

Deutsch-Oesterreichisch-Ungarischer Verband
für Binnenschifffahrt.

Verbands-Schriften.

No. LV.

Studien

betreffend das

Donau-Main-Kanal-Projekt.

Mittheilungen des technischen Amtes des
Vereins zur Hebung der Fluss-
und Kanalschifffahrt in Bayern.

Erstattet auf dem IV. Verbands-Tage in Budapest am
6. September 1899

vom

Königl. Bauamtman Hensel, Nürnberg.

Mit 2 Tafeln.



Berlin 1900.

Siemenroth & Troschel
W. Lützowstrasse 106.

x
1966/1

F. 2. 30

k.
2
9.99.
-10
F. 2
30

Deutsch - Oesterreichisch - Ungarischer Verband
für Binnenschifffahrt.

Verbands-Schriften.

No. LV.

Studien betreffend das
Donau-Main-Kanal-Projekt.

Mittheilungen des technischen Amtes des Vereins zur
Hebung der Fluss- und Kanalschifffahrt in Bayern.

Erstattet auf dem IV. Verbands-Tage in Budapest am
6. September 1899

vom

Königl. Bauamtmann Hensel, Nürnberg.

Mit 2 Tafeln.



Berlin, 1900.

Siemenroth & Troschel

W. Lützowstrasse 106.



1966/1

F. 2. 30



~~II 6890~~



01-351762

Akc. Nr.

~~2964~~ | 51

3PU-3-81/2018

Die bisherigen Arbeiten des technischen Amtes.

Vortrag des Herrn Königl. Bauamtmanns Hensel, Nürnberg.*)

Mit 2 Tafeln.

Das technische Amt des bayerischen Kanalvereins trat am 1. Januar 1899 ins Leben, nachdem die bayerische Abgeordnetenkammer trotz warmer Befürwortung seitens der k. Staatsregierung es wiederholt abgelehnt hatte, Mittel zur Herstellung eines Projektes für einen neuen Donau-Maingrossschiffahrtsweg zu genehmigen und so der bayerische Kanalverein auf Selbsthilfe angewiesen war. Das Amt besteht z. Z. aus 3 Beamten und 2 bis 3 Hilfsarbeitern.

Es hat sich im Allgemeinen folgende Aufgabe gestellt: Zu untersuchen, ob es überhaupt möglich ist, zwischen *Donau* und *Main* eine Wasserstrassenverbindung herzustellen, welche den neueren Anforderungen eines Grossschiffahrtsweges Rechnung trägt, auf welchem Wege dies geschehen kann, und was die Ausführung eines solchen Projektes voraussichtlich kosten würde.

Das technische Amt hat nun zuerst seine Arbeiten und Studien auf die Linienführung des jetzigen *Ludwigs-Donau-Mainkanals* ausgedehnt und zwar aus folgenden Gründen:

1. Liegt der Gedanke nahe, zu untersuchen, was gegebenenfalls aus dem jetzigen Kanal durch Umbau desselben zu machen wäre.
2. Hat die historisch gewordene Linie *Kelheim-Nürnberg-Bamberg* wohl ein Anrecht darauf, vor andern möglichen Linien untersucht zu werden.
3. Lassen sich aus den mit diesem Kanal geschaffenen Verhältnissen leichter Schlüsse ziehen auf die Verhältnisse eines mit grösseren Abmessungen ausgestatteten Schiffahrtsweges, wenn letzterer im Allgemeinen dasselbe Gebiet durchzieht.

*) Jetzt Regierungs- und Kreisbaurath in München.

4. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden dadurch vollständiger und auf Grund derselben lassen sich dann leichter Schlüsse ziehen bezüglich der Bauwürdigkeit und Kosten irgend einer andern Linie.

Der jetzige Donau-Mainkanal*) beginnt in Kelheim a. Donau etwa 35 km oberhalb Regensburg, benutzt von hier aus bis Dietfurt, d. i. auf eine Länge von 33 km den Altmühlfluss, der zu diesem Zwecke mit 12 Haltungen kanalisiert ist, steigt dann mit 20 Schleusen mit einer Gesamthöhe von 60 m auf zur Scheitelhaltung und erreicht hier die Höhe von 418 m über dem Meere. An die 23,5 km lange Scheitelhaltung schliesst sich eine steile Schleusentreppe mit 30 Haltungen und einer Gesamthöhe von 72 m an. Nach einer etwas längeren Zwischenhaltung folgt dann wiederum eine etwas flachere Treppe mit 17 Haltungen und 50 m Höhe. Hiermit hat der Kanal bereits 80 Schleusen hinter sich und ist auf der Höhe der Städte Nürnberg-Fürth 300 m über dem Meere angelangt.

Von Nürnberg-Fürth bis Bamberg folgen nochmals 19 Haltungen mit einem Gesamtgefälle von 62 m, so dass die Gesamtzahl der Schleusen des Kanals gerade 100 beträgt. Der Gesamtaufstieg auf der Donauseite hat 80 m Höhe, der Gesamtabstieg auf der Mainseite 180 m. Bei Bamberg ist der Kanal in die schiffbare Regnitz eingeleitet, welche sich einige km unterhalb Bamberg in den schaffbaren Main ergiesst.

Das Querprofil des jetzigen Donau-Mainkanals**) hat eine Sohlenbreite von rd. 10 m, eine Wasserspiegelbreite von rd. 15 m und eine normale Wassertiefe von 1,46 m, somit eine Querschnittsfläche von rd. 18 qm.

Bei der Neuprojectirung handelt es sich vor Allem um die Bestimmung des Nivellements und des Querschnitts des neuen Kanals.**)

Der vorjährige Verbandstag des deutsch-österreich-ungarischen Binnenschiffahrtsverbandes hat bezüglich des Querschnitts der zukünftigen Kanäle der Verbandsländer bestimmt, dass die Wassertiefe derselben mindestens 2,00 m betragen solle, um den Verkehr mit Schiffen von etwa 600 t Tragfähigkeit zu ermöglichen. Ein solches Schiff ist 64,0 m lang, 8,0 m breit und auf 1,80 m getaucht; sein grösster eingetauchter Querschnitt beträgt hiernach $8,0 \times 1,80 = 14,4$ qm. Nach

*) Siehe Tafel I. **) Siehe Tafel II.

diesem Querschnitt richtet sich die Profilfläche des Kanals und zwar wird selbst allgemein angenommen, dass die letztere mindestens das 4 bis 4,5fache des grössten eingetauchten Schiffsquerschnitts betragen müsse, somit etwa $4,25 \times 14,4 = 61,2$ qm.

Das Profil wird darnach wohl am Besten, wie in dem Nivellementsplan links unten skizzirt,*) gewählt; es erhält eine Sohlenbreite von 18,0 m, eine Wasserspiegelbreite von 30,0 m und eine normale Wassertiefe von 2,50 m und damit eine Fläche von 60 qm. Es ist dies genau dasjenige Profil, welches der Dortmund-Ems-Kanal aufweist, und nach welchem auch der Mittellandkanal angelegt werden soll.

Was das Nivellement eines zukünftigen Donau-Mainkanals anlangt, so lässt sich der für die Ausbildung desselben leitende Grundsatz in die 3 Worte zusammenfassen: möglichst lange Haltungen!

