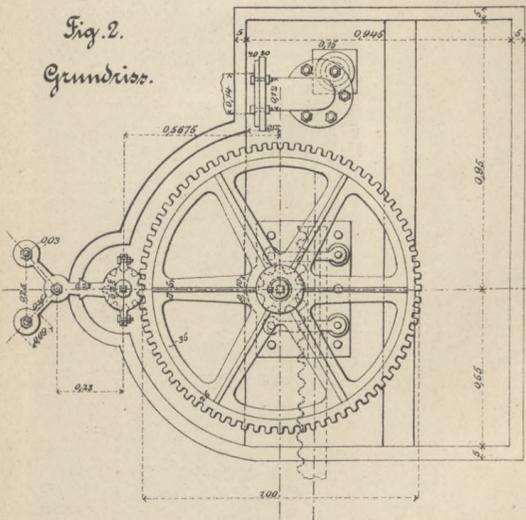
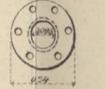


Fig. 5. Oberes Kabeisen des Kniestücks bei a b.



Fig. 6. Unteres Kabeisen des Kniestücks bei c d.



Triebrad der Zahnstange.
Fig. 18. Schnitt.

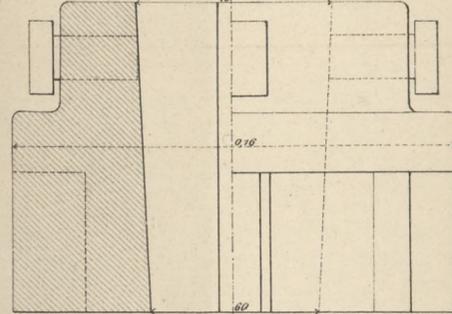
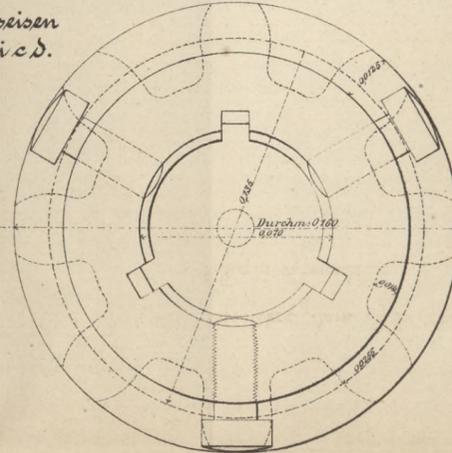


Fig. 17. Grundriss.



Deckplatten über dem Windschacht.
Fig. 1. Grundriss.

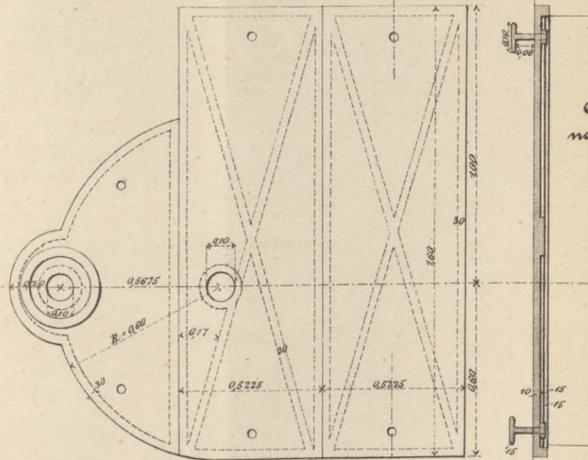


Fig. 8. Schnitt nach G H.

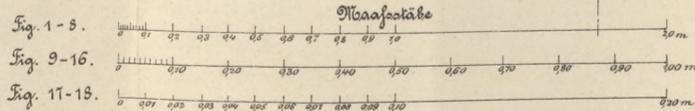
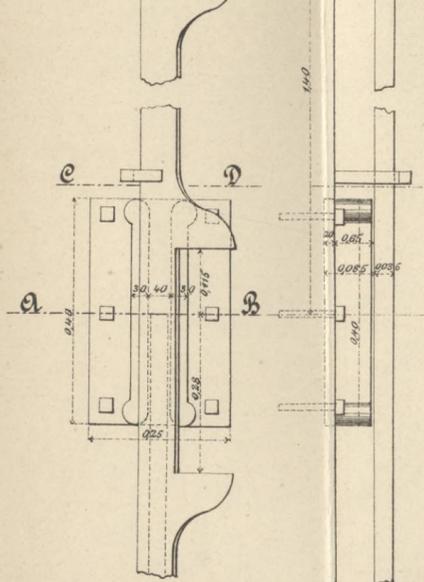


Fig. 14. Querschnitt einer Führung nach A B.

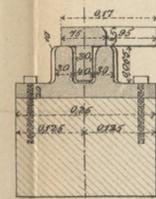


Fig. 15. Schnitt nach C D.

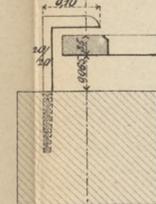
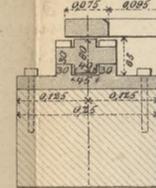


Fig. 16. Querschnitt einer Gleitfläche nach E F.



Raken- und Zahnstange.
Fig. 13. Grundriss.

