

Erweiterung des französischen Theiles

des

Rhein-Marne-Kanals

von

M. Volkmann.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000304087

16850
VII C 4 c



~~11. 913~~ 703.

2 44
30

x
7/8



IV 34511

Akc. Nr. 9390/60

Ueber die Erweiterung des französischen Theiles des Rhein-Marne-Kanales.

Mitgetheilt von Wasserbauinspektor M. Volkmann zu Berlin.

Mit Zeichnungen.

(Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Band XXXII, Jahrgang 1886, Heft 4.)

I. Einleitung.

Der Verf. der nachfolgenden Mittheilungen machte im Sommer 1885 gelegentlich einer Bereisung der süd- und westdeutschen Wasserstraßen auch einen Ausflug nach Frankreich, um den Rhein-Marne-Kanal näher kennen zu lernen, welcher in technischer Hinsicht einer der beachtenswerthesten und in wirthschaftlicher Beziehung einer der wichtigsten Kanäle Frankreichs ist. Derselbe hat im Verlaufe der letzten Jahre zu einer Reihe bedeutsamer Erweiterungs-Arbeiten Veranlassung gegeben, die der allgemeinen Beachtung um so mehr werth erscheinen, als sie die Lösung einer der schwierigsten Aufgaben des Kanalbaues überhaupt, nämlich die Herstellung künstlicher Wasserversorgungs-Anlagen erfordert haben. Im Nachfolgenden möge ein kurzer Ueberblick über diese Arbeiten gegeben werden; doch sei es zuvor gestattet, einige den Kanal betreffende Bemerkungen allgemeiner Art vorauszuschicken.

Der Rhein-Marne-Kanal (vgl. den Uebersichtsplan Fig. 1, Bl. 22), welcher seitens der französischen Regierung während der Jahre 1838—1853 erbaut wurde, beginnt bei der Stadt Vitry-le-François im Departement Marne und endigt bei Straßburg, verbindet also das Becken der Seine mit demjenigen des Rheins und setzt, aufser den unmittelbar durchschnittenen Flusstälern der Marne, der Saulx, des Ornain, der Méholle, der Maas, der Mosel, der Meurthe, der Saar und des Rheins, die Mehrzahl der wichtigeren Wasserstraßen des nördlichen und östlichen Frankreich in gegenseitige Beziehung. Der Kanal hat zwischen seinen Einmündungen in den Seitenkanal der oberen Marne bei Vitry bezw. den Ill bei Straßburg eine Länge von 311,41 km. Derselbe zeichnet sich durch die besondere Eigenthümlichkeit aus, dass er vier Wasserscheiden, nämlich zwischen den Flüssen Marne und Maas, Maas und Mosel, Mosel und Saar, Saar und Rhein, überwindet. Nichtsdestoweniger hat der Kanal nur zwei Theilungshaltungen, indem die Wasserscheiden zwischen der Maas und der Mosel, bezw. zwischen der Saar und dem Rheine mittels der Tunnel von Foug und von Arzweiler durchbrochen sind. An die beiden Scheitelhaltungen schliefsen sich vier Schleusentreppen an, von denen diejenige, welche von der Mosel aus in westlicher Richtung ansteigt, durch eine längere wagerechte Haltung in zwei große Absätze getrennt ist.

Die Längen- und Höhenverhältnisse der Hauptabschnitte des Kanales, die Anzahl der in denselben vorhandenen Schleusen, sowie die mittleren Gefälle der letzteren sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Grenzen der Schleusentreppen	Entfernungen km	Höhe der Wasserspiegel über dem Meere m	Höhenunterschied der Wasserspiegel m	Anzahl der Schleusen	Mittlerer Fall der Schleusen m
Vitry.....	84,831	101,38	179,86	70	2,57
Demange.....		281,24			
Mauvages.....	9,210	281,24	—	—	—
Liverdun.....	54,770	197,53	83,71	30	2,79
Jarville.....	17,580	197,53	—	—	—
Col des Français.....	55,991	197,53	68,83	26	2,65
Arzweiler.....	29,479	266,36	—	—	—
Straßburg.....	59,550	266,36	130,98	51	2,57
Zus. u. i. Mittel	311,411	—	463,38	177	2,62

In einfachen Linien gezeichnet, stellt sich hiernach der Längenschnitt des Kanales wie in Fig. 2, Bl. 23 skizzirt dar.

Bei der Herstellung des Kanales waren ungewöhnlich schwierige natürliche Verhältnisse zu überwinden. Die durchschnittliche Länge der Schleusenhaltungen, auf die gesammte Länge des Kanales bezogen, beträgt 1750 m. Sehr gering ist die mittlere Länge der Haltungen in den obersten Theilen der Schleusentreppen, welche sich an die Scheitelstrecke der Vogesen anschließen. So entfällt z. B. im oberen Thale der Zorn auf 16 Schleusen eine Länge von 3298 m, oder auf jede Haltung eine durchschnittliche Länge von rund 220 m. Die kürzeste Haltung daselbst hat sogar nur eine Länge von 93 m.

Der Kanal ist an 5 Stellen durch Tunnel geführt, deren Länge zusammen 8913 m, d. i. etwa $\frac{1}{35}$ der gesammten Kanallänge beträgt.

In seiner ursprünglichen Gestaltung zeigte der Kanal in den regelmässigen Strecken den in Fig. 3, Bl. 23 skizzirten Querschnitt. Er hatte hiernach eine Wassertiefe von 1,6 m, eine Sohlenbreite von 10,0 m und, bei einem Neigungsverhältnisse der Kanalböschungen von 2:3, eine Wasserspiegelbreite von 14,8 m. In der Höhe des letzteren waren die Kanalwände je mit einer 0,5 m breiten, wagerechten Berme versehen,

welche einerseits zum Auffangen etwa herabfallender Erde, andererseits zur Aufnahme von Schilfpflanzungen behufs der Sicherung der Ufer gegen den Angriff der Wellen dienen sollte. Der Leinpfad war längs der dem Kanale zugewendeten Kante mit einem niedrigen Erdaufwurf, einer sog. Fallhut, gesäumt. Es möge beiläufig bemerkt werden, dass sich diese Anordnung nicht bewährt hat, da der Erdaufwurf häufig als Fußsteig benutzt wurde und hierdurch vielen Beschädigungen ausgesetzt war, so dass er zu beträchtlichen Unterhaltungskosten Veranlassung gab.

Die lichte Weite der Schleusen betrug $5,2^m$, die Länge derselben zwischen den Drenpelspitzen $38,6^m$, so dass die Breite der Kanalschiffe auf $5,1^m$ und die Länge derselben auf $35,0^m$ beschränkt war.

Die Speisung des Kanales erfolgte vor Ausführung der eingangs erwähnten Erweiterungs-Arbeiten durch Zuflüsse aus den den Kanal begleitenden, oder von demselben gekreuzten Wasserläufen und Wasserbecken. Während nun die verfügbaren Wassermengen auf der größeren Länge des Kanales vollständig genügten, um die festgesetzte Wassertiefe von $1,6^m$ zu erhalten, reichten dieselben zur Speisung der Scheitelhaltungen und der von diesen abhängigen Theile der angrenzenden Schleusentreppen während der trockenen Jahreszeit häufig nicht aus. Man sah sich alsdann genöthigt, entweder den zulässigen Tiefgang der Fahrzeuge herabzusetzen, oder letztere zugweise zu befördern, indem der in Betracht kommende gesammte Wasservorrath abwechselnd immer nur einer der beiden Schleusentreppen zugeführt wurde.

Die Kanal-Verwaltung hatte in Folge dessen bereits in den sechziger Jahren eine Verbesserung der Wasserhältnisse ins Auge gefasst und durch ihre Ingenieure die erforderlichen hydrotechnischen Erhebungen veranlasst. Bevor dieselben indessen zum Abschlusse gelangt waren, brach der deutsch-französische Krieg aus, der zur Folge hatte, dass etwa der dritte Theil des Kanales, nämlich eine Strecke von $104,3^km$, an das Deutsche Reich überging. Durch diese Abtretung verlor Frankreich nicht nur die für den französisch verbliebenen Theil des Kanales sehr wichtigen Wasser-Entnahmen aus der oberen Saar, sowie aus den Weihern von Gondrexange und Rixingen (Réchicourt), sondern auch die für die wirtschaftliche Lage der gewerbthätigen nordöstlichen Departements hochbedeutsamen Wasser-Verbindungen des Saar-Kohlenkanales, sowie des Rhein-Rhône-Kanales mit ihren verschiedenen Zweigkanälen.

Um den mit diesem Verluste verknüpften Uebelständen abzuhelfen, namentlich aber, um die nordöstlichen Theile des Landes von dem Bezuge der Kohlen aus den Gruben von Saarbrücken unabhängig zu machen, beschloss die französische Regierung, eine den Rhein-Marne-Kanal kreuzende neue, süd-nördliche Wasserstrasse zu schaffen. Durch Gesetz vom 24. März 1874 wurde die Ausführung des sog. Ostkanales genehmigt. Derselbe benutzt von Givet an der belgischen

Grenze bis zur Ortschaft Troussey die Maas, von hier ab bis Toul das Bett des Rhein-Marne-Kanales selbst, geht demnächst in die obere Mosel über, verfolgt deren Thal bis in die Nähe von Epinal und wendet sich dann nach Südwesten der Saône zu, welche er bei Port-sur-Saône erreicht.

Die regelmässige Wassertiefe der neuen Schifffahrts-Strasse wurde auf 2^m festgesetzt. Dieser Wasserstand sollte in der Maas und der Mosel durch Kanalisierung der Flussläufe erreicht werden. Für den Rhein-Marne-Kanal dagegen wurde eine Erhöhung des vorhandenen Wasserspiegels in Aussicht genommen, welche zunächst zwar nur für die vom Ostkanale unmittelbar beeinflusste Strecke von Void bis Jarville, späterhin aber auch für die übrigen Längen des französisch gebliebenen Theiles des Kanales beschlossen wurde. Aus der Erhöhung des Wasserstandes, bezw. aus der Vermehrung der Fahrtiefe ergab sich als weitere Forderung die Vergrößerung der Schleusen, sowie die Höherlegung der über den Kanal führenden Brücken; endlich musste die schon früher als nothwendig erachtete Vermehrung der Wasserzufuhr nunmehr auf erweiterter Grundlage ausgeführt werden, u. zw. um so mehr, als der Maas-Arm des Ostkanales einen Theil seines Wasserbedarfes aus dem Rhein-Marne-Kanale entlehnen sollte.

Die vorstehend bezeichneten Arbeiten sind nun im Verlaufe der letzten 10 Jahre so weit gefördert worden, dass die Erweiterung des Rhein-Marne-Kanales im Wesentlichen als abgeschlossen betrachtet werden darf.

II. Ueber die Erweiterung des Kanales im Allgemeinen.

Ueber die neu geschaffenen Verhältnisse des Kanales ist Folgendes zu bemerken:

Der regelmässige Querschnitt des Kanales hat eine Vergrößerung nur durch die Erhöhung des Wasserspiegels erfahren. Die untere Breite desselben beträgt demnach, wie in der ursprünglichen Anlage, 10^m , die obere Breite dagegen 16^m . Die Böschungen der Kanalwände sind im Verhältnisse von 2:3 geneigt und gehen in der Höhe des Wasserspiegels in eine $0,5^m$ breite Berme über.

Die vorbezeichneten Breiten reichen nur eben nothdürftig aus, um das Kreuzen der Fahrzeuge zu ermöglichen; eine durchgehende Erweiterung des Querschnittes um wenigstens 1^m würde in hohem Grade zweckmässig gewesen sein. In Anbetracht der bedeutenden Kosten hat man sich indessen darauf beschränkt, das Kanalbett nur in den Krümmungen zu erweitern. Innerhalb der Tunnel und der an diese sich anschließenden Einschnitte, ferner innerhalb der beweglichen und einzelner festen Brücken, sowie in den Kanalbrücken beträgt die Breite sogar nur 6 bis $5,5^m$. Diese beträchtlichen Einschränkungen bilden für die Schifffahrt äußerst lästige Hindernisse.