Bellingrath sagt in seinem klassischen Werke „Studien über Bau- und Betriebsweise eines deutschen Kanalnetzes“ S. 143: „Die Ausbildung der technischen Hilfsmittel, welche die Kanäle von dem bisherigen grossen Wasserbedarf unabhängig machen, gestattet eine grössere Ausbreitung und das Ineinandergreifen der Kanäle verschiedener Flussgebiete. Für jeden Kanal, ob von grösserer oder geringerer Bedeutung, sofern er überhaupt als bauwürdig erkannt werden muss, hat sich ergeben, dass der Verkehr möglichst grosser Schiffe am Ehesten eine Verzinsung sichert. Der Kanal muss so gebaut sein, dass auf freier Strecke, sowie innerhalb aller Kunstbauten ein rasches ungehindertes Fortkommen ermöglicht wird. Für jede Art von Schnellbetrieb ist eine Linie mit langen Haltungen und Zusammenfassung der Gefälle geboten, und weiter: die technische Behandlung neuer Kanalanlagen wird vor Allem die Bedingungen der Rentabilität, also neben der verhältnissmässigen Billigkeit der Anlage die Raschheit und Billigkeit der Beförderung im Auge behalten müssen. Die Erörterungen über die Betriebsweise haben ergeben, wie gleichzeitig neben einem möglichst kurzen Weg länggestreckte Kanalhaltungen zu erstreben sind, welche einen fahrplanmässigen, durch Niveauwechsel wenig unterbrochenen Betrieb gestatten. Ebenso wichtig wie die dadurch bedingte Konzentration der Gefälle ist die Aufgabe, solche Vorrichtungen zur Ueberwindung grosser Niveaudifferenzen zu schaffen,

*) Siehe Tafel II.

welche den Wasserkonsum der bisher üblichen Schleusen vermindern oder aufheben und dadurch die Scheitelstrecken vor Wassermangel sicher stellen. So lange die Anlage von Kanälen an den Schleusenbetrieb gebunden bleibt, wird die Anwendbarkeit derselben eine sehr beschränkte sein müssen. Gelingt es dagegen, die Wasserscheiden mit Schiffen jeder Grösse unabhängig von jedem Wasserbedarf zu überschreiten, so wird dadurch ein ungemeiner Fortschritt erzielt, dessen Bedeutung zu meist darin beruht, dass die Schifffahrtswege über den lokalen Wirkungskreis hinaustreten und befähigt werden, an dem grossen durchgehenden Verkehr theilzunehmen, der in gegenseitigem Austausch die Transportmengen vervielfachen muss.“

Die Forderung: „möglichst lange Haltungen“ bedingt die Zusammenfassung der Gefälle an einzelnen Stellen und die Anwendung von Schiffshebwerken entweder auf geneigter oder senkrechter Bahn.

Das Bestreben, derartige Schiffshebwerke zu konstruiren, geht bis in das Ende des vorigen Jahrhunderts zurück und ist heute noch nicht vollständig zum Abschluss gekommen.

Ein grosser Schritt vorwärts in dieser Richtung ist i. J. 1897 geschehen, als das Donau—Moldau—Elbkanal-Komitee ein Preisausschreiben erliess für Projekte zu Schiffshebwerken, welche gestatten sollten, in einem Zuge die beträchtliche Höhe von 100 m zu überwinden.

Regierungs- und Baurath Sympher — ein hervorragender Fachmann auf dem Gebiete der Binnenwasserstrassen — spricht sich darüber in der Zeitschrift für Binnenschifffahrt 1898 Heft 1, folgendermassen aus:

„Nach dem Ergebniss des Wettbewerbs ist wohl kein Zweifel mehr darüber vorhanden, dass

1. zur Ueberwindung grosser Gefälle geneigte Ebenen am geeignetsten sind und
2. Kanäle mittelst geneigter Ebenen ausführbar sein werden, deren Bau angesichts der zu überwindenden grossen Höhenunterschiede und des vorhandenen Wassermangels bisher aussichtslos war.

Die Möglichkeit, leistungsfähige und sichere geneigte Ebenen zu bauen, mit denen Höhen von 50 bis 100 m erstiegen werden können, eröffnet in der That dem Kanalbau ganz neue Wege. Die Vortheile des Wasserstrassenverkehrs brauchen hinfort nicht alleiniges Eigenthum des Flachlandes

und der tief gelegenen Thäler zu bleiben, sondern sie können in das Hügelland, ja in das Gebirgsland übertragen werden, selbst wenn es an reichlichem Wasserzufluss fehlt, und wenn endlose Schleusentreppen eine Kanalanlage, wenn nicht technisch, so doch finanziell und wirthschaftlich unmöglich machen würden.“

Betrachtet man nach diesen Gesichtspunkten das Nivellement des jetzigen Donau-Mainkanals, so zerfällt die Donauseite desselben in 2 Hauptabschnitte:

- a. die Altmühl,
- b. den Anstieg von der Altmühl zur Scheitelhaltung.

Die Altmühl ist auf der in Betracht kommenden Strecke ein Fluss, der sich in einem verhältnissmässig engen Thale stellenweise in starken Krümmungen bewegt; sein Gefälle beträgt 20 m auf 33 km, also ca. 0,66 m auf 1000 m. Die Ufer sind nicht hoch, die Wassermenge beträgt bei NW etwa 8 cbm/Sec., bei HW wahrscheinlich 320 cbm/Sec. Die jetzige Tiefe des kanalisirten Flusses ist gleich derjenigen des Donau-Mainkanals, nämlich 1,46 m bei NW.

Das starke Gefälle der Altmühl, verbunden mit den niederen Ufern ist für eine Kanalisierung nicht besonders günstig; auf der andern Seite verbietet sich die Anlage eines Seitenkanals mit stärkeren zusammengefassten Gefällen deshalb, weil dadurch neben der Altmühl noch ein zweiter Wasserlauf entstehen würde, und dadurch das enge, äusserst fruchtbare Wiesenthal an Fläche sehr grosse Einbusse erleiden müsste.

Es wird daher zur Schiffbarmachung der Altmühl mittelst Kanalisation geschritten werden müssen, wobei die jetzige Sohle durch Baggerung zu vertiefen sein wird.

Der Anstieg von der Altmühl zur Scheitelhaltung zeigt im Grossen und Ganzen 2 Schleusentreppen; es wird möglich sein, an Stelle dieser beiden Schleusentreppen zwei Schiffshebwerke auf geneigter Bahn von 26,0 und 22,0 m Höhe, und zwar die eine bei Beilngries, die andere bei Weiherdorf anzulegen. An die unterste, diejenige bei Beilngries, würde sich die kanalisirte Altmühl anschliessen.

Die Scheitelhaltung des jetzigen Donau—Mainkanals würde auch für den zukünftigen Kanal in ihrer ganzen Längenausdehnung von 23,5 km beibehalten werden können. Diese

Scheitelhaltung sollte nach dem Willen des Erbauers, des k. Oberbauraths Frhrn. von Pechmann, auch als Reservoir dienen, denn die Tiefe derselben ist nicht 1,46 m — die normale Tiefe des Kanals — sondern 1,80 m.