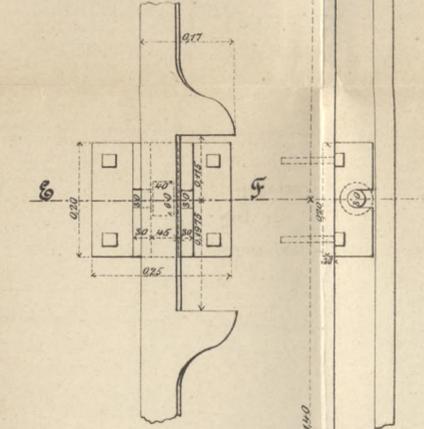
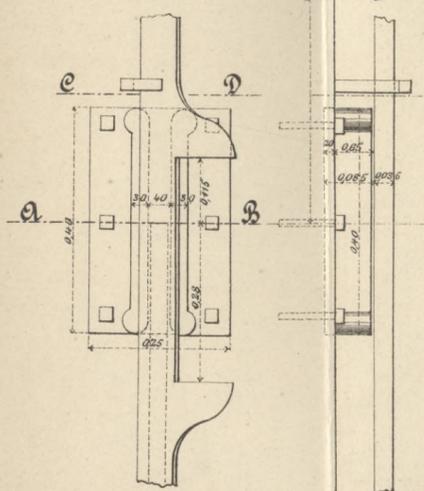


Fig. 12. Ansicht.

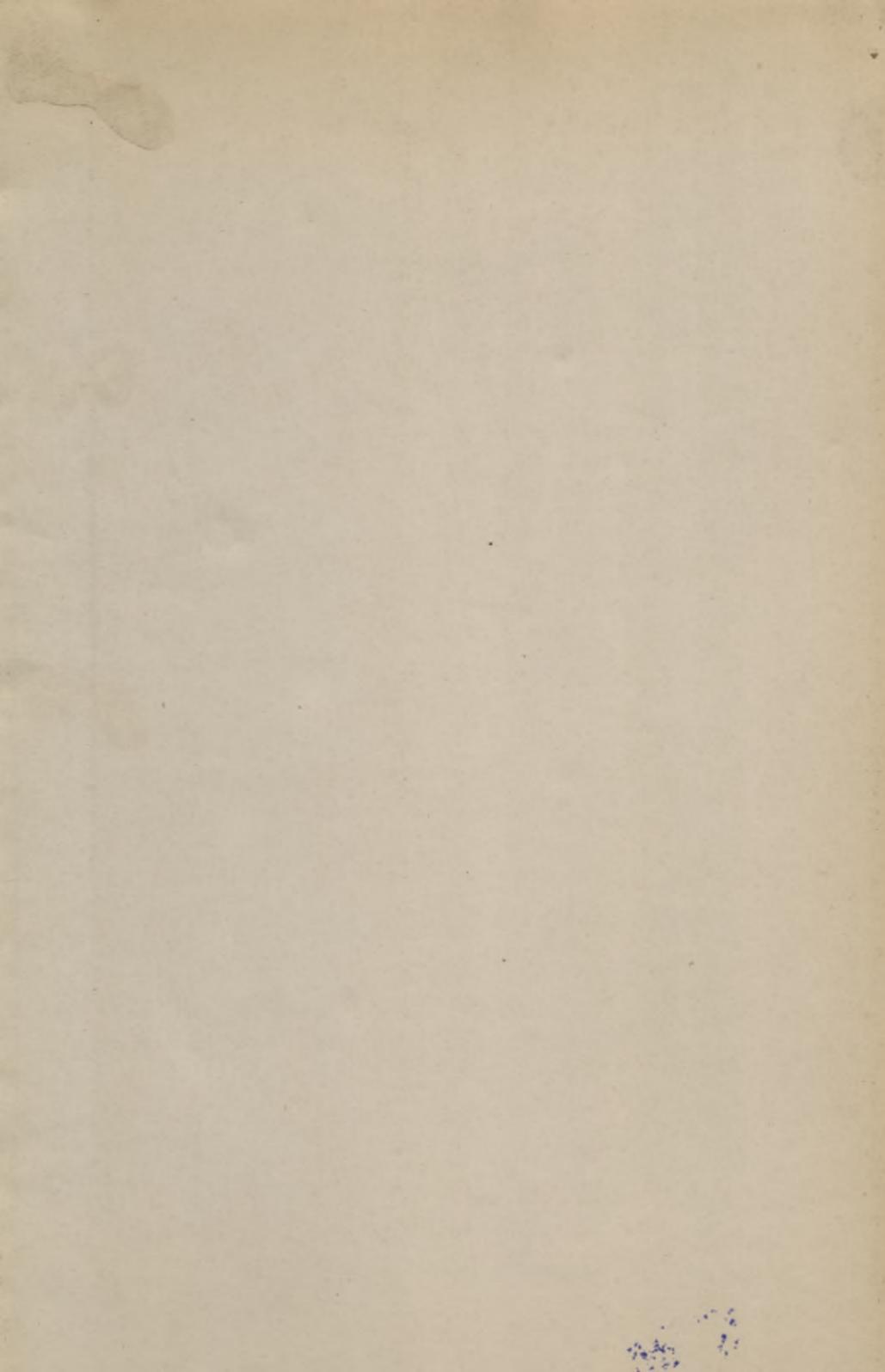




S. 61



86-5



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294647