Die Schleusen des Kanales haben zwar ihre frühere Breite von 5,2^m beibehalten, sind aber sämtlich um so viel verlängert worden, dass ihre nutzbare Länge (zwischen der Sehne des Abfallbodens und der unteren Thorkammer gemessen) nunmehr 38,5^m beträgt. Diese Arbeit wurde i. J. 1880 in Angriff genommen und im Sommer 1883 beendet. Bei einer größeren Anzahl der Schleusen mussten die Seitenmauern vor der Erhöhung mehr oder minder umfangreichen Wiederherstellungs-Arbeiten unterzogen werden. Auch die Schleusenthore sind nicht nur wegen ihrer unzureichenden Höhe sondern auch, weil sie in Folge des Alters baufällig geworden waren, durchweg erneuert worden. Man hat hierbei die früher zum Oeffnen benutzten Handstangen durch Zahnstangen ersetzt und verdankt dieser Anordnung eine wesentlich raschere Bedienung der Schleusen.

Wiewohl die festgesetzte Erhöhung des Wasserspiegels auf der ganzen Länge des Kanales zur Durchführung gelangt ist, so ist die angestrebte Wassertiefe bis jetzt noch keineswegs überall vorhanden, da sich die Sohle des Kanales im Laufe der Jahre durch Verschlammung an vielen Stellen um 20 bis 25^{cm} erhöht hat. Der Tiefgang der Schiffe darf daher zunächst das Maß von 1,55^m nicht überschreiten. Man hat aber bereits damit begonnen, die Schlamm-Ablagerungen zu entfernen, und benutzt die Gelegenheit, um die Kanalsohle um 20 bis 25^{cm} unter die regelrechte Höhenlage zu vertiefen.

Da zu erwarten war, dass durch Beseitigung des Schlammes dem Durchsickern des Wassers in einzelnen, durch weniger dichten Untergrund geführten Kanalstrecken Vorschub geleistet werden würde, so entschloss man sich, in diesen Strecken ähnliche Beton-Dichtungen herzustellen, wie sie gleich bei der ersten Anlage des Kanales in beträchtlicher Ausdehnung zur Anwendung gekommen sind und sich als sehr zweckmäßig erwiesen haben. Dieselben bestehen im Allgemeinen darin, dass sowohl die Sohle wie auch die Seitenwände des Kanales mit einer 15—20^{cm} starken, durch Schlagen gehörig gedichteten Betonlage überdeckt werden. Letztere wird demnächst mit einer etwa 2^{cm} starken Mörtelschicht überzogen und schliesslich mit einer 30^{cm} starken Erdlage abgedeckt. — Die neuerdings auszuführenden Beton-Dichtungen werden sich auf eine Länge von etwa 12^{km} erstrecken und entfallen hauptsächlich auf die Scheitelstrecke von Mauvages, sowie auf die Kanalhaltung von Pagny. Endlich führt man noch Steinbefestigungen und sonstige Sicherungen der Ufer gegen Wellenschlag und Anlaufen der Schiffe aus.

Diese Arbeiten, welche zu 2,4 Mill. *M* veranschlagt sind (1,2 Mill. für die Räumungs-Arbeiten und die Uferbestigungen, 1,2 Mill. für die Beton-Dichtungen), sind bis jetzt etwa zum dritten Theile zur Ausführung gebracht und werden zu ihrer Fertigstellung noch weitere 4 Baujahre erfordern, da sie theilweise nur während der sommerlichen Kanalsperren ausgeführt werden können.

Gleichzeitig mit der Erhöhung des Wasserspiegels wurde die Höherlegung der Brücken in Angriff genommen und derartig gefördert, dass zur Zeit nur noch einige wenige Bauwerke abzuändern sind. Man hat hierbei die lichte Durchfahrtsöhe, welche ehemals an einzelnen Stellen nur 3,1^m betrug, durchweg auf 3,7^m (über dem neuen Wasserspiegel) gebracht.

Der Tunnel der Scheitelstrecke von Mauvages, dessen Widerlager, wie man annimmt, durch Aufquellen des dahinter liegenden Kalkstein-Gebirges nach innen gewichen waren, hat bereits seit einer längeren Reihe von Jahren zu regelmässigen Unterfahrungs-Arbeiten Veranlassung gegeben, welche während der Kanalsperren nach und nach weiter geführt werden. Dieselben sind jetzt so weit vorgeschritten, dass die Bedenken, welche man früher wegen der Erhaltung des Tunnels zu hegen Veranlassung hatte, gegenstandslos geworden sind. Nachdem die Erweiterung des Kanales beschlossen worden war, hat man auch für den Tunnel von Mauvages zwei Erweiterungen von je 600^m Länge vorgesehen. Durch diese Anordnung ist es möglich geworden, auf der fraglichen Scheitelstrecke, woselbst die Schiffe in wenig vortheilhafter Weise durch Pferde gezogen wurden, einen Betrieb mit versenkter Kette einzurichten. Der Staat hat diesen Betrieb selbst in die Hand genommen, indem er eine Abgabe von 0,4 *ℳ* f. d. ^{tkm} erhebt und die Einrichtung einer anderen Art der Schiffsförderung nicht zulässt. Zu Ende des Jahres 1881 trat der erste Ketten-Dampfer in Thätigkeit, welchem zu Anfang 1885 ein zweiter hinzugefügt werden musste. Diese Schiffe haben feuerlose Kessel nach Franco (vgl. 1886, S. 83), lassen daher keinen Rauch entweichen (des Tunnels wegen) und haben sich in jeder Hinsicht bewährt.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass der Kanal innerhalb der Stadt Nancy zwischen Malzéville und dem Hafen von Bonsecours, woselbst der durchgehende Schiffsverkehr durch die zahlreichen, mit Ein- und Ausladen beschäftigten Fahrzeuge in empfindlicher Weise gestört wird, eine Erweiterung auf 4 Schiffsbreiten erfährt, und dass die beiderseitigen Ufer dieser Strecke mit Kaimauern versehen werden.

Insoweit die Ufermauern nicht lediglich im öffentlichen Interesse ausgeführt werden, haben an den Kosten derselben die Uferbesitzer mit einem Drittel theilzunehmen, während die beiden anderen Drittel vom Staate getragen werden.

III. Die Erweiterung der Wasserversorgung des Kanales

hat den weitaus wichtigsten, zugleich aber auch den schwierigsten Theil der Kanal-Erweiterungs-Arbeiten gebildet. Da der gesteigerte Wasserbedarf nicht für alle Theile des Kanales auf natürlichem Wege beschafft werden konnte, so musste man für mehrere Strecken zu künstlichen Speisungs-Anlagen seine Zu-

flucht nehmen. Als solche sind bis jetzt zur Ausführung gelangt: Zwei Turbinen-Pumpwerke in der Nähe von Toul, ein Dampfpumpwerk bei Vacon und ein Sammelbecken bei Paroy, letzteres in der Nähe der deutschen Grenze gelegen. Mit Hilfe dieser Einrichtungen vollzieht sich die Speisung des Kanales unter den gegenwärtigen Verkehrs-Verhältnissen in zufriedenstellender Weise; jedoch ist zu bemerken, dass in der Scheitelstrecke von Mauvages, sowie in der Haltung von Pagny die Wasserzufuhr nur eben dem vorhandenen Bedürfnisse entspricht. Sollte daher, wie zu erwarten ist, der Verkehr des Kanales noch fernerhin anwachsen, so wird man zur Ausführung der im Wasserversorgungs-Plane seitens der Ingenieure von vornherein vorgesehenen ferneren Speisungs-Anlagen schreiten müssen, nämlich zur Einrichtung eines dritten Wasserkraft-Pumpwerkes in der Nähe von Toul bei dem Orte Vилley-le-Sec, sowie zur Herstellung eines künstlichen Sammelbeckens im Gebiete der oberen Maas, dessen Wasservorräthe zur Unterstützung der Speisung des Kanales aus der Mosel benutzt werden sollen.

Es mögen nun zunächst einige Bemerkungen über die erforderlichen Wassermengen Platz finden.

Ich bemerke dazu, dass für die hierauf bezüglichen Angaben, sowie für die späterhin folgenden Mittheilungen über die Wasserversorgungs-Anlagen, soweit mir in letzterer Hinsicht nicht persönliche Wahrnehmungen zur Seite standen, das von dem Ingénieur en chef des ponts et chaussées, Herrn Alfred Picard in Paris herausgegebene vortreffliche Werk „Alimentation du Canal de la Marne au Rhin et du Canal de l'Est“, dessen Studium hiermit angelegentlich empfohlen sei, benutzt worden ist.

1. Die Feststellung der neu zu beschaffenden Wassermengen.

Die Marne-Treppe von Vitry-le-François bis St. Joire, d. i. bis etwa 6^{km} vor der Scheitelstrecke von Mauvages, erhielt und erhält noch jetzt ihre Wasserzufuhr durch 11 größere Zuleitungen, welche das Wasser hauptsächlich aus den Flüssen Saulx und Ornain entnehmen. Wiewohl der Untergrund dieser Kanalstrecke, welcher der jüngeren Kalksteinformation angehört, ein sehr durchlässiger ist, so dass trotz vielfacher Betonirungen starke Wasserverluste stattfinden, so sind doch die Zuflüsse ergiebig genug, um auch den erhöhten Wasserstand des Kanales zu jeder Zeit sicher zu stellen. Es war daher für diesen Theil des Kanales eine Erweiterung der Wasserversorgung nicht erforderlich.

Weniger günstig lagen die Verhältnisse in der 25^{km} langen Kanalstrecke von St. Joire bis Void, welche ihren Wasserbedarf theils aus der Scheitelhaltung von Mauvages, theils (auf der Maas-Treppe) durch 5 Zubringer aus der Méholle erhielt. Die Scheitelstrecke selbst wird an 2 Stellen mit Wasser versorgt: am westlichen Ende durch den aus dem Ornain gespeisten flösbaren Zubringer von Houdelaincourt, am östlichen Ende dagegen durch eine Wasserzuführung aus der Méholle. Außerdem ist unter der Sohle der Theilungs-

haltung ein Netz kleiner Längs- und Querkanäle angeordnet, welches mittels selbstthätiger Vorrichtungen die Einführung der zu manchen Zeiten recht erheblichen Grundwassermengen gestattet. Der durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch in dieser Kanalstrecke betrug bei 1,6^m Wassertiefe:

Für Schleusungen	35 000 ^{cbm} ,
für Versickerung usw.....	15 000 ^{cbm}
	zus. 50 000 ^{cbm} .

Während der trockenen Jahreszeit versiegt nun die Méholle in ihrem oberen Laufe vollständig, während der Ornain alsdann nur noch 25 000^{cbm} täglich liefert. Es fehlte also gerade die Hälfte der erforderlichen Wassermenge, so dass die Schifffahrt nur mit Unterbrechungen oder Beschränkungen betrieben werden konnte. Die Erhöhung des Wasserspiegels von 1,6 auf 2^m liefs einen weiteren täglichen Verlust von 15 000^{cbm} erwarten. Da ferner die Zeit des Wassermangels erfahrungsmäßig die Dauer von 6 Monaten erreichen konnte, so musste der jährlich zu deckende Fehlbetrag für diese Strecke mit rund 4 600 000^{cbm} in Ansatz gebracht werden.