Diese Scheitelhaltung ist theilweise durch sehr koupirtes Terrain geführt und deshalb für den Bauingenieur heute noch von grossem Interesse. Hier wechseln 10—24 m tiefe Einschnitte mit Dämmen bis zu 33 m ab. Der Einschnitt südlich von Neumarkt ist allein 5000 m lang, 10—12 m tief und hat einen kubischen Inhalt von nahezu 1 Million cbm, ein ganz bedeutendes Objekt für eine Zeit, in welcher Maschinenarbeit noch ganz unbekannt und die ganze Masse mit Menschenhand allein zu bewältigen war.

Auf der Mainseite spielt bei der Führung des Kanals die grösste Rolle der Umstand, dass derselbe das bayerische Industriezentrum Nürnberg—Fürth möglichst nahe berühren, ja wenn möglich mitten durchfahren soll. Hält man an dieser Forderung fest, so ergiebt es sich als das einfachste, in der Gegend von Nürnberg—Fürth die alte Kanallinie beizubehalten, denn man trifft auf diesem Wege durchaus Verhältnisse, welche mit dem jetzigen Kanal schon gross geworden sind, und hat dann verhältnissmässig weniger Schwierigkeiten zu erwarten, als wenn man in nächster Nähe dieser Städte einen neuen Weg einschlagen wollte.

Was zunächst nun den Abstieg von der Scheitelhaltung nach Nürnberg anlangt, so muss für einen zukünftigen Grossschiffahrtsweg vor Allem die grosse an diese Scheitelhaltung anschliessende Schleusentreppe verschwinden und einer schiefen Ebene Platz machen. Es ist dies auch möglich: zu diesem Zweck muss die oberste Scheitelhaltung verlängert und an einen entsprechend günstigen Terrainpunkt hingeführt werden; ein solcher liegt im Schwarzachthal bei der Ortschaft Ochenbruck und ein zweiter bei der Ortschaft Worzeldorf. An erstgenannter Stelle wird man eine schiefe Ebene mit etwa 60 m, an letzterer eine solche mit etwa 28 m Gesammthöhe anlegen können, zwischen beiden kommt dann eine Haltung von 15 km Länge zu liegen.

Man wird auf diese Weise bis auf eine Höhe von 330 m über dem Meere angelangt sein, und noch einen weiteren Höhenunterschied von 30 m zu überwinden haben, um auf die Höhe von Nürnberg—Fürth zu kommen. Dieser letztere Höhen-

unterschied lässt sich nur mittelst eines Schleusenkanals überwinden, denn das Gelände, welches hier durchfahren werden muss, ist eine weite, flach geneigte Fläche und bietet nirgends von Natur günstig gestaltete Punkte zur Anlage von schiefen Ebenen, eher vielleicht noch zur Anlage eines kleineren senkrechten Hebewerkes unterhalb desjenigen bei Worzeldorf. — Von Nürnberg — Fürth bis Bamberg, dem Ende des jetzigen Kanals, lassen sich 2 Linien einschlagen, die eine im Allgemeinen nach dem jetzigen Kanal, die andere mehr in östlicher Richtung, doch im Allgemeinen mit der ersteren parallel. Die erste würde den jetzigen Charakter eines Schleusenkanals beibehalten müssen, die zweite wird wahrscheinlich die Anlage von Schiffshebewerken und die Anlage langer Haltungen gestatten; welcher von beiden der Vorzug gebührt, kann bloß durch das Studium beider festgestellt werden.

Ich komme nun zur Frage der Wasserbeschaffung. — Die im Vorhergehenden beschriebene Kanallinie zieht von Kelheim bis Ochenbruck — der Stelle, an welcher voraussichtlich die grosse schiefe Ebene von 60 m Gesammthöhe zur Anlage kommen muss, in den jurastischen Gebilden des Lias, Dogger und weissen Jura, von Ochenbruck bis Bamberg in der Keuperformation.

Die Juraformation hat bezüglich der Wasserführung das Charakteristische, dass sie in Folge der Durchlässigkeit ihrer zuhöchst liegenden Gebilde (des weissen Jura oder Malm) grosse natürliche Sammelbecken bildet, in welchen das versickernde Niederschlagswasser nur langsam, dafür aber in verhältnissmässig sehr gleichbleibender Art zum Abfluss kommt. Die Hochwässer dieser Gebiete sind verhältnissmässig gering, die Niederwässer verhältnissmässig hoch. Die Keuperformation besitzt diese Eigenschaft nicht in dem Maasse, ihre Hochwässer sind verhältnissmässig höher, rascher anschwellend und verlaufend, die Niederwässer dafür verhältnissmässig klein. Zur genauen Beurtheilung dieser wichtigsten Frage bedarf es eigentlich langjähriger Beobachtungen der hier in Betracht kommenden Fluss- und Bachgebiete. Da solche bisher von keiner Seite gemacht wurden, so müssen diese Beobachtungen und Messungen jetzt erst begonnen werden. Erst nach Verlauf mehrerer Jahre wird man dann im Stande sein, sich ein verlässliches Bild in dieser Richtung zu machen.

Es ist vor Allem zu untersuchen: wieviel Wasser braucht

der Kanal und wieviel Wasser steht für den Kanal zur Verfügung? Die erste Frage kann niemals mit Bestimmtheit beantwortet werden; sie hängt von zu vielen Umständen ab, die man vorher nicht genau abwägen kann. Hierauf an dieser Stelle weiter einzugehen, würde zu weit führen. Es sei nur Folgendes hervorgehoben, um zu beweisen, wie sehr hier die möglichen Annahmen auseinandergehen können. Die Wasserverluste eines Grossschiffahrtskanals, welche er in Folge Verdunstung und Versickerung allein erleidet, können nach den hierüber vorliegenden Erfahrungen angenommen werden für den Tag und Meter zu 170 Liter bis zu 600 Litter unter der Voraussetzung einer sorgfältigen Dichtung. Die erste Zahl stützt sich auf einen Versuch, welcher vor nicht langer Zeit bei Olfen am Dortmund-Emskanal in einer gut gedichteten Dammstrecke gemacht worden ist. Die zweite Zahl ist aus den Erfahrungen abgeleitet, welche man bei französischen Kanälen mit guter Dichtung bisher gemacht hat.*)

Zwischen diesen weit auseinanderliegenden Zahlenwerthen muss man nun eine Wahl treffen. Ich sage nun Folgendes: Der zukünftige Donau-Mainkanal muss jedenfalls eine sehr gute Abdichtung erfahren; denn in dem Gebiete, in welchem er sich bewegt, besteht erstens kein übermässig grosser Wasserreichthum, zweitens ist das vorhandene Wasser für landwirthschaftliche und gewerbliche Zwecke schon sehr stark mit Beschlag belegt; das Wasser ist also werthvoll, und es muss schon aus diesem Grunde sparsam mit ihm umgegangen werden. Ich nehme nun an, dass die Dichtung des Kanals unter allen Umständen so weit geschieht, wie dies bisher bei den französischen Kanälen möglich war, bei welchen man es so weit gebracht hat, dass sie für den Tag und Längenmeter nur noch einen Verdunstungs- und Versickerungsverlust von 300 Liter hatten. Mit Rücksicht auf die grösseren Abmessungen des zukünftigen Donau-Mainkanales gegenüber den jetzigen französischen Kanälen muss dieses Maass verdoppelt werden. Es wird also voraussichtlich der gut abgedichtete zukünftige Kanal für Verdunstung und Versickerung allein — also ohne den Wasserbedarf für Schleusungen — für den Tag und Längenmeter 600 Liter Wasser

