Königliches Staatministerium für Verkehrsangelegenheiten:
Denkschrift über den Ludwig-Donau-Main-Kanal
- Seine gegenwärtige Gestaltung und sein etwaiger Ausbau für 200-Tonnen Schiffe.
München: 1914

Abschrift: Manfred Kimmig, Burgthann, 2001, mit Anmerkungen
(Archiv: Wasserwirtschaftsamt Nürnberg)
Manfred Kimmig, Steinfeldstrasse 35, 90559 Burgthann, Tel. 09183 4569

Für die Internetpublikation überarbeitet: Hans Grüner, Nürnberg, 2009

Denkschrift über den Ludwig-Donau-Main-Kanal

- Seine gegenwärtige Gestaltung und sein etwaiger Ausbau für 200-Tonnen Schiffe -

Inhaltsverzeichnis:

I. Die Entwicklung des Kanalverkehrs und sein Verfall
II. Umstände, die für eine Wiederbelebung des Kanalverkehrs sprechen

III. Nähere Untersuchung der tarifarischen Wettbewerbsfähigkeit des Kanals in seiner gegenwärtigen Gestaltung
IV. Inwieweit ist der Massenverkehr auf dem Ludwigs-Kanal steigerungsfähig?
V. Würde der Ausbau des Kanals zu einer 200-Tonnen-Wasserstraße volkswirtschaftlichen Nutzen bringen?
VI. Ingenieur-technische Untersuchung:
A) Erweiterung der Kanalanlagen für den Verkehr mit 200 t- Schiffen
B) Wasserversorgung des erweiterten Kanales
C) Baukosten
VII. Schlussbetrachtung

I. Die Entwicklung des Kanalverkehrs und sein Verfall

Ursachen des Verfalls:
Wettbewerb der Eisenbahn; geringe Leistungsfähigkeit des Kanales; mangelnde Fühlung zwischen Schiffer und Kaufmannschaft.

Bei den Verhandlungen über den Etat des Ludwig-Donau-Main-Kanals (im folgenden kurz Ludwigskanal genannt) in der Sitzung der Kammer der Abgeordneten vom 9. März 1912 ist der Wunsch vertreten worden, den Ludwigskanal zu verbreitern und ihn namentlich auf der Strecke Bamberg-Nürnberg soweit auszubauen, dass er für Schiffe bis zu 200 Tonnen Tragfähigkeit befahrbar wird. Der Staatsminister für Verkehrsangelegenheiten hat Untersuchungen hierüber zugesagt.
Deren Ergebnis ist im Nachstehenden niedergelegt.

I.

An die Erbauung des Ludwigskanales hatten sich große Erwartungen geknüpft. Dass die Wasserstraße eine außerordentliche Bedeutung für das bayerische und gesamtdeutsche Wirtschaftsleben erlangen und den Weltverkehr ganz wesentlich beeinflussen werde, kann bis Mitte des 19.Jahrhunderts als allgemeine Meinung angesehen werden.

Diese Erwartungen haben sich leider nicht erfüllt.

Nach Aufnahme des Vollbetriebes am 2. Juli 1846 hat zunächst ein für die damalige Zeit nicht unerheblicher Verkehr eingesetzt. Er erreichte bis Ende 1846 schon 87.000 Tonnen und stieg im Jahre 1850 auf 196.000 Tonnen. Damit war aber gleichzeitig ein Höhepunkt erreicht.
Weiterhin zeigte sich eine merkliche Abflauung, die auch durch die in den Jahren 1853 und 1860/63 eingetretenen Gebührenermäßigungen nicht dauernd aufgehalten wurden.
Im Jahre 1872 war die beförderte Tonnenzahl auf 122.000 Tonnen, im Jahre 1879 auf 91.000 Tonnen gesunken.
Eine Leistung von über 100.000 Tonnen ist seitdem nur ganz vereinzelt erreicht worden. Besonders stark war der Rückgang von 138.000 Tonen im Jahre 1900 auf rund 67.000 Tonnen, das ist kaum die Hälfte, im Jahre 1908.

1909 wurden 67.088 Tonnen		1911	65.866 Tonnen
1910 wurden 54.849 Tonnen		1912	63.968 Tonnen

befördert.

Die im Durchschnitt auf eine Gütertonne entfallende Beförderungsstrecke betrug im Jahre 1876 noch 68 Kilometer; in den Betriebsjahren 1891 bis 1911 schwankte sie zwischen 56,3 und 41,2 Kilometer.

Näheren Aufschluss über den Kanalbetrieb geben die Beilagen 1 bis 5 und zwar umfasst
Beilage 1 die Verkehrsergebnisse,
Beilage 2 die Rechnungsergebnisse,
Beilage 3 eine bildliche Darstellung der Einnahmen und Ausgaben und der förderten Gütertonnen aus den Jahren von 1846 bis 1912.
Beilage 4 die Güterbewegung (Ausscheiden nach Warengruppen) in den Jahren 1910/12,
Beilage 5 die bemerkenswertesten Einzelerscheinungen der Verkehrsentwicklung (Richtung des Verkehrs, Benützung der Teilstrecken, Massen- und Stückgutverkehr) im Betriebsjahre 1911 dargelegt.

Mit der rückläufigen Verkehrsbewegung verminderte sich auch der Bestand der Kanalschiffe. Im Jahre 1872 waren in den Kanalstationen noch 49 Schiffe mit einer Tragfähigkeit von zusammen 5.477 Tonnen beheimatet. Im Jahre 1882 war die Kanalflotte auf 26 Schiffe mit

einer Gesamtladekapazität von 3.241 Tonnen zusammengeschmolzen. 1912 zählte die Statistik 30 Schiffe mit einer Tragfähigkeit von zusammen 3.192 Tonnen.

Drei große Rheinschiffe, wie sie nach Durchführung der Mainkanalisation bis Aschaffenburg verkehren werden, fassen mehr Güter als die sämtlichen zurzeit den Kanal befahrenden Fahrzeuge.

Der Rückgang des Kanalverkehrs zeigt sich auch an den finanziellen Ergebnissen (Beil.2). Seit 1863 muss die Verwaltung stets Fehlbeträge buchen. Nur durch weitestgehende Sparsamkeit und möglichst wirtschaftliche Ausnützung der zum Kanal gehörenden Grundstücke (Obstzucht, Verpachtung der Grasnutzung, der Fischerei, der Eisgewinnung usw.) konnte der Fehlbetrag, der in manchen Jahren 200.000 Mark*) überschritten hatte, bis auf 80.000 bis 90.000 Mark abgemindert werden.
*) = die Goldmark (Mk.), 1873 eingeführt und am 15.11.1923 durch die "Rentenmark" ersetzt; ab 1924 als "Reichsmark" benannt- Anmerkung)

Die im Jahre 1911 gewährte Ermässigung der Kanalgebühren hat die Rechnungsergebnisse weiter ungünstig beeinflußt.

Die Kanalgebühren haben im Jahre 1911 33.244 Mk., im Jahre 1912 23.038 Mk. eingebracht. Dagegen hat der Ertrag aus den zum Kanal gehörenden Grundstücken und Gebäuden das Doppelte und Dreifache, nämlich 64.449 Mk. und 71.040 Mk. betragen. Die Einnahmen aus der Verwaltung der Grundstücke sind heute für die Abgleichung der Hauptrechnung unverhältnismäßig wichtiger als die sämtlichen Einnahmen aus der Schifffahrt.

Die Gründe für den Verfall des Kanalverkehrs sind mannigfacher Art. Im wesentlichen sind sie dem Wettbewerb der Eisenbahn, in der geringen Leistungsfähigkeit des Kanales und zum Teil auch in der bisher ungenügenden kaufmännischen Leitung der Schifffahrt zu finden.

Der Kanal war noch nicht dem Betrieb übergeben, als 1844 die Eisenbahnlinie Bamberg nach Nürnberg eröffnet wurde. Dieser Schienenstrang scheint, obwohl er längs des Kanales und der Regnitz verlaufend fast alle Orte berührt, die auch am Kanalverkehr teilhaben, der Wasserstraße erhebliche Frachten zunächst nicht entzogen zu haben, denn der Verkehr auf dem Kanal hat sich in den ersten Jahren sogar gesteigert. Dagegen lässt die Beilage 3 deutlich erkennen, wie später der fortschreitende Ausbau des Eisenbahnnetzes in Franken und der Oberpfalz dem Kanalverkehr ganz empfindlich Abbruch getan hat.
Dabei hat auch die in den (18.) 70iger Jahren einsetzende Verbesserung und Beschleunigung der Güterbeförderung auf den Eisenbahnen wesentlich mitgewirkt. Der Stückgutverkehr, der früher auf dem Kanal nicht unerheblich war, ging nunmehr ganz auf die Eisenbahn über. Infolge der Verbilligung der Bahnfrachten, insbesondere für Rohstoffe, konnten auch Massengüter nur mehr in wenigen Verkehrsbeziehungen (Nahverkehr) mit Vorteil auf dem Kanal verfrachtet werden.

So war die Wasserstraße mit der Zeit auf der ganzen Linie von dem neuen Verkehrsmittel geschlagen worden.
Der in jeder Hinsicht erfolgreiche Wettbewerb des Schienenweges war nur möglich infolge der geringen Leistungsfähigkeit des Kanals.

Der Ludwigskanal wurde zu einer Zeit gebaut, in der die Eisenbahn erst anfing, im Verkehrsleben eine Rolle zu spielen und ihr verkehrstechnischer Wert sich noch nicht voll überblicken ließ. Darauf ist es wohl zurückzuführen, dass dem Kanal Ausmaße gegeben wurden, die nach den heutigen Erfahrungen für einen allgemeinen Wettbewerb mit dem Schienenweg nicht genügen.

Um den Anforderungen eines wirtschaftlichen und billigen Großverkehrs zu entsprechen, hat man bei neueren Kanalbauten in Deutschland einerseits nach dem Umfange des zu erwartenden Verkehrs, andererseits nach der Höhe der für den Bau verfügbaren Geldmittel folgende Normalabmessungen festgesetzt:

Für Fahrzeuge mit Nutzlast	**400 bis 500 t**	**600 bis 700 t**
Größte Tauchtiefe	bis 1,70 m	bis 2,20 m
Kanaltiefe	2,00 m	2,50 m
Kanalbreite am Wasserspiegel	25,00 m	30,00 m
Kanalbreite an der Sohle	15,00 m	18,00 m
Schleusentiefe	2,50 m	3,00 m
Schleusenbreite	7,00 m	8,60 m
Schleusenlänge	57,50 m	67,00 m
Lichte Höhen der Brücken über dem Regelwasserpegel	4,50 m	4,50 m

Der Dortmund-Ems-Kanal, der Rhein-Weser Kanal und der Teltow-Kanal sind für den Verkehr von 600 Tonnen-Schiffen (65 m lang, 8m breit) mit einem Tiefgang von 1,75 m eingerichtet.
Der Ludwigskanal hat eine Sohlenbreite von 9,92 m, eine Breite am Wasserspiegel von 15,8 m und eine Tiefe von 1,46 m. Die lichte Weite der Schleusen beträgt 4,67 m, ihre Länge 34,0 m. Bei diesen Ausmaßen können Fahrzeuge mit einem Fassungsvermögen von mehr als 126 Tonnen nicht zugelassen werden.
Schiffe, die mit Motoren ausgerüstet sind, nehmen bei einem Gewicht der Motore von 15 – 16 Tonnen nur 110 – 111 Tonnen Nutzlast. Die Größe der Kanalschiffe beträgt demnach ungefähr $^1/_5$ der Fahrzeuge, die auf modern ausgestatteten Kanälen verkehren können. Im gleichen Verhältnis steht auch die allgemeine Leistungsfähigkeit des Kanals, die wesentlich von der Schiffsgröße abhängt, hinter der Leistungsfähigkeit moderner Wasserstraßen zurück.
Dazu kommt die Überzahl der Kanalschleusen, die die Schnelligkeit der Schifffahrt ganz erheblich beeinträchtigt. Der 172 Kilometer lange Ludwigskanal hat 100 Schleusen, es trifft also durchschnittlich auf eine Weglänge von 1,7 km eine Durchschleusung. Infolgedessen erleidet heute ein den ganzen Kanal durchfahrendes Schiff 20 Stunden Verzögerung, bei dichterem Verkehr noch erheblich mehr.
Ein wesentliches Hindernis für die Entwicklung des Durchgangsverkehrs auf dem Kanal bildete der Zustand der anschließenden Wasserstraßen. Der jetzt regulierte Obermain hat immer noch von Bamberg abwärts auf weite Strecken hin seichteres Wasser als der Ludwigskanal. **).
**) Bei mittleren Niederwasser beträgt die Fahrwassertiefe des Obermains 0,90 m, die des Ludwigskanals 1,40 – 1,46 m

Diese Verschiedenheit der Wasserstandsverhältnisse wirkt auf die Schifffahrt ungünstig. Denn die Kanalschiffe, die wegen der größeren Wassertiefe des Kanals und der schmalen Ausmaße der Schleusen mehr in die Tiefe als in die Breite gebaut sind, können nur bei besserem Wasserstande mit voller Ausnützung ihrer Ladefähigkeit auf den Main übergehen. Die Mainschiffe andererseits, die der geringeren Wassertiefe des Obermains und der größeren Breite der Mainschleusen angepasst sind, können meist nicht in den Kanal einfahren, da sie für die Kanalschleusen zu breit gebaut sind.