Für die Speisung der 29^{km} langen Kanalstrecke von Void bis Toul standen die Quellen in der Nähe des Ortes Vacon zur Verfügung, die zur Zeit ihrer geringsten Ergiebigkeit 30 000^{cbm} im Tage liefern. Durch umfangreiche Dichtungsarbeiten, welche namentlich in der Maas-Haltung zur Ausführung gekommen waren, hatte man erreicht, dass zur ungünstigsten Zeit der Wasserverbrauch für Schleusungen, Verdunstung und Versickerung mit der vorhandenen Speisung eben noch im Einklange stand. Dagegen erforderte die Erhöhung des Wasserstandes im Kanale für jene Strecke die Mehrbeschaffung von 10 000^{cbm} täglich, oder, da die Dauer der Unzulänglichkeit der vorhandenen Wasserzufuhr zu 5 Monaten anzusetzen war, von etwa 1 600 000^{cbm} im Jahre. Außerdem aber sollte der Maas-Arm des Ost-Kanales von Troussey abwärts auf eine Länge von etwa 1,5^{km} aus dem Rhein-Marne-Kanale gespeist werden. Die täglich erforderliche Wassermenge wurde zu 15 000^{cbm} berechnet, welche zwar während der Regenzeit ohne Bedenken aus den Wasservorräthen des Rhein-Marne-Kanales entnommen werden konnte, dagegen während einer Dauer von 5 Monaten, mithin in einem Gesamtbetrage von 2 200 000^{cbm} anderweitig zu beschaffen war. Endlich war es in hohem Grade erwünscht, der Maas selbst, welche unterhalb Sorey zur Speisung des Ost-Kanales benutzt wird, jährlich einen künstlichen Zuschuss von etwa 1 200 000^{cbm} zuführen zu können. So hoch wurde nämlich der Betrag geschätzt, welcher zu vorgenanntem Zwecke dem Flusse entzogen wird, u. zw. bei niedrigen Wasserständen auf Kosten und zum merklichen Schaden der anliegenden Mühlen- und Uferbesitzer.

Für die zwischen Toul und Dombastle belegene Strecke des Rhein-Marne-Kanals, welche theils aus der Mosel, theils aus der Meurthe gespeist wurde, genügten

die verfügbaren Wassermengen auch unter den neuen Verhältnissen vollständig; nur war es erwünscht, für den erhöhten Wasserbedarf aus der Mosel noch eine weitere Zuleitung vom Flusse nach dem Kanale unterhalb der Stadt Toul anzulegen.

Dagegen musste wiederum für die 28^{km} lange Strecke der Meurthe-Treppe von Dombasle bis zur neuen Grenze die Beschaffung neuer Wasserquellen in Aussicht genommen werden. Dieser Theil des Kanales erhielt nämlich seine Speisung bisher ausschliesslich aus inzwischen deutsch gewordenen Gewässern, und wenn auch durch ein internationales Uebereinkommen die Erhaltung des früheren Wasserspiegels sichergestellt worden war, so hatte man doch die Erhöhung des Wasserspiegels nicht vorgesehen. Auch musste es der französischen Verwaltung räthlich erscheinen, sich in dieser Beziehung von Deutschland unabhängig zu machen. Die in Frage kommende, neu zu beschaffende Wassermenge wurde auf 5800^{cbm} in 24 Stunden, oder auf rund 2 100 000^{cbm} im Jahre geschätzt.

Nach den vorstehenden Angaben war mithin bei Erweiterung der Wasserversorgung, unter Berücksichtigung der ungünstigsten Umstände, folgenden Anforderungen zu entsprechen:

Bezeichnung der zu speisenden Kanalstrecke	Neu zu beschaffende Wassermengen im Jahre cbm
1. Rhein-Marne-Kanal:	
Strecke St. Joire-Void	4 600 000
„ Void-Toul	1 600 000
2. Ost-Kanal:	
Strecke Troussay-Sorey	2 200 000
„ unterhalb Sorey	1 200 000
1. u. 2. zus.	9 600 000
3. Meurthe-Treppe	2 100 000

Hinsichtlich des in vorstehender Tabelle unter 1. und 2. aufgeführten Wasserbedarfes war es von günstigem Einflusse, dass die wasserarmen Zeiten des Ornain und der Quellen von Vacon nicht zusammenfallen, und dass die letzteren zu gewissen Zeiten des Jahres einen Ueberschuss lieferten, dessen jährlicher Gesamtbetrag mit rund 1 600 000^{cbm} anzusetzen war. Da dieser Ueberschuss zur Unterstützung des Ornain in die Theilungs-Haltung von Mauvages gefördert werden konnte, so blieb schliesslich für die unter 1. und 2. aufgeführten Strecken eine Wassermenge von 8 000 000^{cbm} im Jahre oder 750^l in der Sekunde zu beschaffen, welche letztere Grösse mit Rücksicht auf den ungleichen Verbrauch des Wassers während der Tages- und der Nachtzeit auf 800^l abgerundet wurde.

Nachdem sich die mit der Lösung der Wasserversorgungsfrage betrauten Ingenieure von der Unmöglichkeit überzeugt hatten, die an und für sich am

günstigsten (weil den Verbrauchsstellen am nächsten) gelegenen Flussthäger des oberen Ornain und der Méholle für Zwecke der künstlichen Wasser-Aufspeicherung zu benutzen, in so fern der Untergrund dieser Thäler aus sehr durchlässigem Gebirge besteht, so richteten sie ihr Augenmerk zunächst auf das Flussgebiet der oberen Maas. Mit Rücksicht auf Landwirtschaft und Gewerbe war es nicht zulässig, diesem Flusse das Wasser unmittelbar zu entziehen, da zur Zeit der niedrigen Wasserstände die zur Speisung der Kanäle erforderlichen Wassermengen die Wasserführung des Flusses noch übertreffen. Hiernach konnten die Zuflüsse der Maas nur durch künstliche Aufspeicherung des Wassers für den vorliegenden Zweck nutzbar gemacht werden. Im Laufe der Zeit wurden denn auch seitens der Ingenieure zahlreiche Vorschläge gemacht, die auf die Herstellung künstlicher Sammelbecken in den Seitenthälern der oberen Maas hinausliefen. Nur die wenigsten derselben schienen indessen für die Ausführung geeignet, da bald die Höhe der Herstellungskosten, bald das geringe Fassungsvermögen der Sammelbecken, bald deren Entfernung von den Orten des Wasserverbrauches zu begründeten Bedenken Veranlassung gaben. Namentlich wurde auf das Fassungsvermögen der Teiche großes Gewicht gelegt, nachdem neben der Speisung der Kanäle noch andere, weitgehende Pläne in den Vordergrund getreten waren.

2. Ferner liegende Pläne, welche anlässlich der Erweiterung der Wasserversorgung verfolgt wurden.

Das Maas-Thal verdankt einen wesentlichen Theil seiner Erträge der künstlichen Bewässerung seiner Wiesen; doch hat in dieser Hinsicht die wirtschaftliche Entwicklung noch keineswegs ihren Höhepunkt erreicht, da der Fluss zu den in Betracht kommenden Zeiten die erforderlichen Wassermengen nicht abzugeben vermag. Der Generalrath des Maas-Departements stellte deshalb bei der Staatsregierung den Antrag, die für die Erweiterung der Kanalspeisung in Aussicht genommenen Sammelbecken in solchem Umfange anzulegen, dass der Landwirtschaft zu jeder Zeit das erforderliche Rieselwasser abgegeben werden könne.

Auch glaubte man die Gelegenheit benutzen zu sollen, um durch Aufspeicherung der Niederschläge die Anschwellungen der Maas, welche besonders im Sommer für den Wiesenbau häufig verderbenbringend sind, einzuschränken bzw. zu regeln, und um ferner die niedrigen Sommerwasserstände des Flusses zu heben, wodurch sowohl der Schifffahrt wie auch dem Gewerbe erhebliche Vortheile erwachsen müssten.

Endlich fasste man noch Pläne der Landesvertheidigung ins Auge, indem man die gewonnenen Wasservorräthe durch geeignete Ablass-Vorrichtungen unter Umständen zu folgenden Zwecken dienstbar zu machen gedachte:

- 1) Zur Ueberfluthung der Festungen Verdun, Sedan und Mézières;
- 2) zur Erzeugung einer Fluthwelle in der Maas, durch welche der Feind für mehrere Tage in wirksamer Weise an der Ausführung wasserbaulicher Anlagen innerhalb des Flussgebietes verhindert werden sollte;
- 3) zur Ueberfluthung des gesammten Maas-Thales bis zur Grenze, für die Dauer von 2 bis 3 Tagen;
- 4) zur Erzeugung örtlicher Ueberschwemmungen von geringerer Ausdehnung, aber längerer Dauer, zu welchem Zwecke an geeigneten Stellen des Flusses Wehranlagen hergestellt werden sollten.

Den Ingenieuren Poincaré und Müntz war es nun gelungen, ein Seitenthal im Gebiete der oberen Maas ausfindig zu machen, welches zur Herstellung eines den vorbezeichneten Zwecken genügenden Sammelbeckens günstige Gelegenheit bot. Etwa 10 km östlich vom Städtchen Neufchâteau an der Maas (s. Fig. 4, Bl. 23) befindet sich im Gebirge eine, aus zwei zusammenhängenden Thälern bestehende, gabelförmige Einsattelung, die ehemals, wie aus verschiedenen Anzeichen hervorgeht, einem größeren See als Becken gedient hat. Gegenwärtig bilden die beiden Thäler die Gerinne der Bäche Vair und Vraine, welche sich weiterhin vereinigen, um in gemeinsamem Laufe der Maas zuzuströmen. Seitens der Ingenieure wurde vorgeschlagen, diese Einsenkung unterhalb des Zusammenflusses der beiden Gewässer durch einen Erddamm von 195 m Länge und 11 m Höhe abzusperren. Da die Thäler oberhalb der geplanten Absperrung ein verhältnissmäßig geringes Gefälle haben, so würden dieselben durch die beabsichtigte Aufstauung, wenn diese ohne besondere Vorkehrungen zur Ausführung gelangte, auf viele Kilometer hin, zur argen Benachtheiligung mehrerer Ortschaften unter Wasser gesetzt werden. Das Sammelbecken sollte deshalb auch nach oberhalb, sowie in den seitlichen Ausbuchtungen der Thäler durch Querdämme von 5 bis 6 m Höhe abgeschlossen werden. Um ferner die seitlichen Hänge der Einsenkung in ihren höheren Lagen vor der Ueberstauung zu sichern, sollte das Sammelbecken längs der Berglehnen mit einer etwa 4,5 m hohen Umwallung versehen werden. Am Fusse der äusseren Böschung derselben waren Gräben zur Ableitung des von den angrenzenden Höhen herabkommenden Wassers vorgesehen. Das nach den vorstehenden Gesichtspunkten entworfene Sammelbecken wies eine wasserbedeckte Fläche von 700 ha und einen Fassungsraum von 43 Mill. cbm auf. In Betreff der Möglichkeit, den Teich zu füllen, bestanden keine Zweifel.

Rechnete man nun von dem Wasservorrathe 8 Mill. cbm zur Speisung der Kanäle und 10 Mill. cbm für gewerbliche Zwecke, so blieben immer noch 25 Mill. cbm Wasser übrig, welche für landwirtschaftliche Bedürfnisse abgegeben werden konnten.

Es erfordert 1 ha Wiesenfläche zu seiner Berieselung jährlich etwa 3000 cbm Wasser, mithin konnte man etwa 8000 ha Wiesen bewässern, deren Mehrertrag auf $8000 \cdot 40 = 320\,000 \mathcal{M}$ zu schätzen war. Die Kosten des Sammelbeckens waren zu 8 Mill. \mathcal{M} (d. i. zu

0,186 \mathcal{M} f. d. cbm) berechnet worden. Dagegen wurde der dem Maas-Thale erwachsende jährliche Gesamtgewinn auf 1,6 Mill. \mathcal{M} veranschlagt, so dass sich hiernach das Anlagekapital mit 20 % (zum wesentlichen Theile natürlich nur mittelbar) verzinst haben würde. Die Kosten der Ausführung sollten theils vom Staate, theils von den betreffenden Departements, theils endlich von den einzelnen Landwirthen und Gewerbetreibenden aufgebracht werden. Der Kriegsminister lehnte indessen seine Betheiligung an dem Unternehmen ab, und da auch im Uebrigen die erforderlichen Mittel nicht in der wünschenswerthen Weise flüssig zu machen waren, so musste der so wohl erwogene und viel verheissende Plan des Vair-Beckens vorläufig fallen gelassen werden. Doch dürfte hiermit das Schicksal desselben noch nicht für immer besiegelt sein; vielmehr ist anzunehmen, dass die Anlage späterhin unter günstigeren Umständen dennoch zur Ausführung gelangen wird. Man verfolgte nunmehr nur noch die Vervollständigung der Speisung der Kanäle und entschloss sich zur Ausführung der Anlagen, welche bereits weiter oben des Näheren bezeichnet worden sind.