*) Die Dichtung der Kanäle erfolgt in Frankreich mit Voliebe mittelst einer Sandschicht von 40–60 cm Dicke, welche in Schichten von 10 cm aufgebracht mit Kalkmilch getränkt und gestampft wird. Beim Dortmund-Emskanal hat man sich mit grossem Vortheil und Erfolg einer mit Sand bedeckten Lehmauskleidung bedient.

benöthigen.*) In der Ingenieurwissenschaft ist man bestrebt, alle Konstruktionen mit einer gewissen Sicherheit auszurüsten. So muss auch bei der Bestimmung des Wasserbedarfs eines Kanals verfahren werden. In diesem Sinne sage ich nun: Der Kanal braucht voraussichtlich zur Deckung seiner Verluste in Folge Verdunstung und Versickerung 600 Liter Wasser für den Tag und Längenmeter, für alle Fälle müssen ihm aber 1200 Liter, d. h. also die doppelte Quantität zur Verfügung stehen.

Betrachtet man nach dieser Richtung die Scheitelhaltung des zukünftigen Kanals, welche am Schwersten mit Wasser zu versorgen ist und welche voraussichtlich 33 km lang werden wird, so ist, deren Bedarf an Wasser im ganzen Jahre im allergünstigsten Falle, d. h. wenn es gelingt, dieselbe so zu dichten, wie dies bei der Versuchsstrecke zu Olfen am Dortmund-Emskanal geschehen ist, $33\,000 \times 170 \times 365 = \text{rd. } 2 \text{ Millionen cbm}$, der voraussichtlich wirkliche Bedarf $33\,000 \times 600 \times 365 = \text{rd. } 7 \text{ Millionen cbm}$, und der Sicherheit halber vorzusehende Bedarf $33\,000 \times 1200 \times 365 = \text{rd. } 14 \text{ Millionen cbm}$. Aus diesen weit auseinandergehenden Zahlen geht vor Allem hervor, von welcher ungemeiner Wichtigkeit eine gute Kanaldichtung ist, und dass von ihr allein die Lebensfähigkeit eines Kanals abhängen kann, dass in Sonderheit sie allein die Möglichkeit bietet, den Wasserbedarf eines Kanals zu decken, ohne Denjenigen wehe zu thun, welche schon jetzt Vortheile von diesem Wasser haben in Form der Benutzung zu Wiesenbewässerung, industriellen Anlagen u. s. w.

Die einfachste und sicherste Entnahme von Wasser für Schiffahrtskanäle ist diejenige aus fliessenden Gewässern, welche der Kanal entweder selbst schneidet, oder welche in nicht allzu grosser Entfernung desselben gelegen sind und für ihn nutzbar gemacht werden können.

*) Beim Rhein-Marnekanal sah man als zu erreichende Grenze einen täglichen Verdunstungs- und Versickerungsverlust von 300 Liter für ein Kanallängenmeter an. Der Kanal hat 10,0 m Sohlen-, 14,8 m Wasserspiegelbreite und 1,8 m Wassertiefe. Da der zukünftige Donau-Mainkanal eine Wasserspiegelbreite von 30 m erhalten würde, so ist die tägliche Verdunstung gegenüber den französischen Kanälen im Verhältniss $\frac{30.0}{14.8} = \text{rd. } 2 \text{ mal grösser}$.

Die Versickerung ist (nach Reverdy: Kanal Strassburg-Ludwigshafen) im Verhältniss $\frac{41.0}{19.6} = 2.1 \text{ mal grösser}$ anzunehmen als bei den französischen Kanälen. Es ist daher rund das Maass für Verdunstung und Versickerung eines neuen Donau-Mainkanals 2 mal so gross anzunehmen, als dies bei den französischen Kanälen mit künstlicher Dichtung als erreichbar gilt, d. i. zu $2 \times 300 = 600$ Liter auf den Meter und Tag.

In zweiter Linie kommt in Betracht dasjenige Wasser, welches bei regnerischer Zeit in übergrosser und für die Flüsse und deren Thäler in der Regel schädlicher Menge zum Abfluss kommt, welches durch Reservoirs aufgesammelt und dem Kanal zugeleitet werden kann.

In dritter Linie das Grundwasser.

Der Donau-Mainkanal berührt nun in seiner jetzigen Linie folgende Hauptwasserläufe und zwar direkt: die Altmühl, die Sulz, die vordere Schwarzach, die Pegnitz und die Regnitz; dienstbar können ihm noch gemacht werden in erster Linie die Deininger Laaber, die hintere Schwarzach, die Rednitz oberhalb Fürth und die Wiesent, in zweiter Linie die schwarze Laaber.

Stellt man nun zusammen: einmal die Wassermengen, welche diese Bäche und Flüsse mindestens in den trockensten Jahren führen und das andere Mal die Wassermengen, welche der Kanal aus ihnen beziehen müsste, um nach den vorstehenden Grundsätzen betriebsfähig zu werden, so erhält man ein Bild, wie es im Nivellementsplan rechts oben dargestellt ist.

Aus diesem geht auf den ersten Blick hervor, dass Wassermangel herrscht in den hochgelegenen Theilen zwischen Beilngries und Worzeldorf, kein Wassermangel dagegen vorhanden ist in den niedergelegenen Gebieten der Altmühl, Rednitz, Pegnitz und Regnitz.

Eben aus diesem Grunde sollen denn auch auf der erstgenannten Strecke 4 Schiffshebwerke (Beilngries, Weihersdorf, Ochenbruck und Worzeldorf) zur Ueberwindung der Gefälle angewendet werden, so dass hier zu Schleusungszwecken kein oder doch nur ein Minimum von Wasser benöthigt wird. In diesen hochgelegenen Gebieten müssten den in Betracht kommenden Wasserläufen 40 bis 100 % ihrer bei niederstem Wasserstande vorhandenen Wassermengen entzogen werden, während in den niedergelegenen Gebieten dieses Maass auf 4 bis 10 % herabsinkt.

Wenn nun auch zu hoffen ist, dass die geringe Wasserentnahme von 4 bis 10 % der niedersten Wassermenge eines Wasserlaufes ohne allzugrosse Entschädigungen s. Z. geschehen darf, so müssen doch Wasserentnahmen von 40 oder gar 100 % vermieden, bezw. wieder zum Ausgleich gebracht werden.

Das Wasser der Bäche und kleineren Flüsse, um welche es sich speziell bei Gebirgskanälen und auch beim Donau-

Mainkanal handelt, ist heutzutage namentlich in Gegenden mit auch nur einigermaßen entwickelter Landwirthschaft und Industrie fast vollständig mit Beschlag belegt, namentlich gilt dies von deren Niederwasser und Mittelwasser. Will man dieses Wasser oder auch nur einen Theil desselben zu anderen Zwecken als zu den bisherigen verwenden, so muss man es förmlich kaufen. Da dies in der Regel überhaupt nicht oder doch nur unter den grössten Schwierigkeiten möglich sein wird, so wird man gut thun, sich zeitig nach einer anderen Bezugsquelle umzuschauen.