Einem Durchgangsverkehr zwischen der Donau und dem Kanal stellen sich ähnliche Schwierigkeiten entgegen. Auch die auf der Donau verkehrenden Schiffe können vielfach wegen ihrer abweichenden Bauart auf dem Ludwigskanal nicht durchgeschleust werden. Andere Schiffe, die nach ihrer Größe in der Lage wären, die künstliche Wasserstraße zu befahren, finden in der alten Regensburger Brücke (= die "Steinerne Brücke") ein zur Zeit schwer zu überwindendes Hindernis. Die Brückepfeiler beengen die Durchflussweite der Donau

außerordentlich. Dadurch entstehen gewaltige Stromschnellen, welche die talwärts fahrenden Schiffe gefährden und die Bergfahrt nur mit einem Vorspann von 10 bis 20 Pferden ermöglichen.

So war der Kanal von Anfang an nach Norden und Süden hin unterbunden und fast nur auf den reinen Lokalverkehr angewiesen.

Das Schifffahrtsgewerbe hätte sich vor allem bemühen müssen, hochwertige Güter (Kaufmannsgüter), wenn auch im bescheidenen Umfang, für den Kanal dauernd zu gewinnen. Hierzu fehlte indes den Schiffern die erforderliche Fühlung mit der Geschäftswelt und insbesondere mit der Spedition. Sie waren außerstande, den Handel und die Industrie, die mehr und mehr den Glauben an die Leistungsfähigkeit des Kanales verloren hatten, für seine Benützung zu interessieren. Die regelmäßigen Fahrten, die früher auf dem Kanal eingerichtet waren, wurden eingestellt und damit schwand zugleich die letzte Möglichkeit, den Verkehr zu heben.

II. Umstände, die für eine Wiederbelebung des Kanalverkehrs sprechen

Neuerdings sind Umstände eingetreten, die trotz der Ungunst der Verhältnisse Hoffnung auf Wiederbelebung des Kanalverkehrs erwecken. Der Obermain ist seit seiner Regulierung von Aschaffenburg bis Bamberg hinauf für Mainschiffe mit einer Belastung von 120 Tonnen, für Kanalschiffe mit einer Belastung von 90 und 75 Tonnen (Motorschiffe) fast das ganze Jahr befahrbar. Als bedeutungsvoll für den Kanalverkehr muss ferner die Legung der Kette bis Bamberg angesehen werden. ***)

***) = für die sog. "Kettenschleppschifffahrt". Bei dieser Betriebsform "hangelten" sich die Frachtschiffe an einer im Fluss verlegten Kette flussaufwärts und auch wieder talwärts. Bei Schiffsbegegnungen "ließ" das talwärts fahrende Schiff die Kette los und wich dem bergwärts entgegenkommenden Schiff aus.

Die an sich niedrigen Kettenschlepplöhne, die für die Teilstrecke Würzburg-Bamberg besonders ermäßigt sind, sodann die Errichtung des "Prinz Ludwig-Hafen" in Bamberg wirken ebenso anregend auf die Obermainschifffahrt wie auf den Kanalverkehr.

Die Kanalisierung des unteren Mains ist gesetzlich bis Aschaffenburg gesichert. Ihre Vollendung dürfte mittelbar auch der Obermainschifffahrt und dem Ludwigskanal Verkehrszuwachs bringen.

Bemerkenswert ist ferner der Aufschwung, den der Verkehr auf der Donau zu nehmen scheint. Nach den Zusammenstellungen des statistischen Landesamtes betrugen die Leistungen der Dampfschifffahrt auf der bayerischen Donau:

Im Jahre	beförderte Tonnen	gefahrene Kilometer
1909	320.621	30.470.898
1910	329.276	33.647.668
1911	352.020	33.014.675
1912	433.636	47.239.576

Die Tonnenkilometerzahl ist hiernach 1912 gegen das Vorjahr um 42% gestiegen. Für den Hafenverkehr in Regensburg sind nachgewiesen:

Im Jahre	Abgang	Ankunft	Zusammen
	Warenmenge in Tonnen		
1909	75.034	87.724	162.758
1910	78.290	90.745	169.035
1911	85.705	76.666	162.371
1912	141.486	102.297	243.783

Die Aussichten für eine anhaltende Mehrung des Donauverkehrs sind nicht ungünstig. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden die Balkanstaaten einer rascheren wirtschaftlichen Entwicklung entgegen gehen. Aus einer allenfallsigen Erstarkung ihrer Handelsbeziehungen mit Mitteleuropa dürfte neben dem Seeweg vor allem die Donau Frachtenzuwachs erhalten. Bei der Annahme des Leichtölgesetzes wird ohne Zweifel das rumänische Petroleum mehr als bisher in Deutschland eingeführt und zum Teil über die Donau bis Regensburg befördert werden. Die Pflege dieses Verkehrs wird sich das neugegründete Donauschifffahrtsunternehmen "Bayerischer Lloyd" ganz besonders angelegen sein lassen. Die Schifffahrtshindernisse bei der Regensburger Brücke werden wohl bald durch technische Maßnahmen beseitigt werden. Die Stadt Regensburg will ein elektrisches Zugwerk anbringen, mittels dessen die Fahrzeuge durch die "Steinerne Brücke" gebracht werden können. Dies würde die Schifffahrtsverbindung zwischen Kanal und Donau bedeutend erleichtern.

Was den Nachbarverkehr mit dem Main betrifft, so unterhält jetzt die Firma Karl Presser & Cie. In Frankfurt (Main) mit Motorschiffen von 300 Tonnen Tragfähigkeit einen regelmäßigen Schifffahrtsbetrieb zwischen Frankfurt und Bamberg. Auf der gleichen Strecke verkehren seit Anfangs November 1913 kleinere Tankschiffe der "Deutsch-Amerikanischen Petroleum-Gesellschaft". Im Frühjahr 1914 soll eine solche Petroleum-Tankschifflinie auch auf der Strecke Bamberg-Nürnberg-Regensburg eröffnet werden. Ferner will der Mainschifferverband mit finanzieller Unterstützung der wichtigeren Obermainstädte regelmäßige Schiffskurse zwischen Würzburg und Bamberg einrichten.
Die Firma Konrad Weber & Cie. In Nürnberg lässt gemeinschaftlich mit der Firma Neckermann in Würzburg schon seit 1910 ein 100 Tonnen Lastschiff, das mit Pferden geschleppt wird, zwischen Nürnberg und Schweinfurt verkehren. Im Juni 1911 ist ein neues Motorschiff mit einer Tragfähigkeit von 110 Tonnen hinzugekommen. Da die Handelswelt das Unternehmen durch Überweisung von Frachten unterstützte, vergrößerte die Firma Konrad Weber & Cie. unter Gründung der "Donau-Mainschifffahrts-Gesellschaft m.b.H." allmählig ihren Schiffsbestand und richtete im Zusammenwirken mit der Firma Presser & Cie. ("Bavarialinie") eine regelmäßige Schifffahrtsverbindung zwischen Regensburg, Nürnberg und Frankfurt ein.
Die "Donau-Mainschifffahrts-Gesellschaft" (= "DEMERAG") verfügt jetzt über 5 Motorschiffe und 2 eiserne Kähne, mithin über 7 Schiffe mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 750 Tonnen. Nach Bedarf werden auch Mietkähne beigezogen.
Durch den Motorbetrieb wird eine wesentliche Abkürzung der Fahrzeiten erzielt. Zur Durchfahrung des ganzen Kanals braucht ein beladenes durch Pferde gezogenes Schiff 6 bis 6½ Tage, ein Motorschiff nur 4 Tage. Die Reisedauer beträgt im Einzelnen:

Zwischen ...	bei Pferdebetrieb	bei Motorbetrieb:
Nürnberg-Regensburg:	3½ - 4 Tage	2½ - 3 Tage
Nürnberg-Bamberg:	2½ Tage	1½ Tage
Nürnberg-Aschaffenburg:	7 – 7½ Tage	5 Tage
Regensburg-Aschaffenburg:	10½ Tage	7½ Tage

Die Bergfahrt eines Motorschiffes von Aschaffenburg bis Nürnberg beansprucht bei Benützung der Mainkette im Ganzen 7 Tage, die eines getreidelten Schiffes mindestens 10 Tage.

Der Anteil der Motorschiffe am Verkehr auf dem Ludwigskanal muss noch als sehr gering bezeichnet werden; er betrug im Jahre 1912 nur 6% oder 3.854 Tonnen der gesamten Beförderungsmengen. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um höherwertige Güter. Die Donau-Main-Schifffahrts-Gesellschaft befasst sich nicht nur oder nur in ganz vereinzelten Fällen mit der Beförderung von Steinen, Holz, Sand, Erde, Kies usw. Der Massenverkehr wird nach wie vor von den übrigen Kanalschiffern bedient. Im Großen und Ganzen besteht also ein vollständig getrenntes Arbeitsfeld für die Kanalschiffer und die Donau-Main-Schifffahrtsgesellschaft.

Ein Vergleich der in den Jahren 1910, 1911 und 1912 auf dem Kanal angekommenen Gütermengen (Beilage 4) lässt eine Zunahme bei den höherwertigen Warengattungen deutlich erkennen. Besonders auffallend ist sie bei folgenden Gütern:

	1910	1911	1912
	Jahresmengen in Tonnen (t)		
Getreide aller Art:	50	331	1.791
Kaufmannsgüter:	128	204	1.181
Kaffee, Reis, Zucker:	142	294	637
Teer, Pech, Harz:	2	14	303
Öle, Fette:	13	13	245
Tonröhren:	---	46	191
Weizenmehl:	39	120	178
Erdöl:	26	26	55

Offensichtlich sind vereinzelt Güter für den Kanal wieder neu gewonnen worden.

Die mit Motor ausgerüsteten Schiffe beförderten im Jahre 1912 auf dem Kanal eine Tonne Gut durchschnittlich 80,04 Kilometer weit, die Schiffe mit Pferdezug dagegen nur auf eine Weglänge von 58,12 Kilometer.
Auch der Durchgangsverkehr in Kelheim und Bamberg ist seit Aufnahme des Motorbetriebes bei den höherwertigen Gütern merklich gewachsen.

Wenn der Gesamtschiffsverkehr auf dem Kanal im Jahre 1912 gegen 1911 trotz des Zuwachses an höherwertigen Gütern zurückgegangen ist, so rührt dieses in der Hauptsache davon her, dass einzelne Massengüter in erheblich geringeren Mengen angeliefert wurden.

Beispielsweise:	1911	1912
	Jahrestransportmenge in Tonnen	
Kohlen, Koks und Briketts:	1.431	858
Gebrannte Steine (Ziegel):	15.268	10.132
Pflastersteine:	11.731	8.226

Der starke Rückgang hängt wohl mit dem Stillstand der Bautätigkeit zusammen, wie er 1912 besonders in Nürnberg zu beobachten war.