3. Bestimmung der einzelnen Anlagen des endgültig angenommenen Wasserversorgungsplanes.

Die Wasser-Hebewerke bei Toul, zu deren Betriebe das Stauwasser dreier Nadelwehre mit einer rohen Leistungsfähigkeit von 850 Pferdest. zur Verfügung steht, sollen in der Sekunde 650 bis 900 l Wasser auf rund 40 m Höhe heben. Das Wasser gelangt durch einen Speisegraben in die östliche Endigung der Kanalhaltung von Pagny und wird theils zur unmittelbaren Speisung dieser Haltung selbst, sowie des Ostkanales bis Sorcy und der nach Toul führenden Schleusentreppe benutzt, theils durch Dampfpumpen mit einer Leistungsfähigkeit von 250 Pferdest. auf eine Höhe von rund 37 m gehoben und mittels eines Speisegrabens in die Scheitelhaltung von Mauvages geführt, um sowohl diese wie auch die von ihr abhängigen Theile der angrenzenden Schleusentreppen (bis St. Joire einerseits und bis Void andererseits) zu speisen.

Das Wasser des bis jetzt noch nicht zur Ausführung gebrachten Sammelbeckens im Gebiete der oberen Maas soll durch den Fluss bis in die Nähe des Kanales geführt und zu einem Theile bei dem Orte Pagny mittels Dampfmaschinen in die Kanalhaltung von Pagny zur Unterstützung der Wasserzuführung aus der Mosel gehoben werden.

Das Sammelbecken von Paroy endlich, welches 7 km von der deutschen Grenze entfernt liegt, dient zur Speisung des unterhalb belegenen Theiles der Meurthe-Treppe.

a. Die Turbinen-Pumpwerke bei Toul, im Besonderen das Pumpwerk bei Valcourt.

Von den vorgenannten Anlagen verdienen in technischer Hinsicht ganz besondere Beachtung die Pump-

werke bei Toul, von denen die bei den Orten Valcourt und Pierre-la-Treiche belegen sich bereits seit mehreren Jahren mit bestem Erfolge in Thätigkeit befinden. Valcourt liegt 2,5 km, Pierre-la-Treiche 4 km oberhalb der Festung Toul an den Ufern der Mosel, welche daselbst durch Nadelwehre kanalisiert ist und als Bett des neuen Ost-Kanales dient. Bei jedem der genannten Orte ist neben dem Flusse eine große Turbinen-Anlage errichtet, deren Betrieb durch das Stauwasser eines Wehres erfolgt. Das nutzbare Gefälle

beträgt bei Valcourt 4 m, bei Pierre-la-Treiche 2,5 m. Die natürlichen Bedingungen für die Benutzung der Wasserkraft sind in so fern sehr günstige, als die Wasser-Entnahmen nur zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes der Mosel erfolgen, welcher sehr geringen Schwankungen unterworfen ist und daher eine nahezu gleichmäßige Kraftquelle bildet. Die der Einrichtung der Anlagen zu Grunde gelegten Beziehungen zwischen Kraft und Arbeit sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Bezeichnung des Pumpwerkes	Nutzbares Gefälle m	Verfügbare Wassermengen (in d. Sek.)		Rohe Arbeitsleistung (= A)				Förderhöhe (= h) m	Fördermenge der Pumpen *) (= $0,50 \cdot \frac{A}{h}$)	
		geringste cbm	größte cbm	geringste		größte			geringste l	größte l
				mkg in d. Sek.	Pferdest.	mkg in d. Sek.	Pferdest.			
Valcourt	4,00	3,250	6,000	13 000	173	24 000	320	40,65	160	295
Pierre-la-Treiche	2,50	6.500	8,125	16 250	217	20 310	270	40,20	200	250
zus.	—	—	—	29 250	390	44 310	590	—	360	545

Zu den vorstehenden Angaben möge bemerkt werden, dass die Mosel bei Toul zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes eine Wassermenge von 9 cbm in der Sek. abführt. Hiervon waren behufs Ermittlung des verfügbaren Betriebswassers folgende Beträge in Abzug zu bringen:

- 1) Der durch die Undichtigkeiten der Nadelwehre verursachte Wasserverlust, welcher zu je 2 cbm angenommen worden ist;
- 2) der Bedarf der Förderpumpen, welche das zu hebende Wasser oberhalb der Turbinen-Kammern entnehmen;
- 3) bei dem Hebewerke zu Valcourt das Betriebswasser einer zur Stadt Toul gehörigen Mahlmühle im Betrage von 2,5 cbm, sowie das Wasser zur Speisung des Rhein-Marne-Kanales zwischen Toul und Nancy im Betrage von 0,5 cbm.

Um geeignete Entwürfe für die Maschinen-Einrichtungen zu erlangen, schrieb die Kanalverwaltung eine Wettbewerbung unter den bewährtesten Fabriken Frankreichs aus. Die maßgebenden Bedingungen waren in einem sehr sorgfältig bearbeiteten Bedingnishefte zusammengestellt. Für die Wahl der Maschinen wurde den Konstrukteuren im Allgemeinen freie Hand gelassen, nur war die Bedingung vorgeschrieben, dass jedes Hebewerk zwei von einander unabhängige, aber nach Bedürfnis mit einander in Verbindung zu setzende Gruppen von Kraftmaschinen und Pumpen erhalten sollte. Außer den Maschinen waren auch die baulichen Anlagen zu entwerfen, jedoch behielt sich die Verwaltung die Ausführung der letzteren vor. Es gingen 18 Entwürfe ein, in deren Mehrzahl Fontaine'sche Turbinen mit wagerechten Pumpen vorgesehen waren; im Uebrigen hatten Fourneyron'sche und Jonval'sche Turbinen, sowie Sagebien'sche Räder, theils mit wagerechten, theils mit senkrechten Pumpen Berücksichtigung gefunden. Der mit der Prüfung der Entwürfe betraute Ausschuss entschied sich für einen Entwurf der ersten Gruppe, u. zw. für denjenigen, welcher von der Fabrik von Callon & Feray in Paris eingereicht worden war.

Da die beiden Hebewerke nach durchaus gleichen Grundsätzen eingerichtet sind, so möge im Nachfolgenden nur die eine der beiden Anlagen, u. zw. diejenige von Valcourt, etwas näher beschrieben werden. Der Verf. sah dieses Werk in voller Thätigkeit und konnte sich davon überzeugen, dass das Lob, welches den betreffenden Einrichtungen seitens der Betriebsbeamten gezollt wurde, in jeder Hinsicht berechtigt war.

*) Für die Nutzleistung der Pumpen wurden seitens der ausführenden Fabrik 58% der aufgewendeten rohen Arbeit gewährleistet.

Wie der Plan (Fig. 5, Bl. 23) zeigt, besteht das Pumpwerk bei Valcourt aus einem Maschinengebäude, einer kleinen Werkstatt, einem Magazine und einem Wohnhause für die Maschinenwärter. Unter dem Maschinenhause (s. d. Schnitt, Fig. 6, Bl. 23) befinden sich 2 Turbinen verbesserter Fontaine'scher Anordnung von 3 m mittlerem Durchmesser, deren jede drei wagerechte doppeltwirkende Pumpen Girard'scher Anordnung betreibt. Die Pumpen jeder Gruppe liegen unter Winkeln von 120° um die senkrechte Achse der zugehörigen Turbinen vertheilt. Mit dieser Achse, welche in der Höhe des Fußbodens des Maschinenhauses gekröpft ist und ihr oberes Lager in einem aus Gusseisen bestehenden, kräftigen, dreibeinigen Bock findet, sind die Kolbenstangen der Pumpen mittels kurzer Lenkstangen verbunden. Aus den Pumpenstiefeln gelangt das Wasser durch gebogene Röhren in einen, in der Mitte des Gebäudes aufgestellten, gemeinsamen Windkessel; sodann wird es in die Steigleitung weiter gepresst, welche am unteren Ende des Windkessels ihren Anfang nimmt und unter dem Fußboden des Gebäudes weiter geführt ist. Jede Turbine wird mittels eines überwölbten Zuleitungs-Kanales gespeist, dessen auf der Seite des Oberwassers befindliche Oeffnung unter Wasser mit einem schmiedeisernen Gitter zur Abhaltung schwimmender Körper versehen ist. Die Eintritts-Oeffnungen der Kanäle sind mit Flügelmauern eingefasst und nach außen etwas geschweift angelegt, u. zw. theils um den Querschnitt der Oeffnung zu vergrößern, theils um das Einströmen des Wassers zu erleichtern. Um diese Kanäle zur Vornahme von Ausbesserungen trocken legen zu können, hat man an ihren Mündungen Dammbalken-Falze angebracht. Die Bewegung des Schützes in jedem Zuleitungs-Kanale erfolgt durch 2 Schraubenspindeln, deren jede an ihrem oberen Ende durch die als Mutter ausgebildete Nabe eines gezahnten Stirnrades geführt

ist. Die Drehung dieser Räder wird mittels kleiner Vorgelege durch eine Kurbelwelle von Hand bewirkt.

Die Druckleitung wendet sich alsbald, nachdem sie das Maschinen-Gebäude verlassen hat, nach Westen, überschreitet auf einer in Gitterwerk erbauten, leicht gewölbten Ueberführung, welche zugleich den Verkehr zwischen dem Beamtenhause und den Maschinen-Gebäuden vermittelt, den Ost-Kanal, und erhebt sich dann auf eine am linken Ufer der Mosel belegene Anhöhe, woselbst sie in den beckenartig ausgebildeten Anfang der offenen Speiseleitung einmündet. Die abgewinkelte Länge der Druckleitung beträgt 615^m, der lichte Durchmesser derselben 0,8^m. Für die Linienführung des Röhrenstranges war die möglichste Vermeidung verlorener Gefälle, sowie scharfer Richtungsänderungen maßgebend. Das Verhältnis der gekrümmten zu den geraden Strecken ist $\frac{1}{34}$, der kleinste Krümmungs-Halbmesser beträgt 2^m.

Um die Leitung entleeren zu können, was namentlich vor Eintritt des Winters zu erfolgen hat, sind an den beiden tiefsten Punkten derselben Entleerungshähne eingeschaltet. Der hohe Punkt der Leitung, welcher durch die Ueberführung derselben über den Kanal bedingt wurde, ist mit einem Luftablasshahne versehen. Die Röhre bestehen aus Gusseisen und haben, in den geraden Theilen, welche stehend gegossen werden konnten, 20^{mm} Wandstärke, in den Krümmungen eine solche von 23^{mm} erhalten. Die nutzbare Länge der einzelnen Stücke beträgt 4^m; die Verbindung derselben ist durch gewöhnliche Muffen bewirkt, welche durch Hanflitzen und Bleiverguss gedichtet sind. Nebenbei möge bemerkt werden, dass die Lieferung des Bleies bei der Verdingung der Anlieferung und Verlegung der Röhren besonders ausgeworfen worden war, um einer zu sparsamen Verwendung dieses Stoffes seitens der Unternehmer vorzubeugen. Für jede Muffenverbindung sind etwa 26^{kg} Blei verwendet worden.