Diese Bezugsquelle bietet das Wasser der Regenperiode eines jeden Jahres, welche in der Scheitelstrecke des Donau-Mainkanals in der Regel im Oktober beginnt und bis Mai andauert. Auch dieses Wasser ist nur zum Theil noch zu haben und zwar bloß derjenige Theil, der in dieser Regenperiode von Landwirthschaft und Industrie bisher nicht ausgenützt worden ist. Zum Glück steht der Benutzung dieses Wassers kein Hinderniss im Weg, im Gegentheil: es wird gerade von diesem gewünscht, dass es aufgespeichert und zur Zeit von Wassermangel zur Vergrößerung der Niederwässer verwendet und damit die verheerende Wirkung der Hochwässer abgeschwächt werde.

Auf dieses Wasser sind die hochgelegenen Haltungen der Gebirgskanäle in erster Linie angewiesen. Der Wasserüberschuss derselben in ihrer Regenperiode — Oktober bis Mai jeden Jahres — muss aufgespeichert und für die Kanäle nutzbar gemacht werden, wie dies ja in Ländern mit kräftig entwickelter Binnenschifffahrt, z. B. in Frankreich, schon vielfach geschehen ist.

Geht man so vor, dann zerstört man keine bereits bestehenden, für Landwirthschaft und Industrie kostbaren Werthe, sondern man schafft sich im Gegentheil in diesen Kreisen Freunde dadurch, dass man sie von den Nachtheilen der Hochwässer der Bäche und Flüsse befreit.

Die Ausführung eines neuen Donau-Mainkanals geht auf das Innigste Hand in Hand mit der Anbahnung und Einrichtung einer besseren Wasserwirthschaft in seinem Einzugsgebiet.

Von der dritten Bezugsquelle, dem Grundwasser, kann ich nur sagen, dass sie bisher zur Speisung von Kanälen meines Wissens noch keine besondere Rolle gespielt hat, ausgenommen in den Fällen, in welchen ein Kanal so zu liegen kam, dass er

einen Grundwasserstrom durchschnitt und sein Wasserspiegel selbst niedriger lag, als derjenige des Grundwassers. Nichtsdestoweniger darf diese Bezugsquelle nicht ausser Acht gelassen werden, und es ist nicht ausgeschlossen, dass gerade beim Donau-Mainkanal in gewissen Gegenden diese Bezugsart ganz günstige Resultate liefert.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehe ich nun auf den Wasserbedarf eines neuen Donau-Mainkanals, der im Allgemeinen die Linie des alten verfolgt, etwas näher ein.

Wie schon erwähnt, denke ich mir auf die Dichtung des Kanals ein ganz besonderes Gewicht gelegt und zwar so, dass voraussichtlich zur Deckung der Verdunstungs- und Versickerungsverluste nicht mehr als 600 Liter auf den Meter und Tag durchschnittlich benöthigt werden. Hierzu kommt noch die Reserve, welche ebenso gross sein soll.

Diese Reserve braucht nun allerdings nur für die Zeiten der grössten Trockenheit zu wirken, in welchen die kleineren, dem Kanal ohnedies von selbst zufließenden Speisewässer entweder ganz oder theilweise versiechen; es ist dies die Zeit von Mitte April bis Mitte November, also 7 Monate im Jahre.

Betrachtet man nun zuvörderst die höchstgelegenen Kanalstrecken von Beilngries bis Worzeldorf (km 40—105), so bedarf der Kanal in dieser Strecke mit einer Länge von 65 km — vorausgesetzt, dass er mit aller Sorgfalt gedichtet wird — auf den Tag $65\,000 \times 0,600 = 39\,000$ cbm Wasser, oder in der Sekunde 450 Liter. Die für diese Strecke in Betracht kommenden Wasserläufe, nämlich die Sulz, die Deininger Laaber, die Speisewasser der Scheitelhaltung des jetzigen Kanals und der Schwarzach bei Rasch, liefern in Zeiten grösster Trockenheit (wie z. B. i. Jahr 1865) $100 + 180 + 160 + 400 = 840$ l/Sek. Berücksichtigt man noch die Reserve, welche vorhanden sein soll, so sind für diese in der Sekunde abermals wieder 450 Liter, im Ganzen also 900 l/Sek. erforderlich. Diesem Wasserbedarf steht eine Wasserspense von 840 liter/Sek. gegenüber, so dass also nur 60 l/Sek. fehlen würden, um den Wasserbedarf des Kanals selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen sicher zu stellen. Diese 60 l/Sek. liessen sich aber leicht durch Anlage eines Wasserspeichers von etwa 2 Mill. cbm Inhalt beschaffen.

Für gewöhnlich ist nun die Mindestspense der in Betracht kommenden Bäche eine viel grössere, wahrscheinlich beträgt sie für die Sulz 150 l/Sek. für die Deininger Laaber 240

l/Sek. für das Speisewasser der obersten Haltung des jetzigen Kanals 230 l/Sek. und für die Schwarzach bei Rasch 500 l/Sek., somit zusammen: 1120 Liter in der Sekunde; da in maximo nur 900 l/Sek. vom Kanal benöthigt werden, so ist damit bewiesen, dass das gewöhnliche Niederwasser der zur Verfügung stehenden mehrmals genannten Bäche mehr als hinreichend ist, den Wasserbedarf des Kanals in seinen hochgelegenen Strecken zu decken. — Darnach müssten diesen Bächen 80—100 % ihres Niederwassers entzogen werden; da dies nur unter gewissen Voraussetzungen angängig ist, so muss durch Anlage von Sammelteichen Ausgleich geschaffen werden. Das gesammte in Betracht kommende Einzugsgebiet hat eine Grösse von rd. 440 qkm. Die zum Abfluss kommende Regenmenge beträgt in diesem Gebiet wahrscheinlich

in ausnehmend trocknen Jahren	70 Mill. cbm
in ausnehmend nassen Jahren	210 „ „

Die Kanalstrecke braucht für Verdunstung und Versickerung voraussichtlich

im Jahre	14 Mill. cbm
und mit Reserve	22 „ „

Da die Scheitelhaltung des jetzigen Kanals in trockensten Jahren dermalen schon nahezu 14 Mill. cbm Wasser liefert, welche bei Anlage eines Sammelbeckens von 4,5 Millionen cbm Inhalt voll ausgenutzt werden kann, so wäre nur mehr für die Reserve mit 8 Mill. cbm zu sorgen, und es besteht wohl Hoffnung, diese Wassermasse ebenfalls durch Sammelbecken beschaffen zu können.