III. Nähere Untersuchung der tarifarischen Wettbewerbsfähigkeit des Kanales in seiner gegenwärtigen Gestaltung (Binnenverkehr, Nachbarverkehr mit Main und Donau, Durchgangsverkehr Niederrhein - Donau)

Die Möglichkeit des Wettbewerbes des Ludwigskanales gegen den direkten Schienenweg hängt in erster Linie von den Frachtersparnissen ab, welche die Schifffahrt den beteiligten Verkehrsinteressenten darzubieten vermag.
Als Maßstab hierfür dient der tonnenkilometrische Einheitssatz, zu dem ein Schifffahrtsunternehmen die Beförderung von Gütern noch mit Vorteil übernehmen kann. Unter Berücksichtigung der Betriebskosten, der notwendigen Abschreibungen und eines Unternehmensgewinnes von 6% des Anlagekapitales wurde dieser Satz auf dem Kanal für Motorbetrieb (bei einer angenommenen Auslastung von 110 Tonnen) mit 2 Pfennig, für Pferdebetrieb (bei einer angenommenen Belastung von 120 Tonnen) mit 1,5 Pfennig für das Tonnenkilometer (tkm) ermittelt.

Für die Fahrt auf dem Main (Strecke Bamberg bis Aschaffenburg) wurden folgende Einheiten gefunden:

<u>1.: bei der Fahrt zu Tal:</u> 0,64 Pfennig für Schiffe mit eigener Triebkraft (Motorschiffe)
0,20 Pfennig für Schiffe ohne eigene Triebkraft.
<u>2.: bei der Fahrt zu Berg unter Zuhilfenahme der staatlichen Schleppkette:</u>
2,2 Pfennig für Schiffe mit eigener Triebkraft (Motorschiffe)
1,6 Pfennig für Schiffe ohne eigene Triebkraft.

Der technisch weniger vollkommene Pferdebetrieb arbeitet demnach, auf das tkm berechnet, billiger als der Motorbetrieb. Dies ist in der Hauptsache darin begründet, dass ein gewöhnliches Kanalschiff 10 – 15 Tonnen mehr Ladefähigkeit besitzt, dass es der Schiffseigner meist selbst führ, wodurch Mannschaftskosten erspart und dass die verhältnismäßig niedrigen Anschaffungskosten nur geringe Abschreibungen erfordern.
Bei Talfahrten auf dem Main hat der Schiffer mit Betriebskosten im engeren Sinne überhaupt nicht zu rechnen; er lässt sich mit der Strömung treiben.

Den Lokalverkehr auf dem Kanal oder auf dem Main kann daher der Pferdebetrieb bei entsprechender kaufmännischer Leitung wohl mit Erfolg bedienen, soweit es sich um Güter handelt, die eine lange Reisedauer ertragen. Für die Beförderung eilbedürftiger höherwertiger Güter im Fernverkehr wird er allerdings trotz seiner Billigkeit weniger geeignet sein. Für den Eilfernverkehr darf deshalb in den folgenden Untersuchungen der Motorbetrieb allein ins Auge gefasst werden. Im Übrigen wird beim Pferde- und Motorbetrieb davon auszugehen sein, dass der Wasserweg gegenüber dem Bahnweg in der Regel nur dann bevorzugt wird, wenn die Schiffsfracht etwa um 20% billiger ist als die Bahnfracht.

Was zunächst die Wettbewerbsfähigkeit des Kanals im Binnenverkehr betrifft, so gibt die Tariftabelle **A** Aufschluss, dass bei Pferdebetrieb ein mit 120 Tonnen beladenes Schiff die Allgemeine Wagenladungsklasse B und sämtliche Spezialtarife der Eisenbahn unterbieten kann. Dies gilt auch für ein mit 110 Tonnen voll ausgelastetes Motorschiff. Dabei wirkt besonders mit, dass die Wasserstraße im Kanal-Binnenverkehr meist kürzer ist als der Schienenweg. Dieser hat beispielsweise bei Riedenburg-Nürnberg eine Mehrlänge von 63 Kilometern.

Um darzutun, welch ungünstigen Einfluss die ungenügende Auslastung eines Schiffes auf die Selbstkosten und damit auf die Ertrags- und Wettbewerbsfähigkeit des Motorbetriebes ausübt, wurden Berechnungen der tonnenkilometrischen Einheiten (Beilagen 6 und 7) und die Vergleichungen mit den Bahnfrachten (Beilagen 8-16) auch auf die Fälle ausgedehnt, dass ein 110 Tonnen Schiff mit nur 75 oder 50 Tonnen beladen ist.
Im Lokalverkehr auf dem Kanal erhöht sich sodann die zur Sicherung des Ertrages benötigte Taxeinheit von 2,00 Pfennig auf 2,66 bzw. 3,72 Pfennige für das Tonnenkilometer.
Tritt eine entsprechende Verteuerung der Wasserfracht ein, so kann bei Gütern des Spezialtarifes III ein durchschnittlich mit 75 Tonnen beladenes Schiff nur mehr knapp, ein durchschnittlich mit 50 Tonnen beladenes Schiff nur mehr in vereinzelten

Verkehrsbeziehungen mit der Eisenbahn in Wettbewerb treten.

Im Nachbarverkehr zwischen den Kanalstationen und Regensburg-Ort (Tariftabelle B) ist der Wettbewerb bis zum Spezialtarif II herab einem mit 110 Tonnen beladenen Motorschiff durchwegs, bei einer Nutzlast von 75 Tonnen in der Regel noch möglich.
Im Nachbarverkehr mit den Obermainplätzen sind die Wettbewerbsverhältnisse durch die ungünstige Längenentwicklung des Mainflusses naturgemäß eingeengt. Immerhin gestalten sich, wie die Tariftabelle C zeigt, bei der Talfahrt für den Pferdebetrieb noch auffallend günstig. Er kann sogar bei der Bergfahrt von Aschaffenburg den Spezialtarif II noch unterbieten. Dagegen ist die Spannung zwischen Schiffs- und Bahnfracht beim Motorbetrieb zu Berg selbst für Güter des Spezialtarifes I nicht überall lohnend.
Für niedriger tarifierte Güter in 75 oder 50 Tonnen Ladungen ist der Bahnweg ab Aschaffenburg oder Würzburg sogar überwiegend billiger.

Für den Verkehr zwischen Regensburg Ort und dem Obermain ergeben sich nach der Tariftabelle D etwas günstigere Wettbewerbsmöglichkeiten wie im Wechselverkehr zwischen Ludwigskanal und Main.

Dass der Ludwigkanal bis zu einem gewissen Grade auch für den Verkehr vom Niederrhein nach Kanalstationen und Regensburg-Ort Bedeutung besitzt, geht aus der Tariftabelle E hervor.
In diesen Verkehrsbeziehungen können allerdings auf dem reinen Wasserweg nur Güter mit Nutzen befördert werden, die auf der Eisenbahn nach der Allgemeinen Wagenladungsklasse B oder Spezialtarif I tarifieren. Die Ruhrkohle nach Nürnberg oder Regensburg auf dem Ludwigskanal billiger als auf dem Schienenweg zu verfrachten, ist in keinem Falle möglich. Höherwertige Güter, die beispielsweise von Nürnberg oder Bamberg zur Ausfuhr nach Österreich und Ungarn bestimmt sind, kann der Kanal nach der Tariftabelle Fa mit Gewinn an sich ziehen. Dagegen ist die Tariflage im Verkehr mit den unteren Donauländern (Tariftabelle Fb) für den Kanalweg nicht besonders günstig.
In umgekehrter Verkehrsrichtung ergibt sich für Getreide von Budapest oder Belgrad nach Nürnberg und Bamberg teils eine niedrigere, teils eine höhere Gesamtfracht als beim Umschlag in Passau (vgl. Tariftabelle Fc).

IV. Inwieweit ist der Massenverkehr auf dem Ludwigskanal steigerungsfähig?

Mit einer vollen Auslastung der Fahrzeuge kann die Schifffahrt nicht rechnen. Sie muss ihren Frachtsätzen eine durchschnittliche Nutzlast zugrunde legen, die erheblich hinter dem Tragvermögen zurückbleibt. Auf dem Ludwigskanal betrug im Jahre 1912 die durchschnittliche Belastung bei Motorschiffen nicht ganz 47 Tonnen, bei Schiffen ohne eigene Triebkraft 70 Tonnen, also im Mittel 58 Tonnen. Sie wird sich auch unter wesentlich günstigeren Verhältnissen auf kaum mehr als 80 bis 90 Tonnen steigern lassen.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ist aus den tarifarischen Untersuchungen abzuleiten:

1.) Waren aller Art, also auch Massengüter, können im Kanalbinnenverkehr fast durchwegs, im Nachbarverkehr mit Main und der Donau aber nur zu Tal nutzbringend verfrachtet werden.

2.) Im Übrigen gewährt der Kanal, soweit er überhaupt wettbewerbsfähig ist, in der Hauptsache nur für Güter der "Allgemeinen Wagenladungsklasse" und des "Spezialtarifes I" einen genügenden Taxvorsprung gegenüber der Eisenbahn oder dem kombinierten Bahn- und Wasserweg.

Die wirtschaftlichen Vorteile, die hieraus entspringen, kann sich somit nur eine beschränkte Anzahl von Industriebetrieben und Handelszweigen zu Nutze machen.
Auf die Dichtigkeit des Gesamtverkehrs wird die Beförderung höherwertiger Güter, auch wenn sie im großen Stile betrieben wird, unbeschadet ihrer privatwirtschaftlichen Bedeutung einen maßgebenden Einfluss nicht ausüben können.

Jede Wasserstraße bedarf mehr noch wie die Eisenbahn zu ihrer Verkehrsbelebung der Massengüter. Die höherwertigen Güter fallen nicht ausschlaggebend ins Gewicht. Auf den deutschen Wasserstraßen machen sie nicht ganz 20% des gesamten Verkehres aus; über 80% sind Massengüter. Auf dem Ludwigskanal waren diese Verhältniszahlen im Jahre 1912 etwa 10 **:** 90%.
Es entspringt auch der allgemeinen Erfahrung, dass die Wasserstraßen in erster Linie berufen sind, dem Massenverkehr zu dienen und dass es nicht ihre Aufgabe sein kann, ausschließlich oder überwiegend höherwertige Güter zu befördern.
Die Nachfrage nach den Massengütern, die im Kanalbezirke selbst gewonnen werden, hängt wesentlich von der Bautätigkeit in den wichtigeren Kanalorten ab. Der Massen-Nahverkehr wird daher je nach Lage der Baukonjunktur in seinem Umfang schwanken. Ein gewisses Höchstmaß aber nicht überschreiten.
Der Massen-Fernverkehr ist unter den zurzeit gegebenen Verhältnissen wenig entwicklungsfähig. Der Wettbewerb der Eisenbahn macht es unmöglich, die wichtigsten Massengüter wie Kohlen und Eisen vom Rhein und unteren Main her zu Berg in den Kanal zu führen. In den Verkehrsbeziehungen aber, in denen an sich die Verschiffung lohnen würde, also insbesondere in der Richtung nach dem Rhein, kann die Tarifkraft des Wasserweges nicht ausgenützt werden, da Massengüter für diese Richtung zur Zeit nicht vorhanden sind. Lang- und Rundholz, das hauptsächlichste Massengut, das hier in Betracht käme, legt infolge der eisenbahntariflichen Vergünstigungen den Weg von der Gewinnungsstätte bis zu den Mainumschlagsplätzen auf den Schienen zurück.