Die Röhren wurden zunächst in der Gießerei auf 10^{at} Druck geprüft und späterhin, nach erfolgter Verlegung und Dichtung, einer nochmaligen Prüfung unter Anwendung eines Druckes von 8^{at} unterzogen. Die Verlegung der Leitung erfolgte in sehr vorsichtiger Weise, namentlich wurde die Unterbettung der Röhren auf das sorgfältigste ausgeführt. Bei Verfüllung der Gräben brachte man zunächst eine Lage fein gestampften Erdreiches und erst hiernach die sonstigen Ausschachtungsmassen ein. Der Rohrstrang ist, soweit er im Erdreiche liegt, zur Verhütung der Temperatur-Einwirkungen mit einer Erdschicht von mindestens 0,95^m Höhe bedeckt.

Kurz vor der oberen Ausmündung (s. Fig. 7, Bl. 23) ist die Leitung aus der steigenden in die wagerechte Lage übergeführt. Die Mündung selbst ist zur Erleichterung des Wasserausflusses kegelförmig erweitert und durch ein Gitter aus hochkantig gestellten Eisenstäben gegen das Eindringen fremder Körper geschützt, außerdem mit einer, um eine wagerechte Achse drehbaren, hölzernen Klappe (s. Fig. 8, Bl. 23) versehen, welche

letztere während des Stillstandes der Maschinen fest verschlossen wird. Das austretende Wasser ergießt sich in ein wannenförmiges, sorgfältig ausgemauertes Becken und fließt aus diesem in das offene Speisegerinne ab.

Letzteres hat von seinem Anfange bei Pierre-la-Treiche bis zu seiner Einmündung in die Kanalhaltung von Pagny (neben dem Tunnel von Foug) 13,2^{km} Länge und nimmt trotz des unebenen Geländes einen ziemlich gestreckten Verlauf. Etwa 4^{km} unterhalb von Pierre-la-Treiche mündet die 550^m lange Zweigleitung des Hebewerkes von Valcourt in das Hauptgerinne ein. Die Halbmesser der Krümmungen des letzteren mussten allerdings an einigen Punkten ziemlich klein gewählt werden (bis zu 35^m herab), sie betragen aber im Durchschnitte etwa 300^m. Die Erweiterungen des Querschnittes in den Krümmungen wachsen von 5^{cm} bei Halbmessern von 500—400^m bis zu 30^{cm} bei Halbmessern von 50—35^m.

Die Speiseleitung ist zum größten Theile als offener Graben ausgebildet und besteht nach Maßgabe der abzuführenden Wassermengen aus zwei Abschnitten, deren erster, zwischen Pierre-la-Treiche und Valcourt belegene (s. Fig. 9, Bl. 23) 0,95^m Wassertiefe und 0,0002 Längengefälle erhalten hat, während der andere, längere Abschnitt (Fig. 10 u. 11) 1,2^m Wassertiefe und 0,00015 Längengefälle aufweist. Die Grabentiefe ist um 0,1^m größer angenommen als rechnungsmäßig erforderlich war, da es zweckmäßig erschien, auf etwaige Verschlämmungen Rücksicht zu nehmen. Die Seitenwände des Grabens sind im Verhältnis von 2:3 geböschet; die Kronen der Böschungen liegen 0,5^m über dem Wasserspiegel und bilden zwei Bermen, welche sowohl für den Verkehr der Aufsichtsbeamten, wie auch für Zwecke der Unterhaltung dienen.

An einzelnen Stellen, wo der Untergrund aus durchlässigem Gebirge besteht, ist das Gerinne ausgemauert (Fig. 12, Bl. 23) und mit kreisförmiger Sohle versehen. Bei dem Orte Choloy musste die Leitung auf 328^m Länge tunnelartig durch einen vorspringenden Abhang geführt werden. Der Querschnitt der unterirdischen Strecke ist kreisförmig ausgemauert und hat bei 2^m Durchmesser 0,3^m Wandstärke erhalten. An zwei Stellen endlich, in der Nähe von Valcourt, wo die Leitung durch die tief eingeschnittenen Thäler der Bäche von Bouvades und Gar-le-Cou geführt werden musste, — die Sohlen der Einsenkungen liegen rund 41 bezw. 34^m unter der Sohle des Speisegerinnes — ist der offene Graben durch Düker aus gusseisernen Röhren von 1^m Durchmesser ersetzt. Die Röhren haben einem Drucke von 4^{at} zu widerstehen. Das Längengefälle der Dükerleitung beträgt bis zu 0,17 bezw. 0,30; die durch dieselben bedingten Druckhöhenverluste waren zu 1,19 bezw. 0,52^m ermittelt. Vor den Mündungen der Düker sind ebenso wie an der oberen Mündung der Druckrohrleitung eiserne Gitter und hölzerne Verschlussklappen angebracht, ferner auch beckenartige Erweiterungen der Speiseleitung ange-

ordnet, in denen die erdigen Beimengungen des Wassers sich niederschlagen sollen. Die Einflussumündungen der Düker (Fig. 13, Bl. 23) sind rechtwinklich zur Böschung der Klärbecken gestellt. Die eisernen Leitungen sind an ihren tiefsten Punkten mit Entleerungs-Ventilen und in den nahezu wagerechten tiefsten Strecken mit Mannlöchern versehen. Man hat angenommen, dass von jedem Mannloche aus nach jeder Seite der Leitung hin etwa 50^m Länge derselben nachgesehen und gereinigt werden können.

Erwähnt möge noch werden, dass die Speiseleitung an mehreren Stellen mit kleinen Einbauten zur Aufnahme von Balkenwehren versehen ist, so dass man durch Einlegung der Dammbalken, ohne beständig die Maschinen in Thätigkeit erhalten zu müssen, die Leitung unter Wasser halten und hierdurch gegen nachtheilige Veränderungen in Folge der Trockenlegung schützen kann. Ferner sind auch mehrere Ueberfall-Vorrichtungen angebracht, mittels deren der Wasserstand der Leitung geregelt, auch erforderlichen Falls die Entleerung der letzteren bewirkt werden kann.

Die Gesamtkosten für die bei Toul ausgeführten neuen Wasserversorgungs-Anlagen belaufen sich auf 1 038 400 *M.* Hiervon entfallen 188 560 *M.* auf das Pumpwerk bei Pierre-la-Treiche (Gebäude, Maschinen und Steigeleitung), 312 320 *M.* auf das Pumpwerk bei Valcourt (einschließlich der Zweigleitung zum Hauptspeiserinne), endlich 538 160 *M.* auf das Speiserinne. Aus diesen Kosten ergibt sich unter der Annahme, dass jährlich 3 650 000 ^{cbm} Wasser gehoben werden und dass das Anlage-Kapital mit Rücksicht auf die erforderlichen Abschreibungen mit 6 % zu verzinsen sei, der Preis eines aus der Mosel in den Rhein-Marne-Kanal geförderten Kubikmeters Wasser zu 0,0168 *M.*, freilich ohne Rücksicht auf die (geringen) Betriebskosten.

b. Das Dampf-Pumpwerk bei Vacon.

Am westlichen Ende der Kanalhaltung von Pagny, bei dem Oertchen Vacon, ist ein Dampf-Pumpwerk errichtet, welches in 24 Stunden bis zu 40 000 ^{cbm}, oder in d. Sek. bis zu 500^l Wasser auf 37^m Höhe zu heben im Stande ist. Die Nutzleistung der Maschinen beträgt hiernach $\frac{500 \cdot 37}{75} =$ rund 250 Pferdest. Die Pläne für die Einrichtung dieser Anlagen wurden ebenfalls auf dem Wege der Wettbewerfung beschafft, wobei wiederum die Anordnung zweier, von einander unabhängigen Gruppen von Kraft- und Arbeitsmaschinen als Bedingung vorgeschrieben war. Außerdem wurde verlangt, dass für jede nutzbar gemachte Pferdest. in der Stunde nicht mehr als 1,8^{kg} Kohle verbraucht werden solle.

Die von dem Geschäftshause Cail & Comp. in Paris ausgeführte Anlage besteht aus einem Maschinen-Gebäude mit anschließendem Kesselhause, einem Kohlenplatze, einer kleinen Werkstatt und einem Beamten-Wohnhause mit Zubehör. In dem Maschinen-

hause befinden sich zwei liegende Dampfmaschinen mit einer gesammten Leistungsfähigkeit von 300 indicirten Pferdest. Die Kolbenstange jedes Dampf-cylinders ist mit der Kolbenstange einer liegenden Girard'schen Pumpe fest verbunden. Da der Kolbenhub 1,7^m beträgt, bei der stärksten Beanspruchung der Maschine in jeder Minute 30 Umdrehungen der Schwungradwelle erfolgen, so laufen die Kolben mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1,7^m. Der Durchmesser der Pumpenkolben beträgt 0,46^m, derjenige der Dampf-cylinder 0,85^m. Zu jeder Maschine gehören 2 Dampfkessel gewöhnlicher Art mit 2 Siederohren und Vorwärmern; jeder Kessel hat eine Heizfläche von 90^{qm}. Ein fünfter Kessel dient zur Aushilfe bei etwaigen Ausbesserungen. Der stündliche Kohlenverbrauch wurde seitens der Maschinenfabrik zu 0,95^{kg} für jede nutzbar gemachte Pferdest. gewährleistet.

Vor den Kesseln liegt in dem Kesselhause ein Gleis von 0,8^m Spurweite, welches bis zu dem Kohlenlagerplatze verlängert ist. Auf diesem Gleise werden mittels kleiner Wagen die Kohlen bis dicht vor die Feuerungsthüren gefahren. Diese Wagen dienen zugleich zur Beseitigung der Asche.

Der Speisekanal, welcher die Pumpen mit Wasser versorgt, steht an seiner nordöstlichen Endigung mit dem Gerinne in Verbindung, welches das Wasser der Quellen von Vacon der Kanalhaltung von Pagny zuführt, so dass sowohl der Zufluss jener Quellen wie auch das aus der Mosel zugeführte Wasser des Kanals zur Förderung verwendet werden kann. Aus den Pumpen gelangt das Wasser durch eine 165^m lange gusseiserne Druckrohrleitung auf eine südwestlich von dem Maschinenhause gelegene Anhöhe, auf welcher das nach der Scheitelhaltung von Mauvages führende, 8^{km} lange Speiserinne seinen Anfang nimmt. Letzteres ist, soweit nicht die Ueberschreitung von Thälern die Anwendung eiserner Düker nothwendig machte, als offene Leitung von der in Fig. 14, Bl. 23 skizzirten Querschnittsform ausgeführt. Der aus sehr durchlässigem Gebirge bestehende Untergrund veranlasste die vollständige Ausmauerung des Gerinnes. Die Betonsohle ist segmentförmig gebogen, so dass sowohl die Erd- wie auch die Beton-Arbeiten auf das geringste Mafs beschränkt wurden. Das ausgeschachtete Erdreich ist auf der Thalseite des Gerinnes zu einer Berme aufgeschüttet worden.

Die Kosten der Anlage berechnen sich wie folgt:

Maschinen.....	228 800 <i>M.</i> ,
Gebäude und Zubehörungen.....	150 480 „
Steigeleitung.....	18 720 „
Speiserinne.....	465 520 „

zus. 863 520 *M.*

Hiernach hat die Anlage für jede nutzbar gemachte Pferdest. einen Kosten-Aufwand von rund 3456 *M.* erfordert. Nimmt man an, dass die Maschinen während ihres Betriebes, bei einer mittleren jährlichen Dauer desselben von 100 Tagen, in d. Sek. durchschnittlich

nur 250^l, oder im Jahre rund 2 000 000^{cbm} in die Speiseleitung fördern, rechnet man ferner die Verzinsung des Anlage-Kapitals unter Berücksichtigung der Tilgung zu 6%, so berechnen sich die Verzinsungskosten f. 1^{cbm} in den Kanal geförderten Wassers zu

$$\frac{0,06 \cdot 863\,520}{2\,000\,000} = 0,026 \mathcal{M}.$$

Die Betriebskosten für die Förderung des Wassers setzen sich aus zwei Theilen zusammen: Der eine derselben ist unveränderlich und begreift die Gehälter der fest angestellten Maschinisten, die Kosten für Schmieren und Reinigen der Maschinen, für Brennstoff zur zeitweiligen Ingangsetzung der Maschinen (welche bei ruhendem Betriebe in der Regel wöchentlich einmal eine Stunde lang erfolgt), ferner die Ausgaben für Stopfbedarf, Beleuchtung, Unterhaltung und Ausbesserung der Maschinen, der Gebäude und des Speiserinnes in sich. Dieser Theil berechnet sich in dem vorliegenden Falle zu 8 800 \mathcal{M} im Jahre.