Für die tiefer gelegene Strecke des Kanals km 105—170 ist die Frage der Wasserbeschaffung eine leichtere und einfachere, denn hier kommen schon Flüsse mit einem grösseren Wasserreichtum in Betracht. Diese untere Strecke des Kanals bedarf ebenfalls unter der Voraussetzung einer möglichst guten Dichtung im Tage für Verdunstung und Versickerung allein $65\,000 \times 0,600 = 39\,000$ cbm Wasser oder in der Sek. 450 Liter.

mit Reserve	„ „ „	900 „
-------------	-------	-------

Die Flussgebiete, welche hier zunächst in Betracht kommen (Rednitz, Pegnitz und Regnitz), führen nun voraussichtlich als unbedingt niederste Wassermengen zusammen 6,20 cbm; die Entnahme von 0,9 cbm entspricht somit einem Prozentsatz von 15 % der Gesamtwassermenge. Da das gewöhnliche Niederwasser aber wahrscheinlich 8,6 cbm beträgt, so mindert sich

dieser Prozentsatz auf 10⁰/₀. Es steht zu hoffen, dass diese verhältnissmässig geringe Wassermenge den betr. Bächen und Flüssen ohne grössere Entschädigungen entnommen werden kann; andernfalls müsste durch die Anlage von Sammelweihern auch in diesen Gebieten Ersatz geschaffen werden.

Es ist lehrreich und interessant, nach dem Vorhergehenden einen Blick auf den Wasserverbrauch des jetzigen Donau-Mainkanals zu werfen.

Der Erbauer des Kanals, Oberbaurath Freiherr von Pechmann, nahm an, dass dessen Bedarf für Verdunstungs- und Versickerungszwecke auf den Meter und Tag 160 Liter betrage. Diese Annahme war eine viel zu günstige, wenn man bedenkt, dass der Erbauer für die Dichtung des Kanals nur in sehr primitiver Weise gesorgt hat und dass die heutigen französischen Kanäle, welche mit dem Ludwigs—Donau—Mainkanal nahezu gleiche Abmessungen haben (nur in der Tiefe sind die ersteren um etwa 40—60 cm grösser bemessen), dafür aber eine sorgfältige und kostbare Dichtung erfahren, einen Verdunstungs- und Versickerungsverlust von 300 l auf den Meter und Tag aufweisen.

Wenn der Ludwigs—Donau—Mainkanal heute noch einmal gebaut und in derselben sorgfältigen Weise gedichtet werden würde, wie dies bei den französischen Kanälen geschieht, so würde trotzdem sein Verlust in Folge Verdunstung und Versickerung noch einmal so gross sein, als sein Erbauer s. Z. angenommen hat.

In der That ist selbst heutzutage noch, nachdem die Dichtigkeit des Kanals durch Verschlammung sehr zugenommen hat, dessen Wasserverlust in Folge Verdunstung und Versickerung wahrscheinlich 1200 l auf den Meter und Tag, also 8 mal so gross, als ihn der Erbauer angenommen hat und 4 mal so gross, als ihn neue französische Kanäle mit gleich grossen Abmessungen aufweisen, und gerade so gross, als bei den norddeutschen neuen Grossschiffahrtswegen mit 3,5 mal grösserem Querschnitt angenommen wird.

Die Folge dieses Fehlers der Anlage bleibt denn auch in Trockenjahren nicht aus. So sank der Wasserstand der Scheitelhaltung in dem ausnahmsweise trocknen Jahre 1865 von 180 cm Anfangs April auf 90 cm Anfangs Juli und sogar auf 69 cm Anfangs Oktober. Noch schlimmer daran waren die Haltungen auf der grossen Schleusentreppe von der Scheitelhaltung gegen

Nürnberg, deren Wasserstand von 146 cm sogar bis auf 50 cm herabsank, und die Haltungen von Nürnberg bis Erlangen, deren besondere Zuflüsse damals nahezu ganz versiecht waren, wodurch der Wasserstand in den Kanalhaltungen sogar bis auf 45 cm gefallen war.

Ich habe bisher bloß den Wasserbedarf des Kanals betrachtet, welcher durch Verdunstung und Versickerung verursacht wird; wenn der zukünftige Donau-Mainkanal keine Schleusen, sondern bloß Schiffshebwerke aufweisen würde, so hätte ich dem Gesagten weiter nichts mehr zuzufügen.

Nun bedingt aber, wie schon erwähnt, die Forderung, den Kanal möglichst nahe dem bayerischen Industriezentrum Nürnberg-Fürth zu bringen, die Anwendung von Schleusen in der Nähe dieser beiden Städte. Schleusen bedürfen zu ihrem Betrieb Wasser und es soll im Nachfolgenden untersucht werden, wie hoch dieser Wasserbedarf für Schleusungszwecke sich berechnet.

Hier sind nun Annahmen zu machen und zwar über die Bauart der Schleusen und über die Grösse des Verkehrs.

Was den ersteren Punkt anlangt, so nehme ich an, dass die Schleusen entweder mit 3 m Gefälle und ohne Sparbecken, oder mit 4,5 m Gefälle und einem Sparbecken, oder mit 6,0 m Gefälle und 2 Sparbecken angelegt werden sollen. Jede dieser Schleusen verbraucht bei 67,0 m Länge, 8,6 m Kammerweite, mindestens $67,0 \times 8,6 \times 3,0 = \text{rd } 1800 \text{ cbm}$ Wasser bei jeder Schleusung.

Was die Grösse des Verkehrs anlangt, so werde angenommen, dass der Gesamtjahresverkehr ankommender und abgehender Güter bei Nürnberg 2 Millionen Tonnen betrage; davon sei 0,5 Mill. t reiner Durchgangsverkehr, 1,0 Mill. t der Verkehr vom Rhein nach Nürnberg und zurück und 0,5 Mill. t der Verkehr von der Donau nach Nürnberg und zurück. Die Annahme gewisser Belastungen der Schiffe und eine längere hier nicht weiter zu verfolgende Betrachtung ergibt, dass dann die Schleusenstrecke bei Nürnberg täglich im Durchschnitt von 13 Schiffen insgesamt befahren werden wird. Diese 13 Schiffe verbrauchen im ungünstigsten Falle 13 Schleusenfüllungen zu 1800 cbm, somit im Tage 23 400 cbm. Da diese Wassermasse innerhalb 12 Tages-Arbeitsstunden aufgebraucht wird, so müssen in der Sekunde 540 l zur Verfügung stehen. Nun ist der Durchschnittsverkehr für den Wasserbedarf nicht

massgebend, sondern der grösste zu erwartende Tagesverkehr, und da dieser etwa das doppelte des ersteren beträgt, so ist anzunehmen, dass in Zeiten grössten Verkehrs bei Nürnberg täglich 26 Schleusungen vorzunehmen sind. Da die Haltungen nur kurze sind, so darf weiter angenommen werden, dass dann $\frac{1}{3}$ der Schiffskreuzungen an den Schleusen erfolgt. In diesem Falle sind erforderlich 18 einfache Schleusungen mit einem Wasserbedarf

von je 1800 cbm, somit im Ganzen	32 400 cbm
4 Doppelschleusungen mit je 1800 cbm	7 200 „
	zusammen: 39 600 „

was bei 12stündiger Arbeitszeit einem Bedarf in der Sekunde von 920 Liter entspricht.