V. Würde der Ausbau des Kanals zu einer 200 Tonnen-Wasserstraße nennenswerten volkswirtschaftlichen Nutzen bringen?

Die Leistungsfähigkeit einer Wasserstraße wächst ohne Zweifel mit ihren Ausmaßen. Auch der Ludwigskanal würde wohl in seiner Wettbewerbsfähigkeit bis zu einem gewissen Grade gestärkt werden, wenn größere Schiffe als solche mit einer Tragfähigkeit von 126 Tonnen zugelassen werden könnten.
Bei Verwendung von 200 Tonnen-Schiffen würde der Motorbetrieb schon mit einem Mindestertrag von: **Pfennig für das Tonnen-Kilometer**

1,57 auf dem Kanal,
0,44 auf dem Main talwärts und
1,78 auf dem Main bergwärts

sein Auskommen finden.
Gegebenenfalls könnte die Motorschifffahrt für Nutzlasten von 200 Tonnen nicht nur im Kanalbinnenverkehr (Beilage 8), sondern vor allem auch in der Bergfahrt von Obermainplätzen nach Kanalstationen (Beilage 10 unter b) und nach Regensburg (Beilage 11 unter a) größere Frachtersparnisse darbieten. Immerhin wäre aber die Verbilligung auch dann noch nicht ausreichend, um die wichtigsten Massengüter, namentlich Eisen des Spezialtarifes III und Kohle vom Niederrhein her auf den Main und Ludwigskanal abzulenken.
Den Nachweis hierfür liefert folgende Frachtvergleichung aus der Beilage 12:

Verkehr von Ruhrort-Hafen	Eisen des Spez. Tarifes III	Ruhrkohle
	In Mark für 10 Tonnen	
Reine Wasserfracht bei einer Nutzlast von 200 Tonnen:	100,46	96,40
Kombinierte Schiffs- und Bahnfracht mit Umschlag in Aschaffenburg*)	90,00	86,00
Taxvorsprung des Aschaffenburger Umschlags	10,46	10,46

*) Die Kanalisation des Mains bis Aschaffenburg vorausgesetzt.

Hieraus ergibt sich unmittelbar, dass die Schifffahrt auch durch den Ausbau des Kanals zu einer Wasserstraße für 200 Tonnen-Schiffe eine wesentliche Befruchtung kaum erreichen könnte. Sie würde im Großen und Ganzen auf die Beförderung von höherwertigen Gütern angewiesen bleiben. Ein dichterer Massenverkehr würde sich gerade in den wichtigsten Verkehrsrichtungen von West nach Ost und von Nord nach Süd auf dem Kanal nicht entwickeln.
Der Umbau würde also zu einer allgemeinen Hebung der Verkehrsziffern nicht ausreichend beitragen. Ein Wettbewerb mit der Eisenbahn kann für den Massenverkehr mit Schiffen von 200 Tonnen Ladefähigkeit nicht aufgenommen werden.
Faber vertritt in seiner "Denkschrift zu dem technischen Entwurf einer neuen Donau-Main-Wasserstraße von Kelheim nach Aschaffenburg" die Auffassung, dass den Anforderungen der Leistungsfähigkeit und der Wirtschaftlichkeit nur das 600 Tonnen-Schiff vollkommen Rechnung tragen dürften.
Die nähere Untersuchung der Nutzwirkung einer für 600 Tonnen-Fahrzeuge eingerichteten Wasserstraße würde den Rahmen dieser Denkschrift überschreiten.

VI. Ingenieur-technische Untersuchung.

A: Erweiterung der Kanalanlagen für den Verkehr mit 200 Tonnen-Schiffen.
B: Wasserversorgung des erweiterten Kanals.
C: Baukosten.

Die ingenieur-technische Untersuchung über die etwaige Ausgestaltung des Ludwigkanals zu einer 200 t-Wasserstraße hat im Einzelnen Folgendes ergeben.

A) Erweiterung der Kanalanlagen: 1. Ausmaße der 200 Tonnen-Schiffe.

Die zurzeit auf dem Kanal verkehrenden Schiffe haben eine Tragfähigkeit von höchstens 126 Tonnen, eine größte Länge von 31,95 m, eine größte Breite von
4,47 m und einen Tiefgang von 1,17 bis 1,20 m. Die dermalige Tauchtiefe wird zweckmäßig auch für Kanalschiffe mit 200 Tonnen Tragvermögen beizubehalten sein, damit diese sich zugleich für die Fahrt auf dem Obermain eignen, der bei Mittelwasser ebenfalls nur eine Tauchtiefe von 1,20 m gestattet.
Eine Vergrößerung des Schiffstyps ist somit nur nach Länge und Breite tunlich.
Als das günstigste Verhältnis von Länge und Breite gilt allgemein 7 **:** 1.

Für das 200 t-Schiff werden daher folgende Ausmaße angenommen:
Gesamtlänge: = 42,00 m; Gesamtbreite: = 6,20 m; Tauchtiefe: = 1,20 m
Völligkeitsgrad: 0,85

Die Tragfähigkeit wird zu ¾ des dem Tauchraum entsprechenden Wassergewichtes angenommen, während für das Eigengewicht des Fahrzeuges einschließlich seiner Ausrüstung ¼ jenes Gewichtes zu rechnen ist. Damit ergibt sich eine Tragfähigkeit von 42,0 x 6,20 x 1,20 x 0,85 x 0,75 = rund 200 Tonnen.

2. Neue Kanalabmessungen.

a) Kanalquerschnitt in der freien Strecke: Der jetzige Kanal ist in der normalen Strecke zweischiffig ausgebaut und hat eine Sohlenbreite von 9,92 m, eine Wassertiefe von 1,46 m bei zweimaligen Böschungen und eine Wasserspiegelbreite von 15,80 m.
b) In den Kanalbrücken und unter Kanalüberbrückungen ist er nur einschiffig ausgebaut. Daran wird bei der Erweiterung des Kanales festzuhalten sein, da sich das Kreuzen zweier Schiffe in den Brückenabschnitten auch bei lebhafteren Schiffsverkehr vermeiden lässt.

Für die Wahl des erweiterten Kanalquerschnittes sind folgende Erwägung maßgebend: Das Verhältnis des Wasserquerschnitts eines Kanals zum eingetauchten Schiffsquerschnitt soll mindestens 4 **:** 1 sein, damit der Schiffswiderstand nicht zu groß wird.
Um dieses Verhältnis zu erhalten, kann der Kanal entweder nur verbreitert oder er kann verbreitert und vertieft werden.

Würde der Kanal nur verbreitert werden, so müsste ihm einen Sohlenbreite von rund 17 Metern, somit fast die doppelte Breite des jetzigen Kanals gegeben werden. Dieser großen Verbreiterung würden sich aber an sehr vielen Stellen, hauptsächlich beim Durchgang durch die am Kanal gelegenen Städte und Ortschaften, bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellen. Ferner würde die oft als misslich empfundene geringe Tiefe des Kanales auch nach dessen Verbreiterung weiterbestehen.
Zweckmäßiger würde es daher sein, mit der Verbreiterung zugleich eine **Vertiefung** des Kanals vorzunehmen, zumal nach Erfahrungen bei anderen Kanälen die Kosten der Vertiefung in geringerem Maße wachsen als die der Verbreiterung. Ferner verringern sich bei Kanälen von geringerer Breite auch die durch die Verdunstung und Versickerung hervorgerufenen Wasserverluste.

Für den neuen Kanalquerschnitt soll daher eine Sohlenbreite von 13,40 m und eine normale Wassertiefe von 2,00 m angenommen werden.
Bei diesen Ausmaßen ergibt sich ein Wasserquerschnitt von 34,8 m², während der eingetauchte Querschnitt des 200 t-Schiffes 7,3 m² beträgt, so dass sich das Verhältnis des Wasserquerschnitt zum eingetauchten Schiffsquerschnitt von 34,8 **:** 7,3 = 4,76 **:** 1 ergibt. Da dieses Verhältnis beim jetzigen Kanal 18,8 **:** 55 = 3,75 **:** 1 ist, so würde es nach der Kanalerweiterung günstiger sein. Es könnte daher auch eine Vertiefung des Kanals auf etwa 1,80 m als ausreichend erachtet werden. Beim Bau der neueren Kanäle ist jedoch mit Rücksicht auf die durch Schrauben bewegten Schiffe verlangt worden, dass zwischen dem äußeren Schiffsboden und der Kanalsohle bei Vollbelastung des Schiffes noch ein Zwischenraum von mindestens 0,75 m vorhanden sei. Diese Forderung müsste auch für den Ausbau des Ludwigskanales erhoben werden. Schon jetzt zeigen sich an vielen Stellen Durchsickerungen. Ob diese auf die umfangreichen Baggerungen in den letzten Jahren oder auf die vor kurzem eingerichtete Motorschifffahrt zurückzuführen sind, ist noch nicht festgestellt.
Nach den ungünstigen Erfahrungen bei anderen Kanälen, die beispielsweise in Elsaß-Lothringen zu einem Verbot der Motorschifffahrt Anlass gaben, muss das letztere befürchtet werden. Auf den Spielraum von 0,75 m kann deshalb nicht verzichtet werden, auch wenn, wie anderwärts, Vorrichtungen zur Verhütung des schädlichen Einflusses der Schraubenwirbel auf die Kanalsohle angewendet werden.

Die Vertiefung des Kanales auf 2 Meter hätte den weiteren Vorteil, dass auch bei einem geringeren Wasserstand als dem normalen, was in besonders trockenen Jahren wohl immer wieder eintreten wird, der Verkehr mit Schiffen von 1,20 m Tiefgang in der Regel aufrecht erhalten werden kann.

Schließlich bliebe noch die Möglichkeit offen, auf dem erweiterten Kanal auch Schiffe mit bis zu 1,50 m Tiefgang zuzulassen.
Alle diese Vorteile rechtfertigen die Herstellung einer Wassertiefe von 2 Metern.
Durch die Verlängerung der Schiffe auf 42 Meter würde eine weitere Verbreiterung des vorgesehenen normalen Kanalquerschnitt in den Kanalkrümmungen mit kleinem Halbmessern notwendig werden, die zwar größere Erdarbeiten erfordern, jedoch sonstige besondere Schwierigkeiten nicht bieten wird.

b) Kanalquerschnitt in Kanalbrücken: (Brückkanäle)

Die Kanalbrücken, die jetzt in der Höhe des normalen Wasserstandes eine kleinste Breite von 5,25 m haben, sind entsprechend der Verbreiterung der Schiffe auf 7,20 m zu erweitern.
Wo die Tiefe von 2 m nicht vorhanden ist, muss sie durch Aufmauerung der beiden Ufermauern und durch Höherlegung der ganzen Haltung, in der die Brücke liegt, erreicht werden. Wo dies nicht möglich ist, muss die Kanalbrücke vollständig umgebaut werden. Diese Lösung ist auch dann zu wählen, wenn, wie bei sehr langen Haltungen, die Wasserspiegelerhöhung mehr Kosten verursachen würde als der Umbau der Kanalbrücke.

c) Kanalquerschnitt unter Kanalüberbrückungen.

Bei senkrechten Ufermauern muss die Wasserspiegelbreite 8,00 m gewählt werden. Der Ziehweg muss bei allen Überbrückungen, die bei der Verbreiterung des Kanals umzubauen sind, eine Breite von mindestens 2,50 m erhalten. Nur bei Bauwerken, deren Umbau durch die Kanalverbreiterung nicht unbedingt erforderlich wird, kann damit bis auf etwa 1,70 m herunter gegangen werden.
Alle umzubauenden Überbrückungen haben also eine lichte Weite zwischen den beiden Widerlagern von 8,00 + 2 x 2,50 = 13,00 Metern zu erhalten. Als kleinste Lichthöhe (= Durchfahrtshöhe) der Unterkante der Brücken über dem normalen Wasserstand, d.i. bei 2,00 m Wassertiefe, sind 3,50 m anzunehmen.

d) Größe der Kammerschleusen. (Beilage 21)

Die Kanalschleusen, die jetzt eine kleinste Breite von 4,64 m, eine Länge von 34 m von Drempelspitze zu Drempelspitze und eine nutzbare Wassertiefe von 1,46 m haben, müssten bei der Kanalerweiterung auf 6,70 m, 43,00 m und 2,00 m vergrößert werden.
Bei der Breite der Schleusen von 6,70 m ist für die beiden Scheuerleisten, wie sie eiserne Schiffe haben, ein Raum von 2 x 0,10 m sowie ein beiderseitiger Spielraum von 2 x 0,15 m, als insgesamt 0,50 m vorgesehen, so dass auch die Durchschleusung von Schiffen bis zu 6,50 m Breite noch möglich sein wird. Ferner wird die Erneuerung sämtlicher Sperrtore notwendig.