Der andere Theil der Betriebskosten hängt von der Dauer und zum Theile auch von der Anspannung der Maschinen ab und setzt sich zusammen aus den Kosten für die Hilfsmannschaft, für den Verbrauch an Brennstoff, sowie für Schmieren und Reinigen der Maschinen, ferner aus den Ausgaben für Beleuchtung des Kessel- und Maschinenhauses und für Heizung des letzteren. Dieser Theil berechnet sich beispielsweise für eine Förderung von 400^l in der Sek. und bei einer Dauer des Maschinen-Betriebes von 100 Tagen zu 18 800 \mathcal{M} . Hiernach stellen sich die Betriebskosten für die Förderung von 1^{cbm} Wasser auf 37^m Höhe zu

$$\frac{8\,800 + 18\,800}{0,4 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 100} = 0,008 \mathcal{M},$$

die Gesamtkosten also auf 0,026 + 0,008 = 0,034 \mathcal{M} .

c. Das Sammelbecken von Paroy,

welches die Niederschläge eines 1193^{ha} grossen Sammelgebietes aufzunehmen bestimmt ist, liegt, wie bereits erwähnt wurde, etwa 7^{km} von der deutschen Grenze entfernt, dicht neben dem Kanale und ist mit seiner Hauptachse von N.O. nach S.W. gerichtet. Das Wasser desselben wird durch einen etwa 420^m langen Sperrdamm auf 5,55^m Höhe gestaut. Die wasserbedeckte Fläche des gefüllten Beckens beträgt bei 1800^m grösster Länge und 1000^m grösster Breite desselben rund 73^{ha}, der Fassungsraum 1 710 000^{cbm}. Der Wasserspiegel liegt nur 0,45^m tiefer als die Fußböden der Häuser des benachbarten Dorfes Bures. Bei dieser verhältnismässig hohen Anspannung des Wasserspiegels musste auf eine hinreichende Grösse der selbstthätigen Ueberlauf-Vorrichtungen besonderes Gewicht gelegt werden.

Der Sperrdamm (Fig. 15, Bl. 23) lehnt sich mit dem Fusse seiner äusseren Böschung gegen den Damm der von Dombasle nach Saarburg führenden Staats-Strafse, so dass an neuer Schüttung erheblich gespart werden konnte. Die 4,5^m breite Krone des Dammes, welche 0,7^m über dem Spiegel des gestauten Wassers liegt, ist nach dem Becken hin mit einer 1^m

hohen und 0,5^m starken Brustwehr versehen. Das Neigungs-Verhältnis der Dammböschungen beträgt 2:3; die innere Böschung ist indessen durch 2 Bermen in 3 Absätze zerlegt, deren freiliegende Flächen gegen die Einwirkungen der wechselnden Wasserstände, sowie gegen den Angriff der Wellen und des Eises mit Mauerwerk bezw. mit Pflaster bekleidet sind. Die Dammschüttung sollte bestimmungsmässig aus einem Gemische von 2 Theilen Thon und 3 Theilen Sand hergestellt werden. Die Beschaffung dieser Erdarten war aber mit Schwierigkeiten verknüpft, und man beschränkte sich deshalb darauf, den nach dem Wasser zu belegenen Theil des Dammes auf etwa 2,5^m Dicke aus thonhaltigem Sande zu bilden, während für den übrigen Theil der Schüttung der in der Nähe gewonnene Mergel Verwendung fand. Die Dichtung der Schüttung, welche in 25^{cm} dicken Lagen aufgebracht wurde, erfolgte theils durch einen besonders dazu gebauten, verschieden zu belastenden kleinen Wagen, bei dem die Räder durch eine grössere Anzahl gusseiserner Scheiben von 0,6^m Durchmesser und 0,05^m Dicke ersetzt waren, theils (an denjenigen Stellen, wo der Wagen nicht benutzt werden konnte) durch gusseiserne Handstößel.

Da die Sohle des Thales in ihren oberen Lagen aus Schlamm-Ablagerungen besteht, welche bei stärkerer Belastung leicht in Bewegung gerathen, so wurden unter dem vorderen Theile des Dammes die weichen Schichten auf etwa 5^m Breite und 4^m Tiefe beseitigt und durch gute Füllerde ersetzt. Diese eingeschnittene Schüttung schließt sich auf der dem Becken abgewendeten Seite hin stufenartig an die natürliche Erd-Oberfläche an. Im Uebrigen ist der Damm an seiner unteren Fläche durch 2 kofferartige Einschnitte in den Untergrund eingebunden. Zur Verhütung von Durchsickerungen ist unter dem Fusse der beckenseitigen Böschung des Dammes eine 1^m starke Mauer bis auf die undurchlässigen Erdschichten hinabgeführt.

Um das Sammelbecken vorschriftsmässig bedienen zu können, hat man dasselbe an zehn verschiedenen Punkten mit Pegeln versehen; ausserdem gehören zu der Anlage: ein Verdunstungs-Becken mit Verdunstungsmesser, ein Regenschirm, ein selbst-aufzeichnender Windmesser und mehrere Thermometer.

Die Kosten der Herstellung des Beckens haben 416 000 \mathcal{M} betragen.

d. Das Sammelbecken von Aouze, im Gebiete der oberen Maas.

In Betreff dieser Anlage, welche, wie bereits früher erwähnt wurde, zunächst nur im Entwurfe festgestellt ist und zur Unterstützung der Pumpwerke von Toul dienen soll, mögen folgende kurze Angaben genügen: Für die Herstellung des Beckens ist das Thal des Baches von Aouze, welcher sich in die Vrairie ergießt, in Aussicht genommen. Das Wasser soll auf 14,3^m Höhe gestaut werden; hierbei wird die Oberfläche desselben 120^{ha} bedecken, und das Fassungsvermögen

des Beckens wird 6 900 000 ^{cbm} betragen. Da das Niederschlags-Gebiet des Baches von Aouze zur Füllung des Sammelbeckens nicht ausreicht, so beabsichtigt man, den benachbarten Deuë-Bach zur Speisung mit heranzuziehen, zu welchem Zwecke die Wasserscheide beider Gewässer mittels eines 2400 m langen, gemauerten Tunnels durchbrochen werden soll. Die Fläche beider Sammelgebiete zusammen beträgt 4500 ha.

Die Dampfmaschinen, welche das durch die Maas zugeführte Wasser des Sammelbeckens von Aouze bei Pagny in den Rhein-Marne-Kanal fördern sollen, würden in d. Sek. etwa 275 ^l auf 5,5 m Höhe zu heben haben und demgemäß eine Leistungsfähigkeit von $\frac{275 \cdot 5,5}{75} = 20$ Nutz-Pferdest., oder von 27 bis 30 indie. Pferdest. erhalten müssen. Die Kosten der Anlage sind auf 76 000 M veranschlagt.

IV. Ueber die Handels- und Verkehrs-Verhältnisse auf dem erweiterten Rhein-Marne-Kanale

sind dem Verwaltungs-Berichte von 1884 die nachstehenden Angaben entlehnt:

Aus den amtlichen Aufzeichnungen, welche während des Jahres 1884 in Betreff der beladenen Schiffe und der beförderten Lasten an den Hauptschleusen des Kanales gemacht wurden, ergeben sich die nachstehenden, unter Berücksichtigung der ganzen Länge des Kanales berechneten Mittelwerthe:

Verkehr nach dem Rheine		Verkehr nach der Marne		Verkehr nach beiden Richtungen zusammen	
Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t	Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t	Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t
1397	244 352	2243	403 542	3640	647 894

Dagegen beliefen sich die durchschnittlich geförderten Lasten im Jahre 1874 auf 401 000 t,
 „ „ 1882 „ 556 000 t,
 „ „ 1883 „ 647 000 t.

Man erkennt hieraus, dass die Erweiterung des Kanales einen sehr bemerkbaren Einfluss auf die Steigerung des Verkehrs ausgeübt hat. Auch zeigt die obige Zusammenstellung, dass der Verkehr in der Richtung vom Rheine nach der Marne denjenigen der entgegengesetzten Richtung fast um das Doppelte übertrifft.

Der Kanal hat nur einen verhältnismäßig geringen Durchgangsverkehr zu bewältigen, vielmehr dient er hauptsächlich zur Vermittelung des Handels zwischen den angrenzenden großen Gewerbe- und Handelsplätzen der durchschnittlichen Bezirke. Die in sämtlichen Häfen des Kanales im Jahre 1884 verladenen Frachten betragen 1 404 000 t. Drei Viertel dieses Verkehrs entfallen auf das Departement „Meurthe und Mosel“, welches sich namentlich durch seine hoch entwickelte Salz- und Eisenindustrie auszeichnet.

Der an der deutsch-französischen Grenze für das Jahr 1884 verzeichnete Durchgangs-Verkehr ergibt sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung. Die Ausfuhr aus Deutschland übertrifft die Einfuhr aus Frankreich ganz erheblich.

Verkehr nach dem Rheine		Verkehr nach der Marne		Verkehr nach beiden Richtungen zusammen	
Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t	Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t	Anzahl der beladenen Schiffe	Geförderte Lasten t
1092	188 211	3386	567 543	4478	755 754

Den Hauptbestandtheil der Ausfuhr bilden die Steinkohlen aus Saarbrücken, welche besonders in den Departements Meurthe und Mosel und der Maas Absatz finden, aber selbst bis Paris gehen; im Uebrigen werden Hölzer aus den Vogesen, Ziegel- und Dachsteine, sowie Werksteine nach Frankreich geliefert. Die Einfuhr nach Deutschland dagegen besteht über die Hälfte aus Rohstoffen für das deutsche Metall-Gewerbe, zu einem Drittel aus Rohstoffen für die Ziegeleien und Glashütten der Reichslande (Kaolin, Quarzsand, weiße Kiesel) und zum Reste aus Getreide (Weizen, Roggen, Gerste usw.).

In Vitry-le-François theilt sich der Verkehr des Rhein-Marne-Kanales in zwei Hauptströme, deren einer nach dem Westen des Landes (Paris und Rouen), der andere nach dem Norden gerichtet ist. Der erstere begreift fast sämtliche Brennstoffe, Werksteine und Nutzhölzer, sowie die Erzeugnisse der Salz- und Soda-Siedereien in sich. Der zweite, der weitaus wichtigere, führt dem Osten des Landes den Koke des Nordens, das Getreide des Hafens von Dünkirchen, das Kaolin von St. Valery und andere Rohstoffe des Thongewerbes zu; in umgekehrter Richtung versorgt er die Gießereien und Fabriken des Nordens mit Roheisen und führt ferner Phosphate nach Dünkirchen zur überseeischen Ausfuhr. Dieser Verkehr wird sich voraussichtlich mit der Eröffnung des Aisne-Oise-Kanales noch erheblich steigern.

Was die Schifffahrts-Verhältnisse des Rhein-Marne-Kanales anbelangt, so wurde derselbe im Jahre 1884 von 1544 Schiffen und Flößen benutzt. Die Anzahl der Menschen, welche auf den Schiffen leben und keine andere Wohnung haben, wird auf 4500 geschätzt.

Das Treideln der Fahrzeuge erfolgt fast ausschließlich durch Pferde, u. zw. werden Ladungen von mehr als 120 bis 140 t von 2 Pferden, und Ladungen von 100 bis 120 t von einem Pferde gezogen. Die im Gebiete des Kanales einheimischen Schiffer sind zum großen Theile zugleich Besitzer ihrer Treidel-Gespanne. Die Pferde werden in einem Stalle auf dem Schiffe selbst untergebracht. Durch Menschenkraft werden nur auf dem östlichen Theile des Kanales die kleinen Fahrzeuge geschleppt, welche Hausteine, Ziegel und Hölzer auf kleinere Entfernungen

(bis zu 150^{km}) befördern. Dagegen werden die Flöße sämtlich von Menschen getreidelt. In der Regel ziehen an einem Floße 2 Schiffer, einer auf jeder Seite des Kanales.