Wie schon im Vorhergehenden nachgewiesen, ist der Wasserbedarf des ganzen 130 km langen Kanals — immer unter der Voraussetzung vorzüglicher Dichtung — 900 Liter in der Sek.; es geht sonach aus dem Vergleich dieser Zahl mit derjenigen des Wasserbedarfs für Schleusungszwecke hervor, dass dieser letztere dieselbe Rolle spielt wie der Wasserbedarf für Verdunstung und Versickerung, ja sogar um deswillen noch eine grössere, weil man gezwungen ist, das Schleusungswasser an einem bestimmten Punkte des Kanals in seiner ganzen Menge zuzuführen, während man das Wasser für Verdunstungs- und Versickerungszwecke an verschiedenen Punkten des Kanals zuzuführen im Stande ist, wodurch eine Vertheilung des Bedarfs entsprechend der Leistungsfähigkeit der einzelnen Fluss- und Bachgebiete ermöglicht wird.

Wollte man diesen starken Bedarf von 920 l/Sek. aus den in Betracht kommenden Flussgebieten ohne Gegenleistungen schöpfen, so würde dies als ein zu grosser Eingriff in die Wasserwirtschaft derselben zu betrachten sein und grossen Widerspruch und grosse Entschädigungsansprüche verursachen. Es muss also hier für einen Ausgleich gesorgt werden und zwar wiederum in Form von Wasserspeichern mit einem Gesamtinhalt von etwa 6 Mill. cbm, derjenigen Wassermenge, welche man eben zu Schleusungszwecken während der Schifffahrtsperiode benöthigt. Es ist keine Frage, dass diese Wassermenge in der Regenperiode des Pegnitzgebietes aufgesammelt werden kann, es handelt sich nur darum, den geeigneten Platz für diesen Wasserspeicher ausfindig zu machen.

Nach dem Vorhergehenden hat es den Anschein, dass zur

Speisung eines zukünftigen Donau-Maingrossschiffahrtsweges Sammelweiheranlagen mit einem Gesamtfassungsraum von 22 bis 23 Mill. cbm Wasser erforderlich sind. Die Untersuchungen sind noch nicht so weit vorgeschritten, um diese Zahl als feststehend annehmen zu können, jedenfalls ist es angezeigt, wenn man überhaupt einmal zur Anlage von Sammelteichen schreitet, dieselben so gross zu machen, als es die speziellen, am Bauplatze derselben bestehenden Verhältnisse erlauben, weil man eben dadurch mit Aufwand von verhältnissmässig wenig Mehrkosten auf eine vernünftige Wasserwirtschaft des Gebietes am kräftigsten einwirken kann.

Manchem mögen diese Millionenzahlen etwas gross erscheinen und vielleicht auch einen gelinden Schrecken verursachen; doch das ist nicht so gefährlich, wenn man bedenkt, dass beim Marne-Saônekanal z. B. 3 Stauweiher von zusammen 35 Millionen cbm Inhalt erbaut worden sind, wobei das cbm aufgespeichertes Wasser in maximo auf 32 centimes zu stehen kam; dass ferner in neuester Zeit von Geheimrath Intze zu Remscheid und im Bewerthal in Rheinpreussen Sammelteiche angelegt worden sind mit 1 Mill. bezw. 3,5 Mill. cbm Inhalt und mit einem Kostenaufwand von 36 bezw. 27 Pfg. für das cbm aufgespeichertes Wasser.

Die Wasserversorgungsfrage eines neuen Donau-Maingrossschiffahrtsweges spitzt sich nach dem Vorhergehenden zusammen in die Aufgaben:

1. Den Kanal auf das Sorgfältigste zu dichten.
2. In dem Einzugsgebiet desselben genügende Wasserspeicher anzulegen.

Sollte die erstere Aufgabe in vorzüglicher Weise gelingen, so würden für Zwecke der Kanalspeisung die Sammelteiche zum Theil ihren aufgespeicherten Inhalt für andere Zwecke, seien es nun landwirthschaftliche oder industrielle, abgeben können, und es wäre damit ein anerkennenswerther Schritt zur Verbesserung der Wasserwirtschaft in Mittelfranken gethan, wonach man ja in diesem Kreise schon längst strebt.



Druck von
Louis Schneider & Cie., G.m.b.H., Berlin SW., Friedrichstr. 16.
(Maschinen - Satz.)