B) Die Wasserversorgung des erweiterten Kanales. (Beilage 17,18,19)

1.) Bei Ausbau des ganzen Kanals von Kelheim bis Bamberg:

Die dem Kanal in der Scheitelhaltung bei Neumarkt zwischen Schleuse 32 und 33 zugeführten sekundlichen Wassermengen betragen zusammen durchschnittlich **0,8 Kubikmeter**. Davon treffen auf den Schwarzach-Leitgraben (= heute "Pilsach-Leitgraben") 0,44 m³, auf den Hausheimer- und Kettenbachleitgraben, den Woffenbach und die kleineren Grabenzuleitungen zusammen 0,36 m³.
Von der obersten Haltung aus erfolgt die Speisung des Kanals in Richtung nach Kelheim bis zu dessen Einmündung in die kanalisierte Altmühl bei Dietfurt (km 33) und in der Richtung gegen Bamberg bis zum Regnitzeinlaß in Erlangen bei km 135.
Die in diesen Strecken dem Kanal noch zugeleiteten kleineren Gräben führen so unbedeutende Wassermengen, dass sie unberücksichtigt bleiben können. Von Erlangen an bis zur Einmündung des Kanals in die Regnitz bei km 169 wird durch einen Kanaleinlass bei Kanalkilometer 134,5 die Regnitz zur Kanaleinspeisung herangezogen. Diese Strecke kann bei den weiteren Ausführungen über die Wasserversorgung außer Betracht bleiben, da die Kanalverwaltung schon jetzt das Recht hat, soviel Wasser aus der Regnitz zu entnehmen, als für den erweiterten Kanal erforderlich wäre.
Von der in der Scheitelhaltung zufließenden Wassermenge von 0,8 cbm pro Sekunde werden zur Erhaltung des Normalwasserstandes, also zum Ersatz des ständig versickernden und verdunsteten und an den Schleusen zu Verlust gehenden Wassers zwischen Dietfurt und Erlangen (Kanalkilometer 33 bis 135) ca. 0,60 cbm (= 600 Liter) verbraucht.

Beim erweiterten Kanal vergrößert sich der benetzte Umfang von 16,5 m auf 22,5 m oder um rund 40%. Der Wasserverbrauch wird sich um 0,6 x 0,4 = rund 0,25 m³ pro Sekunde erhöhen. Weiter wächst der Verlust infolge der Vermehrung der Wassertiefe um 15%, also um 0,6 x 0,15 = 0,09 m³ (= 9 Liter) pro Sekunde, so dass sich der gesamte Wasserverlust durch Verdunstung, Versickerung u.dgl. für den erweiterten Kanalquerschnitt in der 102 Kilometer langen Strecke Dietfurt-Erlangen zu 0,6 + 0,25 + 0,09 = ca. 1 Kubikmeter (= 1.000 Liter) pro Sekunde berechnet.
Hiernach ist eine Wassermenge von 1,0 x 24 x 60 x 60 = 86.400 Kubikmeter im Tag oder von 10 Sekundenlitern für einen Kilometer Kanal erforderlich.
Außer diesen Wasserverlusten ist noch der Bedarf für die Durchschleusung der Schiffe zu decken.
Die zur Wasserfüllung der Schleusen in Betracht kommende Länge beträgt rund 45 Meter. Eine Schleusenfüllung beansprucht also bei einer durchschnittlichen Fallhöhe von 3 m eine Wassermenge von 45 x 6,7 x 3 = ca. 900 m³.

Im Jahre 1913 hatten die in der Nähe von Nürnberg gelegenen Kammerschleusen eine Höchstzahl von 717 Durchschleusungen. Somit treffen bei jährlich 270 Betriebstagen täglich 2,65 oder rund 3 Durchschleusungen auf eine Schleuse.
Wird der erweiterte Kanal mit einem über dreimal so großen Verkehr, also tälich mit 10 Durchschleusungen in den beiderseits der Scheitelhaltung gelegenen Schleusen gerechnet, so benötigt die hiefür notwendige tägliche Wassermenge 20 x 900 = 18.000 Kubikmeter oder 18.000 **:** 86.400 = 0,2 m³ (= 200 Liter) pro Sekunde.
Der gesamte Wasserbedarf für den erweiterten Kanal beläuft sich somit für die Strecke zwischen Dietfurt und Erlangen auf 1,0 + 0,2 = 1,2 Kubikmeter/Sekunde.
Davon liefern die bisherigen Zuflüsse 0,8 m³, so dass noch 0,4 m³ /Sekunde oder 35.000 m³ im Tag neu zugeführt werden müssen.

Für diese Wasserzuleitung bestehen folgende Möglichkeiten:

b) Wasserbeschaffung:

I.
Die Entnahme des Wassers aus einem natürlichen Wasserlauf, nämlich der Schwarzach, mittels eines Pumpwerkes:
Bei Umbau des ganzen Kanals auf den erweiterten Querschnitt wird das neu zu beschaffende Wasser zweckmäßig der Scheitelhaltung zugeführt.
Die günstigste Lage für das Pumpwerk wäre bei der Ortschaft Unterölsbach etwa bei km 78 des Kanals; dort tritt die Schwarzach etwa 25 m tiefer liegend als der Kanal auf ungefähr 500 Meter an diesen heran, nachdem sie kurz vorher noch zwei bedeutendere Zuflüsse aufgenommen hat, nämlich den Sindelbach und den Rohrenstädter-Bach, deren Wasser zur Kanalspeisung bisher noch keine Verwendung findet.
Nach den Pegelaufschreibungen bei Rasch, ungefähr 4 Kilometer unterhalb Unterölsbach, ist seit dem Jahre 1904, also innerhalb von 10 Jahren, der Wasserstand an 450 Tagen unter 9 Zentimeter geblieben, einem Stande, bei dem die Wassermenge in Unterölsbach nicht oder doch nicht viel über 500 Liter/Sekunde hinauskommt. Im Jahre 1904 hielt dieser Niederwasserstand 3 Monate lang, vom Juli bis September, ununterbrochen an. In dieser langen Trockenperiode bei dem allseits gesteigerten Wasserbedarf und der begreiflicherweise starken Inanspruchnahme des Baches wird die Wassermenge sehr häufig weniger als 400 Liter/Sekunde betragen haben.
Bei diesen Verhältnissen und in der Erwägung, dass schon aus Gründen des Gemeinwohls die vollständige Entleerung eines Wasserlaufes niemals in Betracht kommen kann, erscheint die Schwarzach bei Unterölsbach als nicht geeignet, den gesamten Mehrbedarf an Speisewasser im Betrage von 400 Litern/Sekunde jederzeit zu decken. Aber auch in Zeiten höherer Wasserstände ist die Entnahme von 400 Sekundenlitern aus einem Wasserlaufe, der den größten Teil des Jahres an der Entnahmestelle nicht viel mehr als 1.000 Liter/Sekunde Wasser und an der Mündung wenig über 2.000 Liter/Sekunde zur Verfügung hat, von den schwersten wirtschaftlichen Schäden begleitet.
Zu mindesten müsste, soweit tunlich, die in der obersten Haltung aufgespeicherte Wasserreserve herangezogen werden, wenn außer dem Pumpwerk nicht noch eine der nachstehend beschriebenen Wasserzuleitungsmöglichkeiten geschaffen werden muss.
Die in der Scheitelhaltung aufgespeicherte Wassermenge beträgt nach Verbreiterung des Kanals bei normalen Wasserstand 34,8 x 24.000 = 836.000 Kubikmeter und unter Berücksichtigung der engeren Kanalstrecken rund 800.000 m³.
Bei geringer Wasserführung der Schwarzach könnte nun die oberste Wasserschicht der Scheitelhaltung um etwa 0,40 m Höhe mit einem Wasserinhalt von 20,8 x 0,4 x 24.000 = 200.000 m³ zur Kanalspeisung mit herangezogen werden.
Es wäre dies ein allerdings nicht sehr lange nachhaltender Behelf. Denn da die Schwarzach bei sehr großer Trockenheit nur etwa 130 l/sec. oder 11.000 m³ im Tag liefern könnte, müssten bei einem Verkehr von täglich 10 Schiffen aus der Reserve noch täglich über 20.000 Kubikmeter herangezogen werden.

Die Baukosten für ein Wasserpumpwerk bei Unterölsbach mit einem Förderungsvermögen von 400 l/sec. würden nach überschlägiger Berechnung 250.000 Mark betragen. Dazu kommen die jährlichen Betriebskosten von etwa 28.000 Mark, was einem Kapitalaufwand von rund 700.000 Mark entspricht, so dass der Gesamtaufwand für die Zuführung des Schwarzachwassers in den Kanal rund 1 Million Mark betragen würde. Die Benützung des Schwarzachwassers würde voraussichtlich erhebliche Entschädigungsforderungen der an der Schwarzach von Unterölsbach bis zur Einmündung in die Rednitz bei Penzendorf angesiedelten Triebwerksbesitzer (= Mühlen, Hammerwerke etc.) zur Folge haben. Es müssen deshalb im Verhältnis zu den wirklichen Baukosten außergewöhnlich hohe Beträge für Nebenentschädigungen vorgesehen werden. Auch für die Wahrung der Interessen von Wässerungs- und Fischereiberechtigten werden erhebliche Aufwendungen erforderlich werden.
Aus vorstehendem folgt, dass die Zuleitung des Schwarzachwassers allein bei einem hohen Kostenaufwand gleichwohl nicht für den Betrieb des erweiterten Kanals genügen würde.

II.

Die Anlage eines Sammelweihers bei Laabersricht im Pilsachtal (nächst dem Kanalkilometer 70:

Wenn diesem Sammelweiher die für den erweiterten Kanal noch benötigten 400 Liter per Sekunde während der Schifffahrtsperiode (270 Tage) entnommen werden sollen, muss er ein Fassungsvermögen von rund 10 Millionen Kubikmeter erhalten. Diese Wassermenge könnte aus dem Einzugsgebiet der Pilsach und des Ottosauerbaches gewonnen werden.

Die Baukosten der Anlage bei Laabersricht würden einschließlich der Grunderwerbung und Nebenentschädigungen sowie Ergänzung der Leitgräben an 2.500.000 Mark zu stehen kommen.

Die Anlage von Sammelbecken wäre ferner noch im Gebiet des Rohrenstädter- und Sindelbaches sowie des Hausheimer und Kettenbaches (zwischen km 75 und 80) möglich. Bei gleicher Wasserlieferung wie bei dem vorher behandelten Sammelweiher würden auch die Anlagekosten die gleichen sein.

Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass jetzt schon bei gewöhnlichen Wasserständen das Gesamtwasser der Pilsach von mindestens 84 Liter in der Sekunde durch den Leitgraben dem Donau-Main-Kanal zugeführt wird. Mithin können durch Anlage des Sammelweihers nur mehr höchstens 400 – 84 = 316 l/sec. für die Kanalspeisung gewonnen werden. Es wird also diese Anlage allein nicht genügen, um den erweiterten Kanal zu versorgen. Ebenso sind die sonst noch ins Auge gefaßten Sammelbecken im Gebiet des Rohrenstädter- und Sindelbaches sowie des Hausheimer- und Kettenbaches bei ihren geringen Einzugsflächen von 17 und 18 bzw. von 11 Quadratkilometer einzeln nicht imstande, die benötigte Wassermenge zu liefern. Es muss bei dieser Art der Wasserbeschaffung also immer damit gerechnet werden, dass ein erheblich höherer Aufwand erforderlich wird, als für die Herstellung eines Beckens berechnet wird.