Die Fahrgeschwindigkeit der Schiffe auf dem Kanale ist nach deren Bauart verschieden.

Die nachstehende Zusammenstellung giebt für die verschiedenen Formen der Fahrzeuge die mittleren Geschwindigkeiten an:

Bezeichnung der Fahrzeuge	Geschwindigkeiten in der Stunde	
	beladen km	leer km
Vlämische Fahrzeuge.....	1,90	3,35
Eiserne Fahrzeuge (Champagne).....	2,15	3,75
Elsässische und preussische Fahrzeuge ...	2,40	4,00
Dampfschiffe	4,00	5,00
Flöße	1,20	—

Die vorstehenden Zahlen bezeichnen die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge bei ungehindertem Laufe in freier Strecke. Um die mittleren Geschwindigkeiten für einen bestimmten Reiseweg zu finden, hat man die Aufenthalte in Betracht zu ziehen, welche die Fahrzeuge beim Durchfahren der Schleusen und Tunnel erleiden. Letztere können für jede der beiden Fahrrichtungen nur zu bestimmten Zeiten benutzt werden. Der Aufenthalt bei den Schleusungen beträgt 16 bis 17 Minuten für die beladenen, und 12 Minuten für die leeren Fahrzeuge gewöhnlicher Art, ferner 12 Minuten für beladene Dampfschiffe und 20 Minuten für die Flöße.

Die Fahrzeuge, welche durch Pferde getreidelt werden, laufen gewöhnlich täglich 13 Stunden und legen während dieser Zeit im beladenen Zustande 18 bis 20^{km}, im leeren Zustande 35^{km} zurück. Die

Flöße dagegen pflegen in der gleichen Zeit nicht über 13^{km} hinauszukommen. Die Dampfschiffe endlich, welche zwischen Rouen, Paris und Nancy regelmäßig verkehren, laufen 18 Stunden am Tage und legen 45 bis 50^{km} zurück.

Die Beförderungs-Kosten sind Schwankungen unterworfen, welche von der Anzahl der jeweilig verfügbaren Pferde abhängen. Die Preise steigen also zur Zeit der Hauptthätigkeit der landwirthschaftlichen Betriebe, sowie beim Anwachsen des Verkehrs nach einer bestimmten Richtung.

Auf 1^{km} bezogen und unter Einrechnung des Lohnes für den Treidelknecht, gestalten sich die Zugkosten im Durchschnitte, wie folgt:

- 1) Für Fahrzeuge, welche mit etwa 200^t beladen sind und von zwei Pferden gezogen werden 0,8 bis 0,96 *M*;
- 2) für Fahrzeuge, welche mit 100 bis 140^t beladen sind und von einem Pferde gezogen werden 0,72 bis 0,76 *M*;
- 3) für leere Fahrzeuge, je nach der Dauer der Benutzung der Pferde und deren Anzahl (ob 1 od. 2 Stück) 0,36 bis 0,6 *M*;
- 4) für Flöße, je nach der Art der zu benutzenden Hilfszufuhrstraße und der zu durchlaufenden Wegelängen 0,52 bis 0,68 *M*.

Die Kosten für Miethung eines Fahrzeuges betragen für den Tag 9,6 bis 12 *M*, diejenigen für Ein- und Ausladen der Frachten, je nach der Art der letzteren, 0,32 bis 0,8 *M* f. d. ^t.

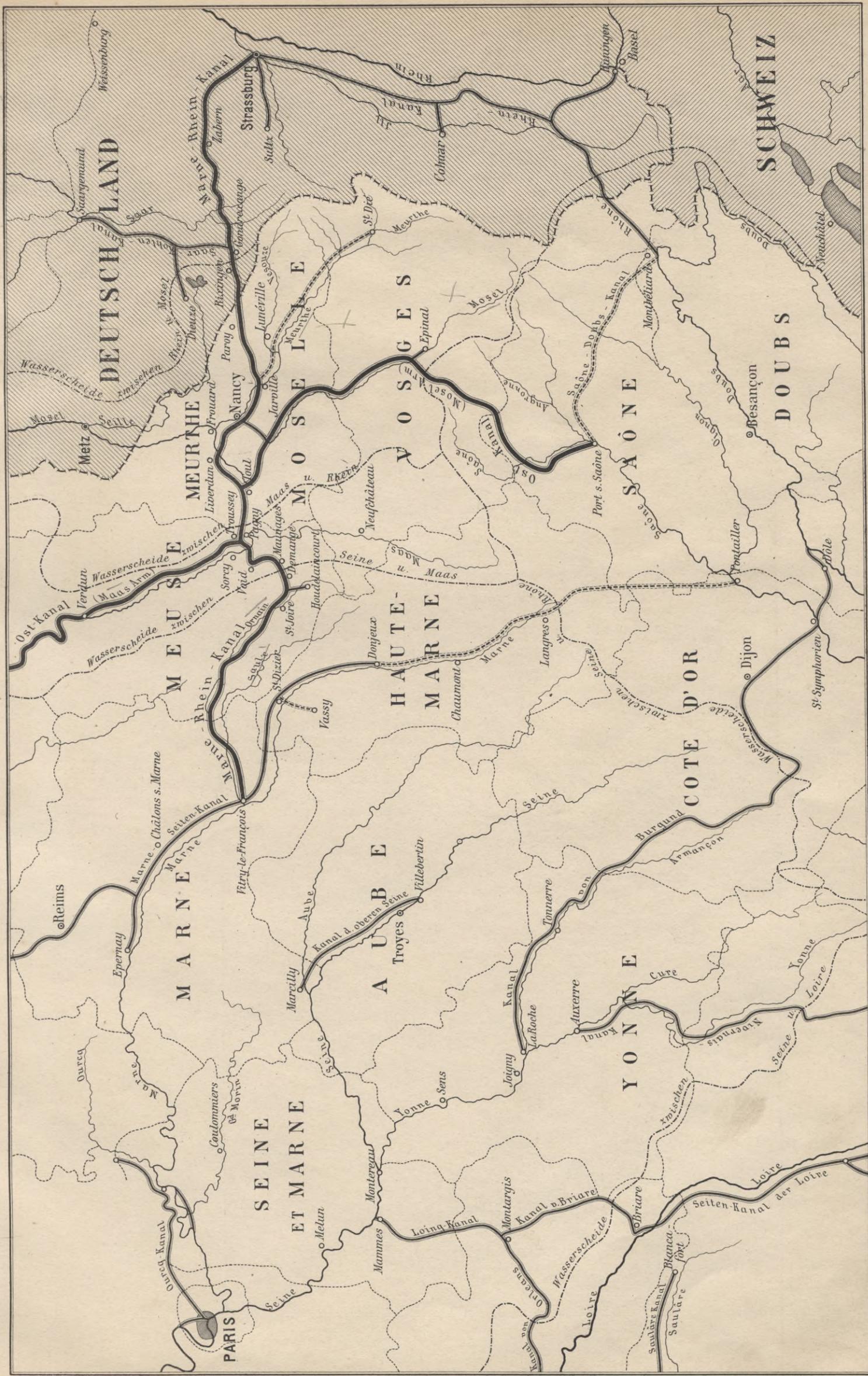
Die durchschnittlichen Frachtkosten, jedoch unter Ausschluss der Ladekosten, betragen f. d. ^{tkm}:

- 1) für Schiffe, welche mit Pferden getreidelt werden 0,013 bis 0,014 *M*;
- 2) für Schiffe, welche durch Dampfkraft befördert werden 0,024 *M* u. darüber.



Der Rhein - Marne - Kanal.

Fig. 1. Uebersichtsplan. 1:390 000.



Zeichen-Erklärung: Flüsse.

Kanäle.

geplante Kanäle.

Wasserscheiden.

Landesgrenzen.

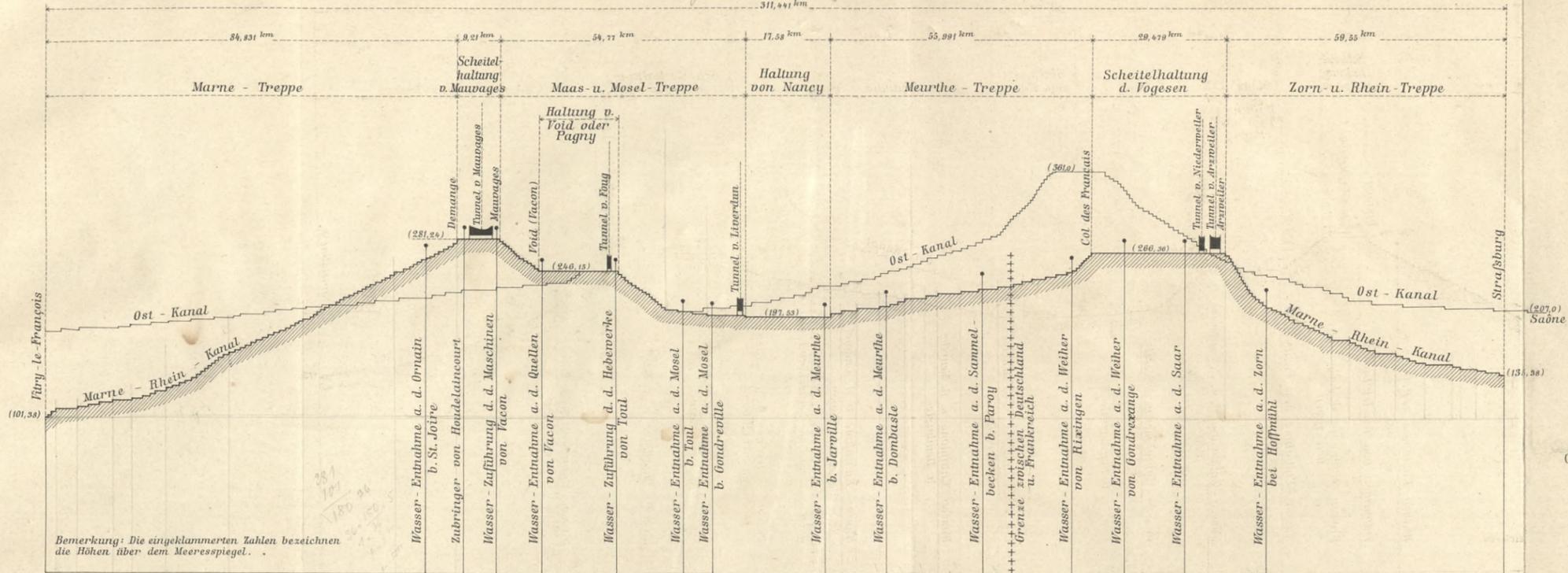
Departements-Grenzen.



Erweiterung des französischen Theils des Rhein-Marne-Kanals.

Fig. 2. Längenschnitt des Marne-Rhein-Kanals und des Ost-Kanals.

Länge 1:1000000 Höhe 1:5000



Bemerkung: Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Höhen über dem Meeresspiegel.

Fig. 3. Ursprünglicher Querschnitt des Rhein-Marne-Kanals. 1:300.



Fig. 7. Anschluss der Röhrenleitung an das offene Gerinne. 1:200.

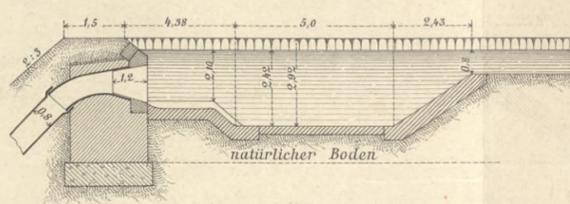


Fig. 9. Speise-Gerinne zwischen Pierre-la-Treiche und Valcourt. 1:200.