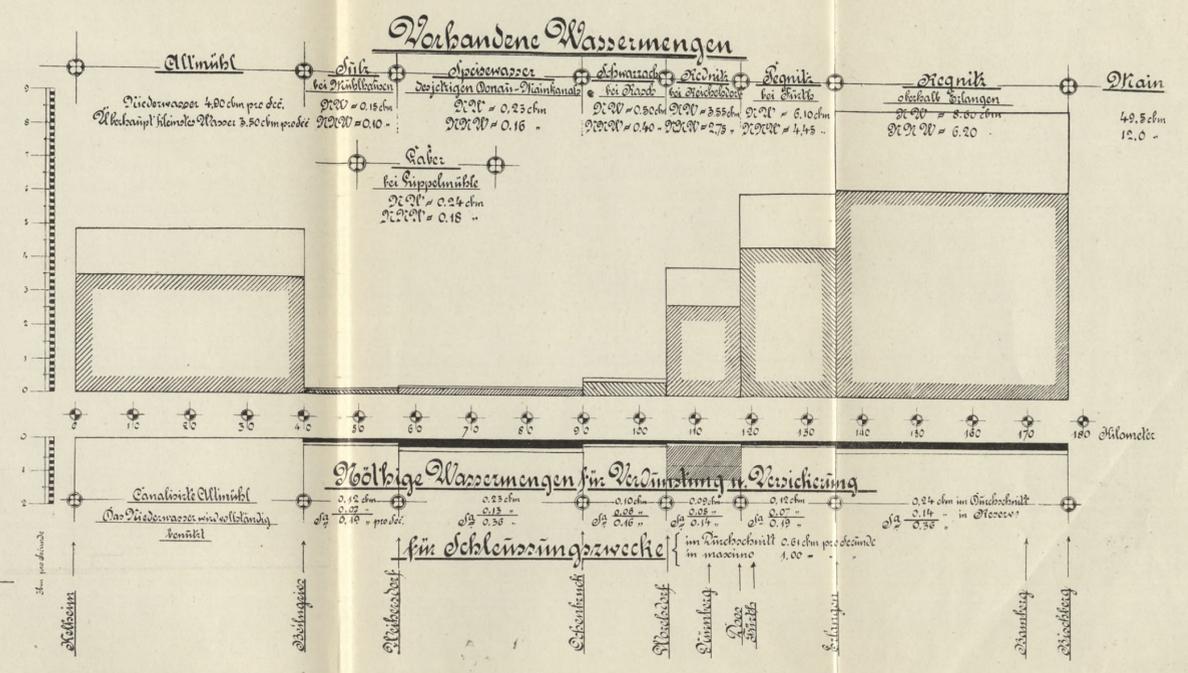
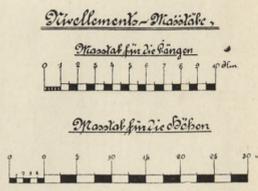
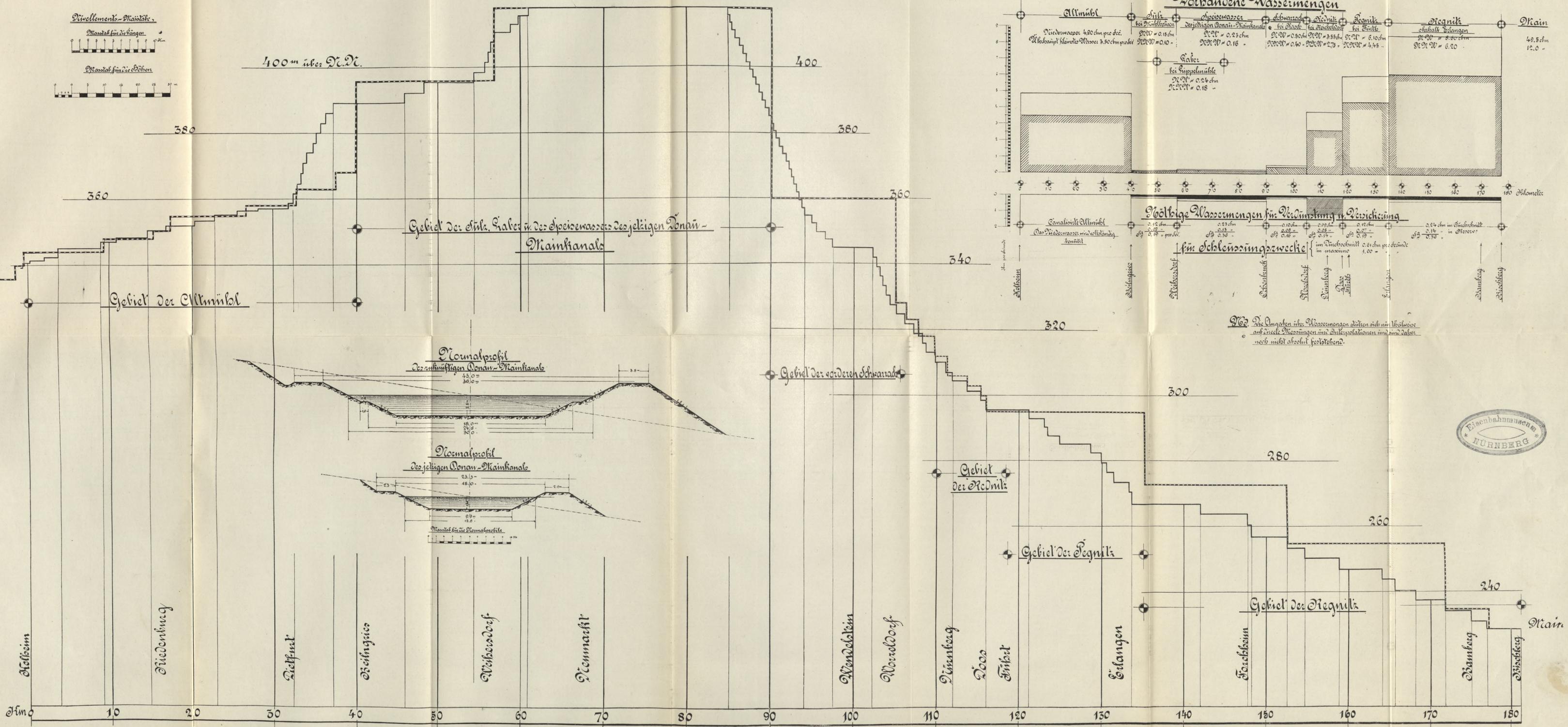






Längenschnitte in alter und moderner Führung.

Lehrigs-Donau-Main-Kanal



Die Angaben über Wassermengen beziehen sich nur auf die angegebenen Abmessungen und sind daher noch nicht absolut feststehend.

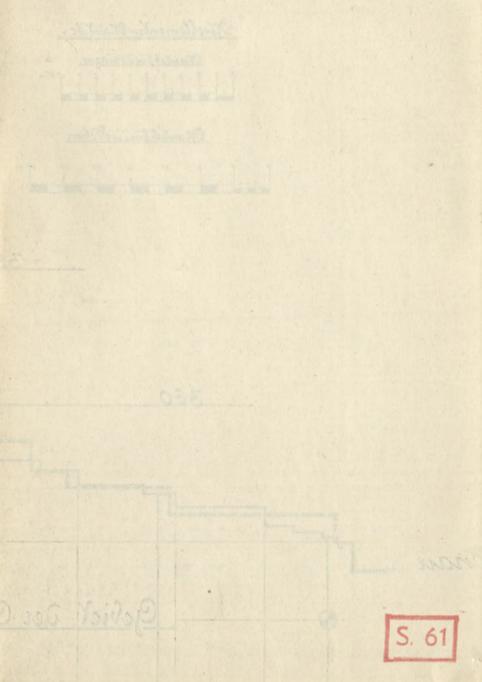
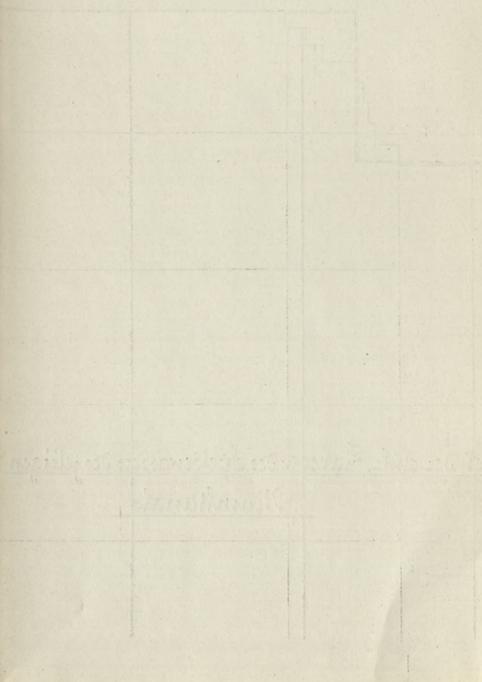
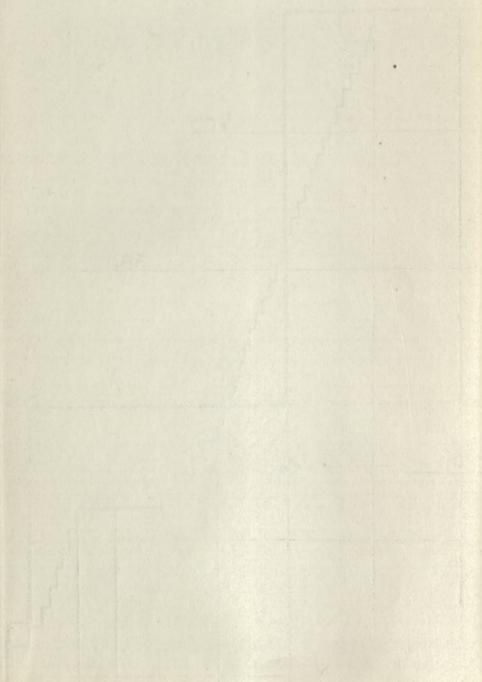


Längsschnitte
in alter und moderner Führung

Deutscher-Osterrömisches-Ungarisches-Verein für Dinnenschrift

Tafel II

Einige Beispiele von Längsschnitten



0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

0 100 200 300 400 500

W

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351762

L. inw. 0090

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299298

Handwritten library stamp with illegible text