III. Wassergewinnung durch Entnahme aus Grundwasserbecken

Hierfür käme in erster Linie das große Grundwasserbecken südlich der Stadt Neumarkt in der Gegend der Schlierfermühle (nächst Kkm 60) in Frage.
Aus diesem Sandbecken mit einem Niederschlagsgebiet von rund 42 qkm könnte eine Wassermenge von 400 Litern in der Sekunde während 270 Tagen im Jahr sehr wohl entnommen werden.

Nach den beim Bau der neuen Nürnberger Wasserleitung (= die Fernwasserleitung von Ranna) gemachten Erfahrungen können die Baukosten einschließlich der notwendigen Leitungen zum Kanal und der Entschädigungen der Grundbesitzer für jeden Liter pro Sekunde auf 3.000 Mark, für die Entnahme von 400 l/sec. somit auf 1.200.000 Mark geschätzt werden. Immerhin ist äußerste Vorsicht am Platze, da in trockenen Jahren der Grundwasserspiegel weiter als für die Vegetation zuträglich in Mitleidenschaft gezogen werden könnte. Jedenfalls würde ein Rückgang des Grundwasserstandes, ob mit Recht oder Unrecht, immer der Grundwasserentziehung zur Last gelegt werden.
Es würde deshalb von dieser Art der Wasserbeschaffung nur mäßiger Gebrauch zu machen sein, da die schädlichen Wirkungen sich nicht im voraus übersehen lassen.

2. Bei Ausbau des Kanals nur zwischen Bamberg und Nürnberg mit der Annahme, dass die Kanalerweiterung bei Kanalkilometer 108 am Rangierbahnhof Nürnberg endet (in Gibitzenhof)

a) Wasserbedarf:

Auf der Strecke von der kanalisierten Altmühl bei km 33 bis zu km 108 des Kanals bei Rangierbahnhof Nürnberg wird eine Änderung im Wasserbedarf und Wasserbeschaffung gegenüber den jetzigen Verhältnissen nicht eintreten.
Es ist also nur die Strecke zwischen km 108 und 135 (bei Erlangen) zu untersuchen.
Von Erlangen ab kann das für den erweiterten Kanal benötigte Wasser, wie schon unter Ziff. 1 ausgeführt, der Regnitz entnommen werden.
Für die Strecke von km 33 – 108 sind jetzt für den Kanal einschließlich der Durchschleusungen täglich rund 41.000 Kubikmeter benötigt. Der sekundliche Wasserverlust durch Versickerung, Verdunstung usw. für den erweiterten Kanal beträgt, wie oben berechnet, 0,001 m³ für 1 Kilometer, somit täglich für die Strecke von km 108 – 135: 0,01 x 27 x86.400 = rund 23.200 m³.
Für das Durchschleusen der Schiffe werden unter der Annahme eines Durchganges von täglich 10 Schiffen an jeder Schleuse in der letztgenannten Strecke 10 x 900 = 9.000 cbm benötigt.
Die geringe Wassermenge, die hiefür aus den Durchschleusungen der oberhalb gelegenen Schleusen gewonnen werden kann, darf unberücksichtigt bleiben. Es ist somit ein Gesamtwasserbedarf von 41.000 + 23.200 + 9.000 = 73.000 m³ im Tag oder von rund 0,9 m³ in der Sekunde zu decken.

Da dem Kanal jetzt 0,8 cbm in der Sekunde zufließen, so wird die Zuleitung weiterer 100 Liter in der Sekunde erforderlich.

b) Wasserbeschaffung:

Dieses Mehr an Wasser wird von Nürnberg an abwärts bis nach Erlangen gebraucht; somit wäre dessen Gewinnung in der Nähe von Nürnberg am vorteilhaftesten. Dies ist jedoch gerade hier mit besonderen Schwierigkeiten verbunden.
An natürlichen Wasserläufen mit größerer Wasserführung käme nur die Pegnitz in Frage, die den Kanal bei km 117,6 kreuzt. Gegen die Einleitung von Pegnitzwasser sprechen aber folgende Bedenken:
In der Strecke aufwärts bis zum Beginn der Kanalerweiterung bei km 108 liegen 6 Schleusen mit zusammen 16,80 m Steigung; für diese Haltungen wäre mit der Wasserentnahme aus der Pegnitz ohne weitere besondere Anlagen nichts gewonnen.

Ferner wäre das Pegnitzwasser, das unterhalb Nürnbergs sehr verunreinigt ist und sehr viele Sinkstoffe enthält, wegen des starken Wuchses der Wasserpflanzen nur nach entsprechender Reinigung als Kanalspeisewasser verwendbar.
Schließlich würden wohl auch in wasserrechtlicher Beziehung der Wasserentnahme aus der Pegnitz an der fraglichen Stelle Schwierigkeiten entstehen.
Es kann also die Heranziehung der Pegnitz zur Kanalspeisung nicht in Frage kommen.
Ebenso wird von den zwei anderen Möglichkeiten der Wassergewinnung – Entnahme aus dem Grundwasser oder aus Sammelweihern in der Nähe Nürnbergs -, die erster aus wasserrechtlichen Gründen, die letztere wegen der für die Grunderwerbungen erforderlichen sehr hohen Kosten nicht weiter zu verfolgen sein. Es wird daher die Vermehrung der Wasserzuführung für die Erweiterung der Kanalstrecke Nürnberg-Bamberg nur durch Heranziehung des im Gebiete der Kanalscheitelhaltung zur Verfügung stehenden Wassers zu erreichen sein.
Die hierüber bereits gemachten Ausführungen für die Wasserbeschaffung bei Erweiterung der ganzen Kanalstrecke gelten auch hier, nur würde sich der Kostenaufwand für die einzelne Anlage entsprechend der geringeren Wassermenge, die gewonnen werden soll, vermindern.
Bei Entnahme des Wassers aus der Schwarzach würde das Pumpwerk nicht bei Unterölsbach, sondern zweckmäßiger bei der Kreuzung des Kanals mit der Schwarzach bei km 95,2 (= am Brückkanal bei Feucht) errichtet werden.
Zur Aufspeicherung einer größeren Wassermenge könnte die etwa 3 Kilometer unterhalb Schwarzach-Kanalbrücke liegende 4.755 Meter lange Haltung zwischen den Schleusen 63 und 64 nach entsprechender Erweiterung benützt werden.
Durch Entnahme von 100 l/sec. würde etwa ein 10%ige Wasserminderung eintreten, die zwar nicht als unerheblich betrachtet werden kann, aber keine zu hohen Entschädigungskosten verursachen würde.

Hiernach darf angenommen werden, dass es mit dem im Gebiet des Ludwig-Kanals vorhandenen Wasser möglich ist, den Kanal auch nach dessen Erweiterung für den Verkehr von 200 Tonnen-Schiffen in genügender Weise zu speisen; jedoch steht auch ohne jeden Zweifel fest, dass die Heranziehung neuer Wassermengen zur Kanalspeisung, welche von den angeführten Möglichkeiten auch gewählt werden sollte, nach den neuen wassergesetzlichen Bestimmungen Schwierigkeiten bieten würde.

C. Baukosten.

Die Kosten, welche der Ausbau des Ludwigkanals zu einer Wasserstraße für 200 Tonnen-Schiffe erfordern würde, sind in den Beilagen 22 und 23 entwickelt.
Hiernach wäre der gesamte Staatsaufwand zu veranschlagen:

a) für die Erweiterung des ganzen Kanals von Kelheim bis Bamberg
36.000.000 Mark
b) für die Erweiterung der Teilstrecke von Nürnberg bis Bamberg
15.200.000 Mark

VII. Schlussbetrachtung.

Bei der Kostenberechnung ist von der Annahme ausgegangen, dass der Längenschnitt (= der Trassenverlauf) des Kanals und damit die Schleusenzahl unverändert bleibt.
Für eine wirksame Erleichterung der Schifffahrt würde es jedoch nicht genügen, die Wasserstraße lediglich zu verbreitern und zu vertiefen. Es müsste zugleich auf eine tunlichste Abkürzung der Fahrzeit Bedacht genommen werden, die sich nur durch eine bessere Gestaltung des Kanallängenschnittes, d.h. durch Verringerung der Schleusenzahl, erreichen ließe.

Nach überschlägiger Schätzung würde sich der Aufwand für den Ausbau des Kanales zu einer 200-Tonnen-Wasserstraße bei gleichzeitiger Verbesserung des Kanallängenschnittes verdoppeln. d.h. für die Umgestaltung des ganzen Kanals von Kelheim bis Bamberg wären 70 Millionen Mark, (= ca. 35,8 Millionen Euro) für die Teilstrecke Nürnberg-Bamberg allein etwa 30 Millionen Mark (= ca. 15,35 Millionen Euro) erforderlich.
Ein so beträchtlicher Geldaufwand stünde mit dem bescheidenen wirtschaftlichen Nutzen, der sich aus der Zulassung von 200 Tonnen-Schiffen herleiten lässt, nicht im richtigen Verhältnis.

Ein Wettbewerb der Kanalschifffahrt mit der Eisenbahn kann, wie oben bereits dargelegt wurde, für Massengüter nur mit Schiffen von 600 Tonnen Ladefähigkeit erfolgreich aufgenommen werden. Vereinzelt wird zwar die Meinung vertreten, dass die Anforderungen der Leistungsfähigkeit und der Wirtschaftlichkeit schon ein Fahrzeug mit 400 bis 500 Tonnen Nutzlast an sich genüge. Beim Ludwigskanal kommt aber in Betracht, dass für die Kanalisierung des Maines von Offenbach bis Aschaffenburg in Rücksicht auf die Anschlussverhältnisse an den Rhein die Abmessungen derart gewählt sind, dass Schiffe von 1.500 Tonnen Tragfähigkeit verkehren können.
Andererseits fahren auf der bayerischen Donau Schiffe bis zu 650 Tonnen.

Hiernach dürfte es sich kaum empfehlen, bei einem Schifffahrtskanal, der als Bindeglied zwischen Donau und Main dienen soll, unter die Grenze von 600 Tonnen Tragfähigkeit herab zu gehen (Vergleiche Faber S.11). Der Verkehr von solchen Schiffen erfordert aber die vollständige Kanalisierung des Maines und die Erbauung eines neuen Kanales allenfalls unter Wahl einer neuen Linienführung.

Die Untersuchung hierüber liegt außerhalb des Rahmens der gegenwärtigen Denkschrift.
Die Königliche Staatsregierung beobachtet die Bedürfnisfrage für die bessere Schiffbarmachung der bayerischen Binnenwasserstraßen mit großer Sorgfalt.

Die auf Jahrzehnte zurückgehenden Bestrebungen, der Großschifffahrt das Vordringen nach Bayern herein zu ermöglichen, werden durch die Inangriffnahme der Mainkanalisierung von Offenbach bis Aschaffenburg der Erfüllung wesentlich näher gerückt.
Hand in Hand mit der Vollendung dieser Bauarbeiten ist die Bauwürdigkeit der Weiterkanalisierung des Maines von Aschaffenburg aufwärts nach der technischen und wirtschaftlichen Seite eingehend zu untersuchen.

Vor der erschöpfenden Klarlegung dieser Fragen dürfte es nicht förderlich sein, durch kostspielige, voraussichtlich aber unzulängliche Bauvornahme am Ludwigskanal der zukünftigen Gestaltung der bayerischen Schifffahrtsstraßen einseitig vorzugreifen.