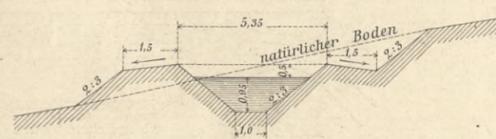


Fig. 13. Anschluss eines Röhren-Dükers an das offene Gerinne. 1:200.

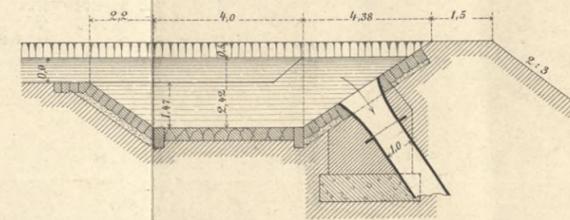


Fig. 12. Speise-Gerinne in durchlässigem Gebirge. 1:200.

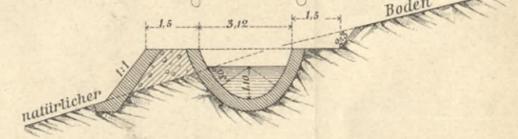


Fig. 4. Uebersichts-Karte zu dem geplanten Sammelbecken im oberen Maas-Gebiete. 1:480000.

Fig. 8. Klappe an dem oberen Ende der Röhrenleitung. 1:30.

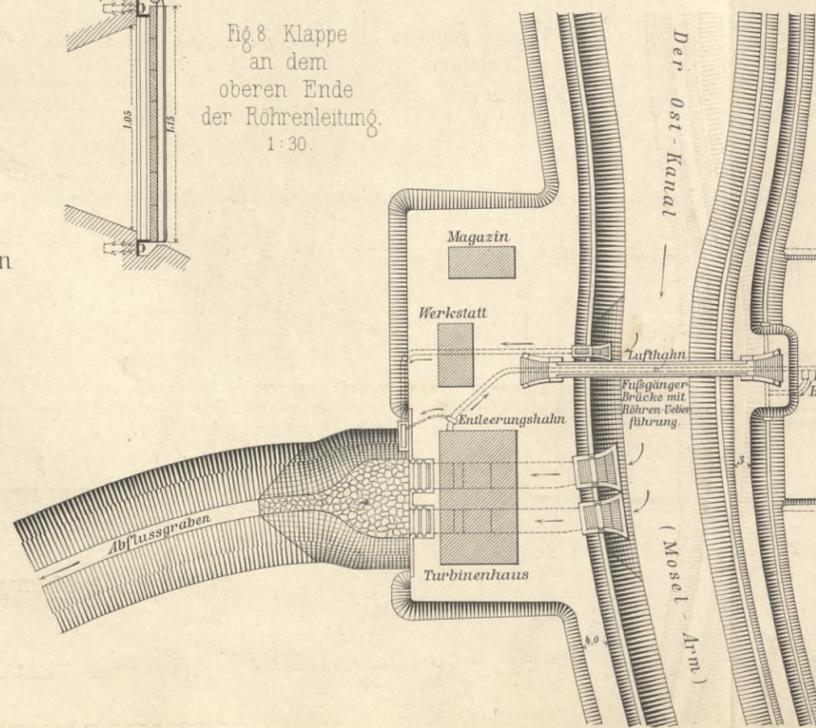


Fig. 5. Lageplan des Turbinen-Pumpwerks bei Valcourt. 1:1000.

Fig. 14. Speise-Gerinne des Dampf-Pumpwerks bei Vacon. 1:200.

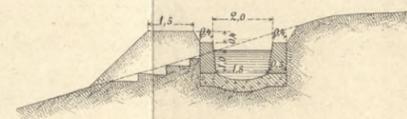


Fig. 6. Querschnitt des Turbinen-Pumpwerks bei Valcourt. 1:200.

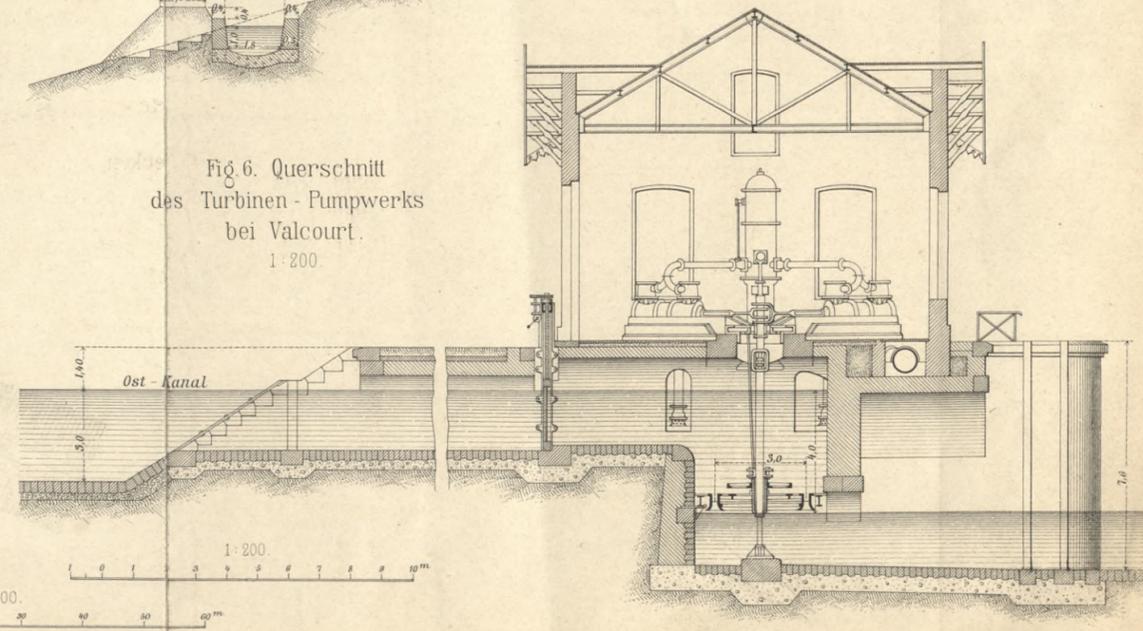


Fig. 15. Sperrdamm des Sammelbeckens von Paroy. 1:200.

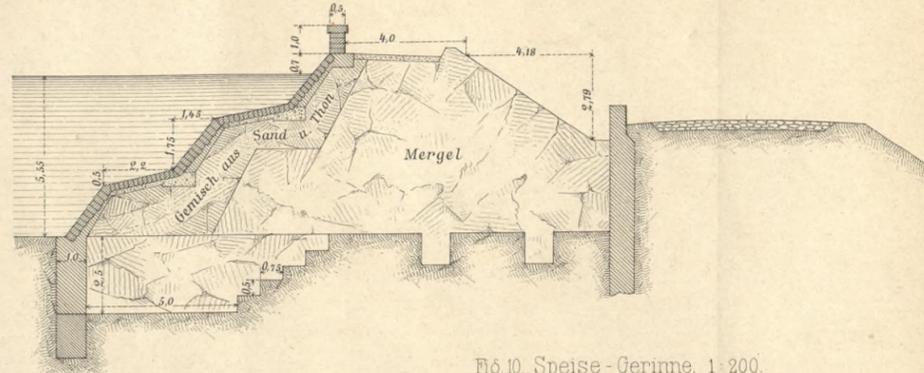


Fig. 10. Speise-Gerinne. 1:200.

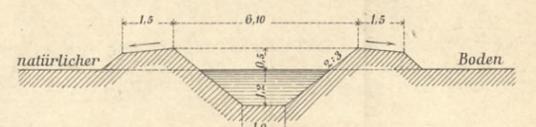
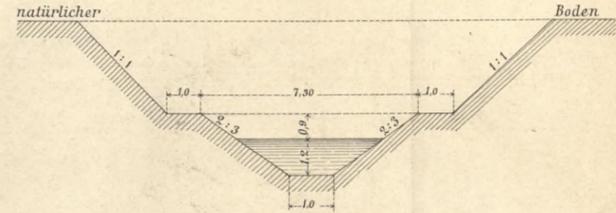
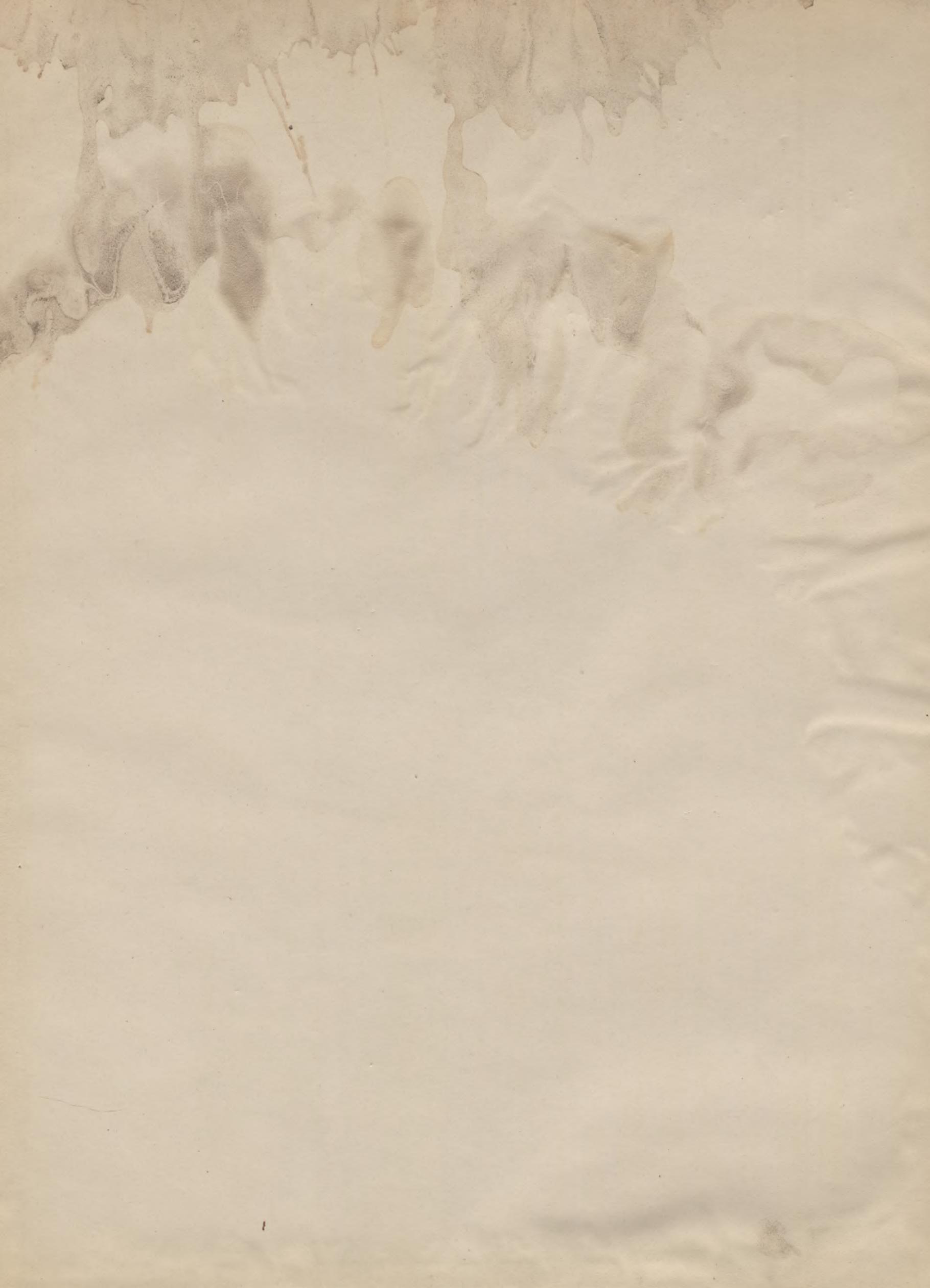


Fig. 11. Speise-Gerinne im Einschnitte. 1:200.





S.O.L.







POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

IV 34511
L. inw.

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000304087