Beilage 1

Zusammenstellung der Verkehrsergebnisse für die Jahre 1846-1912

Betriebsjahr	Zahl der Schiffe	Zahl der Flöße	Tonnen
1846			87.046
1847			175.264
1848			126.466
1849			154.914
1850			195.963
1851			112.170
1852	3.583	183	119.909
1853/54	1.983	26	79.504
1854/55	3.534	563	125.591
1855/56	3.048	910	138.802
1856/57	3.536	1.560	149.528
1857/58	4.299	1.552	150.183
1858/59	4.326	1.406	158.117
1859/60	4.295	2.743	162.139
1860/61	4.194	1.993	161.262
1861/62	4.960	2.876	180.442
1862/63	5.059	3.417	178.849
1863/64	4.933	3.804	175.275
1864/65	4.399	4.339	120.870
1865/66	3.756	1.989	112.891
1866/67	3.430	2.651	126.810
1868	2.790	2.070	110.026
1869	2.565	1.903	112.100
1870	2.392	1.646	108.927
1871	2.828	1.366	145.949
1872	2.630	1.169	121.075
1873	2.551	2.860	131.561
1874	2.709	2.694	137.414
1875	2.506	2.654	130.264
1876	2.532	2.037	124.264
1877	2.269	1.346	102.363
1878	2.118	1.331	101.581
1879	1.995	782	91.172
1880	2.025	444	96.725
1881	1.964	758	90.224
1882	1.785	770	81.823
1883	1.716	1.033	94.114
1884	1.739	1.253	92.666
1885	1.993	913	91.682
1886	1.940	946	92.684
1887	2.793	720	101.893

1888	3.147	919	121.216
1889	1.774	1.113	94.688
1890	1.877	1.651	97.928
1891	1.534		78.901
1892	1.195		83.447
1893	2.716	879	83.964
1894	2.084	1.122	90.078
1895	2.193	1.111	84.446
1896	2.357	1.556	101.424
1897	2.141	772	125.627
1898	3.187	842	157.310
1899	2.871	944	154.513
1900	2.596	883	138.606
1901	2.259	699	113.108
1902	1.756	438	95.963
1903	1.885	605	99.189
1904	1.938	761	98.140
1905	1.494	647	78.313
1906	1.278	653	73.160
1907	1.388	657	82.853
1908	1.114	499	66.739
1909	1.309	500	67.088
1910	1.201	401	54.849
1911	1.483	491	65.866
1912	1.339	513	63.986

Beilage 2

Ludwig-Kanal (172,4 km lang).

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse für die Jahre 1846-1912.

Betriebsjahr	Rechnungsergebnisse			Auf 1km entfallen		Verhältnis
	Einnahmen	Ausgaben	Überschuss	Fehlbetrag	Einnahmen	Ausgaben	Ein-/Ausg.
1846	103.913 Mk.	127.010 Mk.	23.097 Mk.				in %
1847	175.644 Mk.	217.958 Mk.	42.314 Mk.				
1848	140.217 Mk.	215.616 Mk.	75.399 Mk.				
1849	177.903 Mk.	203.611 Mk.	25.707 Mk.				
1850	220.092 Mk.	201.087 Mk.	19.005 Mk.				
1851	224.280 Mk.	147.278 Mk.	77.002 Mk.				
1852	275.436 Mk.	161.391 Mk.	114.045 Mk		1.598 Mk.	936 Mk.	58,59%
1853	183,662 Mk.	128.232 Mk.	55.430 Mk.		1.065 Mk.	744 Mk.	69,82%
1853/54	255.168 Mk.	170.119 Mk.	85.049 Mk.		1.480 Mk.	987 Mk.	66,67%
1854/55	252.864 Mk.	168.233 Mk.	84.631 Mk.		1.467 Mk.	976 Mk.	66,53%
1855/56	308.201 Mk.	156.986 Mk.	151.215 Mk.		1.788 Mk.	911 Mk.	50,93%
1856/57	337.104 Mk.	171.643 Mk.	165.461 Mk.		1.955 Mk.	996 Mk.	50,92%
1857/58	323.276 Mk.	200.794 Mk.	122.482 Mk.		1.875 Mk.	1.165 Mk.	62,11%
1858/59	330.826 Mk.	214.172 Mk.	116.654 Mk.		1.919 Mk.	1.242 Mk.	64,74%
1859/60	325.862 Mk.	218.793 Mk.	107.069 Mk.		1.890 Mk.	1.269 Mk.	67,14%
1860/61	276.560 Mk.	231.946 Mk.	44.614 Mk.		1.604 Mk.	1.345 Mk.	83,86%
1861/62	284.787 Mk.	237.113 Mk.	47.674 Mk.		1.652 Mk.	1.375 Mk.	83,26%
1862/63	250.666 Mk.	227,825 Mk.	22.841 Mk.		1.454 Mk.	1.321 Mk.	90,89%
1863/64	206.919 Mk.	237.874 Mk.	30.955 Mk.	1.200 Mk.	1.380 Mk.		114,96%
1864/65	184.109 Mk.	224.345 Mk.	40.236 Mk.	1.068 Mk.	1.301 Mk.		121,85%
1865/66	169.543 Mk.	274.675 Mk.	105.132 Mk.	983 Mk.	1.593 Mk.		162,01%
1866/67	196.793 Mk.	437.786 Mk.	240.993 Mk.	1.141 Mk.	2.539 Mk.		222,46%
1868	175.387 Mk.	312.982 Mk.	137.595 Mk.	1.017 Mk.	1.815 Mk.		178,45%
1869	153.492 Mk.	319.678 Mk.	166.186 Mk.	890 Mk.	1.854 Mk.		208,27%
1870	150.314 Mk.	385.291 Mk.	234.977 Mk.	872 Mk.	2.235 Mk.		256,32%
1871	186.473 Mk.	294.202 Mk.	107.729 Mk.	1.082 Mk.	1.707 Mk.		157,77%
1872	145.555 Mk.	325.247 Mk.	179.692 Mk.	844 Mk.	1.887 Mk.		223,45%
1873	179.544 Mk.	286.467 Mk.	106.923 Mk.	1.041 Mk.	1.662 Mk.		159,55%

1874	179.693 Mk.	319.882 Mk.	140.189 Mk.	1.042 Mk.	1.855 Mk.	178,02%
1875	175.885 Mk.	322.133 Mk.	146.248 Mk.	1.020 Mk.	1.869 Mk.	183,15%
1876	164.210 Mk.	327.174 Mk.	162.964 Mk.	952 Mk.	1.898 Mk.	199,24%
1877	132.008 Mk.	314.177 Mk.	182.169 Mk.	766 Mk.	1.822 Mk.	238,00%
1878	137.745 Mk.	313.619 Mk.	175.874 Mk.	799 Mk.	1.819 Mk.	227,68%
1879	109.452 Mk.	330.963 Mk.	221.511 Mk.	635 Mk.	1.920 Mk.	302,88%
1880	102.916 Mk.	299.594 Mk.	196.678 Mk.	597 Mk.	1.738 Mk.	291,10%
1881	106.513 Mk.	308.381 Mk.	201.868 Mk.	618 Mk.	1.789 Mk.	289,52%
1882	98.134 Mk.	291.307 Mk.	193.173 Mk.	569 Mk.	1.689 Mk.	296,85%
1883	111.917 Mk.	289.382 Mk.	177.465 Mk.	649 Mk.	1.678 Mk.	258,57%
1884	108.015 Mk.	300.610 Mk.	192.595 Mk.	627 Mk.	1.744 Mk.	278,30%
1885	101.976 Mk.	279.281 Mk.	177.305 Mk.	591 Mk.	1.620 Mk.	273,87%
1886	97.668 Mk.	267.962 Mk.	170.294 Mk.	567 Mk.	1.554 Mk.	274,56%
1887	113.367 Mk.	259.024 Mk.	145.657 Mk.	658 Mk.	1.502 Mk.	228,48%
1888	112.888 Mk.	207.522 Mk.	94.634 Mk.	655 Mk.	1.204 Mk.	183,83%
1889	106.998 Mk.	208.666 Mk.	101.668 Mk.	621 Mk.	1.210 Mk.	195,02%
1890	111.795 Mk.	224.041 Mk.	112.246 Mk.	648 Mk.	1.300 Mk.	206,40%
1891	89.190 Mk.	202.308 Mk.	113.118 Mk.	517 Mk.	1.173 Mk.	226,82%
1892	92.399 Mk.	209.026 Mk.	116.627 Mk.	536 Mk.	1.212 Mk.	226,22%
1893	93.439 Mk.	207.447 Mk.	114.008 Mk.	542 Mk.	1.203 Mk.	222,01%
1894	108.814 Mk.	193.557 Mk.	84.743 Mk.	631 Mk.	1.122 Mk.	177,89%
1895	106.875 Mk.	193.187 Mk.	86.312 Mk.	620 Mk.	1.120 Mk	180,76%
1896	117.666 Mk.	186.679 Mk.	69.013 Mk.	682 Mk.	1.083 Mk.	158,65%
1897	131.381 Mk.	191.514 Mk.	60.133 Mk.	762 Mk.	1.111 Mk.	145,77%
1898	149.602 Mk.	198.476 Mk.	48.874 Mk.	868 Mk.	1.151 Mk.	132,60%
1899	144.810 Mk.	201.689 Mk.	56.879 Mk.	840 Mk.	1.170 Mk.	139,28%
1900	135.069 Mk.	195.637 Mk.	60.568 Mk.	783 Mk.	1.135 Mk.	144,84%
1901	125.195 Mk.	196.681 Mk.	71.486 Mk.	726 Mk.	1.141 Mk.	157,10%
1902	112.379 Mk.	194.140 Mk.	81.761 Mk.	652 Mk.	1.126 Mk.	172,75%

1903	124.495 Mk.	193.666 Mk.	69.171 Mk.	722 Mk.	1.123 Mk.	155,56%
1904	119.150 Mk.	193.102 Mk.	73.952 Mk.	691 Mk.	1.120 Mk.	162,07%
1905	104.130 Mk.	196.022 Mk.	91.892 Mk.	604 Mk.	1.136 Mk.	188,25%
1906	104.553 Mk.	191.219 Mk.	86.666 Mk.	606 Mk.	1.109 Mk.	182,89%
1907	113.000 Mk.	198.140 Mk.	85.140 Mk.	665 Mk.	1.140 Mk.	175,34%
1908	106.710 Mk.	206.271 Mk.	99.561 Mk.	619 Mk.	1.196 Mk.	193,30%
1909	116.398 Mk.	216.006 Mk.	99.608 Mk.	675 Mk.	1.235 Mk.	185,58%
1910	124.814 Mk.	206.511 Mk.	81.697 Mk.	724 Mk.	1.198 Mk.	165,45%
1911	126.436 Mk.	215.210 Mk.	88.774 Mk.	733 Mk.	1.248 Mk.	170,21%
1912	119.650 Mk.	257.966 Mk.	138.316 Mk.	694 Mk.	1.496 Mk.	215,60%

Beilage 5

Der Ludwig-Kanal
(172,4 Kilometer lang)

Verkehrsentwicklung im Jahre 1911.

Der Verkehr bewegt sich von je her überwiegend in der Richtung nach dem Main. Im Jahre 1911 sind nach dieser Richtung rund 45.520, in der Richtung nach der Donau rund 10.600 Tonnen gefahren worden.
Im Versand waren am stärksten beteiligt die Stationen der Strecke Kelheim-Beilngries mit 16.500 Tonnen, die der Strecken Neumarkt-Nürnberg mit 33.000 Tonnen; den größten Empfang hatten die Häfen Nürnberg (20.400 t) und Bamberg (14.100 t).
Nach der Binnenwasserstraßenstatistik (Beilage 4) trafen von den in den Kanalhäfen insgesamt angekommenen rund 45.000 Gütertonnen in der Hauptsache auf

	Tonnen (t)	in % des gesamten Empfanges
Ziegelsteine	15.268	34
Pflastersteine	11.731	26
Holz aller Art	10.760	24
Sand, Kies, Erde	3.480	7
Zusammen:	41.239 Tonnen	91%

Die Ziegelsteine kamen zumeist von Berg, Rasch und Bamberg, die Pflastersteine von Wendelstein und Eibach, der Sand von Bamberg/Bug und Bischberg, das Holz aus dem zwischen Kelheim und Nürnberg gelegenen Wirtschaftsgebieten; von den in kleineren Mengen angekommenen Gütern sind noch erwähnenswert; Eisenbahn-schienen (101 Tonnen), Weizenmehl (120 Tonnen), Weingeist und Essig (111 Tonnen), Verbrauchszucker (253 Tonnen).

Die höherwertigen Güter fallen kaum ins Gewicht. Der Stückgutverkehr war völlig bedeutungslos.
Von den Massengütern liefen fast 28.000 Tonnen den Hafen Nürnberg an, darunter befanden sich etwa 10.000 t Pflastersteine, 10.000 t Ziegelsteine und 5.400 t Holz.
Ein Umschlagverkehr von der Eisenbahn auf das Schiff fand nur in Nürnberg statt, wo insgesamt 695 Tonnen Braunkohlen und 448 Tonnen Braunkohlenbriketts von den böhmischen Eisenbahnstationen Brüx, Ossegg, Dassnitz-Mariakulm usw. angeliefert und auf dem Kanal nach Worzeldorf, Berg und Rasch weiter verfrachtet wurden.
Was den Durchgangsverkehr betrifft, so sind in Kelheim rund 6.200 Tonnen Holz auf die Donau übergegangen. Hievon wurden noch im Gemeindebezirk Kelheim am rechten Donau-Ufer 830 Tonnen Schleifholz für die Zellulose-Industrie gelöscht; aber auch der Rest von 5.366 Tonnen drang nicht über Regensburg oder Reinhausen vor. Es handelt sich also auch hier um reinen Nahverkehr. Von der Donau in den Kanal gingen 700 Tonnen über, ebenfalls meist Holz. Aus dem Main in den Kanal wurden bei Bamberg 539 Tonnen durchgeschleust. Größer war der Austritt aus dem Kanal zum Main mit 14.780 Tonnen, zumeist Floßholz.

Beilage 6

Tageskosten eines Motorgüterschiffes.

Bei 270 Betriebstagen im Jahre wurde angenommen, dass 50 Tage zum Nehmen und Löschen der Ladung erforderlich sind, so dass für die Beförderung (Fahrt) 220 Tage verwendet werden können.

1.) Bei der Fahrt auf dem Kanal: Nutzlast 110 Tonnen

Motorbetriebskosten:
Für die Stunde 1,80 Mark Brennstofverbrauch
0,20 Mark Schmierölverbrauch
2,00 Mark; für den Tag mit 10 Stunden Fahrzeit = 20 Mark
Kanalgebühren: Bei einer täglichen Leistung von 43 Kilometern (der 172,4 km lange Kanal wird in 4 Tagen durchfahren) 28,38 Mark
Abschreibungen:

Anschaffungskosten des Schiffes ohne Motor	21.000,00 Mark
des Motors	11.000,00 Mark
	32.000,00 Mark
hiervon abzuschreiben:	
a) für das Schiff (5% jährlich)	1050,00 Mark
täglich *)	4,70 Mark
b) für den Motor (10% auf den Tag berechnet)	5,00 Mark
	9,70 Mark

Kanalgebühren:	28,38 Mark	Versicherung: 1,7% des Anschaffungswertes:	5,81 Mark
Betriebsstoffe:	20,00 Mark		
Abschreibungen:	9,70 Mark		
	58,08 Mark		

Löhne: (3 Mann: 84 Mark wöchentlich) 270 Betriebstage (= 14,73 Mark am Tag = 3.239,88 Mark, = rund 3.240 Mark; für den Tag: 3.240 Mark **:** 220 Arbeitstage = 14,74 Mark pro Tag.
Sozialversicherung (Krankenkasse, Rentenversicherung) = 4% des Jahreslohnes = 0,58 Mark
Verwaltungskosten: 3% des Schiffswertes = 4,36 Mark
Verzinsung des Anlagekapitales zu 6% = 8,72 Mark
Tageskosten: = 94,75 Mark oder Rund 95,00 Mark

*) Das Jahr mit 220 Beförderungstagen gerechnet.

Die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens ist bei Motorbetrieb gesichert, wenn bei einer Nutzlast von 110 Tonnen und bei einer täglichen Beförderungsleistung von 43 Kilometer die Einnahmen 95 Mark für den Tag oder 2 Pfennig für das Tonnenkilometer betragen.
Bei einer Nutzlast von 75 Tonnen erhöht sich der Tonnen-Kilometer-Satz (tkm) auf 2,66 Pfennige, bei einer Nutzlast von 50 Tonnen auf 3,72 Pfennig.
Für ein Motorschiff von 200 Tonnen Ladefähigkeit (Anschaffungspreis 45.000 Mark) würde sich bei voller Auslastung ein Einheitssatz von 1,57 Pfennig für das tkm ergeben.

2.) Bei der Talfahrt auf dem Main. Nutzlast 110 Tonnen.

Die Kosten bleiben die gleichen wie bei 1.) mit Ausnahme der Kanalgebühren, welche entfallen und der Motorbetriebskosten, die sich um 4 Mark ermäßigen.
Die Tageskosten von 95 Mark verringern sich demnach um 4 + 28,38 Mark = 32,38 Mk.
Tageskosten mithin 62,62 Mark.

Das Schiff durchfährt die 310 Kilometer lange Strecke Bamberg-Aschaffenburg in 3½ Tagen, es legt also talwärts täglich 88,57 Kilometer zurück.
Die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens ist bei Motorbetrieb gesichert, wenn bei einer Nutzlast von 110 Tonnen und einer täglichen Beförderungs-leistung von 88,57 Kilometer die Einnahmen 62,62 Mark für den Tag oder 0,64 Pfennig für das Tonnenkilometer (tkm) betragen.
Bei einer Nutzlast von 75 Tonnen erhöht sich der tkm-Satz auf 0,94 Pfennig und bei einer Nutzlast von 50 Tonnen auf 1,42 Mark.
Für ein Motorschiff von 200 Tonnen Ladefähigkeit würde sich bei voller Auslastung ein Einheitssatz von 0,44 Pfennig für das Tonnenkilometer ergeben.

3.) Bei der Bergfahrt auf dem Main. Nutzlast 110 Tonnen.

Kettenschlepplohn: für 110 t von Aschaffenburg-Hafen bis Bamberg: 77,15 Mk.
Diesem Betrag sind hinzuzusetzen die sämtlichen Ausgaben der Talfahrt unter Abzug der Motorbetriebskosten von 16 Mark 46,62 Mk.
= 123,77 Mk.
Die tägliche Fahrleistung beträgt 51,67 Kilometer.
Die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens ist bei Motorbetrieb gesichert, wenn bei einer Nutzlast von 110 Tonnen und einer täglichen Beförderungs-leistung von 51,7 Kilometer die Einnahmen rund 124 Mark für den Tag oder 2,2 Pfennig für das Tonnenkilometer betragen.
Bei einer Nutzlast von 75 Tonnen erhöht sich der tkm-Einheitssatz auf 2,78 Pfennig, bei 50 Tonnen Nutzlast auf 3,72 Pfennig.
Für ein Motorschiff von 200 Tonnen Ladefähigkeit würde bei voller Auslastung sich ein Einheitssatz von 1,78 Pfennig für das tkm ergeben.

Beilage 7.

Tageskosten eines Güterschiffes bei Pferdebetrieb.

Bei 270 Arbeitstagen wurde angenommen, dass 50 Tage zum Nehmen und Löschen der Ladung erforderlich sind, so dass für die Beförderung (Fahrt) 220 Tage verwendet werden können.

1.) Bei der Fahrt auf dem Ludwigskanal. Nutzlast 110 Tonnen.

Tägliche Kosten für 1 Pferd, 1 Schiffsreiter und 2 Mann Schiffsbesatzung
betragen 25,00 Mk.
Kanalgebühren: betragen 23,40 Mk.
Ein Kanalschiff legt bei 13 Stunden Fahrzeit und einer Geschwindigkeit von etwa 2,5 km/h täglich 32,5 Kilometer zurück.
120 x 32,5 x 0,6 = 23,40 Mark.

Abschreibungen:
Kosten für ein hölzernes Schiff mit einer Tragkraft von 120 Tonnen
betragen 5.500 Mk.
Bei einer Gebrauchsfähigkeit von 6½ Jahren ist jährlich eine Abschreibung von 15% vorzunehmen.
Die Abschreibung beträgt sonach auf den Tag berechnet 3,75 Mk.
Unterhaltungskosten:
50 Mk. im Jahr; täglich 0,23 Mk.

Sozialversicherung (Krankenkasse und Rentenversicherung) 0,60 Mk.
(sind 4% des Jahreslohnes)
Verzinsung des Anlagekapitales mit 6%, jährlich 330 Mk. = 1,51 Mk.
= 54,49 Mk.
rund 55 Mark
Die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens ist bei Pferdebetrieb gewährleistet, wenn bei einer Nutzlast von 120 Tonnen und bei einer täglichen Beförderungsleistung von 32,5 Kilometer die Einahmen 55 Mark für den Tag oder 1,5 Pfennig für das tkm betragen.

2.) Bei der Talfahrt auf dem Main. Nutzlast 120 Tonnen.

Bei der Fahrt auf dem Main entfällt die Kanalgebühr zu 23,40 Mark, ferner der Pferdereiter (= Pferdeführer) (5 Mk.) und das Pferd (10 Mk.), mithin zusammen ein Betrag von 38,40 Mark
Die Talfahrt kostet demnach auf den Tag berechnet 55,00 Mark
abzüglich 38,40 Mark
16,60 Mark

Wenn sich der Schiffer von der Strömung zu Tal treiben läßt, dauert die Fahrt im Durchschniit 4½ Tage; er legt demnach täglich rund 69 Kilometer zurück.
Die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens ist gesichert, wenn bei einer Nutzlast von 120 Tonnen und bei einer täglichen Beförderungsleistung von 69 Kilometer die Einnahmen 16,60 Mark für den Tag oder 0,20 Pfennig für das Tonnenkilometer betragen.

2.) Bei der Bergfahrt auf dem Main.

Kettenschleppgebühr für 120 Tonnen Ladung von Aschaffenburg-Hafen bis Bamberg (310 km), Fahrtdauer 6 Tage = 81,83 Mk.
Übrige Auslagen (s. unter Ziffer 2) = 16,60 Mk.
Zusammen 98,43 Mark
Das Schiff legt zu Berg täglich 51,67 Kilometer zurück.

Bei einer Einnahme von rund 98 Mark für den Tag oder 1,6 Pfennig für das Tonnenkilometer ist die Ertragsfähigkeit eines Schifffahrtsunternehmens bei Fahrten zu Berg bei einer Nutzlast von 120 Tonnen gesichert.

Beilage 22.

Kostenentwicklung für die Erweiterung des ganzen Ludwig-Kanales zwischen Kelheim und Bamberg.

a) Wasserversorgungsanlagen:

Einschließlich aller Nebenentschädigungen würde die Wasserentnahme mittelst Pumpwerk aus der Schwarzach einen Kostenaufwand von 3.050.000 Mark, die Anlage eines Sammelweihers im Pilsachtal von 2.300.000 Mark und die Wasser-gewinnung aus dem Grundwasserbecken bei Neumarkt 1.100.000 Mark erfordern. Da die Heranziehung nur einer einzigen der drei Möglichkeiten nicht genügt, die Wasser-gewinnung aus Sammelweihern und aus Grundwasserbecken aber sehr unzu-verlässig ist, muss mindestens mit dem höchsten berechneten Aufwand und einem erheblichen Zuschlag gerechnet werden.
Somit voraussichtlicher Kostenaufwand für die Vermehrung der Wasserzuführung zum Kanal einschließlich der Kosten für die Erweiterung des Regnitzeinlasses in den Kanal bei Erlangen mindestens = 5.000.000 Mark.

Summe **a):** **<u>5.000.000 Mark</u>**

b) Grunderwerbung.

In der freien Strecke wird durch Verbreiterung des Kanals und stellenweise auch des Ziehweges die erwerbung eines Geländestreifens von durchschnittlich 6,50 Meter Breite notwendig; die gleiche Fläche wird im allgemeinen für die Ablagerung des den Auftrag bedeutend überwiegenden Abtrags erforderlich. Unter der Berücksichtigung der für Wegverlegungen nötigen Flächen muss mit der Erwerbung eines Streifens von 15 Meter Breite gerechnet werden; somit sind auf 1 Kilometer 1,5 ha (= 15.000 m²) zu erwerben. Hierfür ergibt sich von Kilometer 33 bis Kilometer 169 ein Kostenaufwand von 136 x 1,5 x 12.000 rund 2.500.000 Mark

Summe **b)** **2.500.000 Mark**

c) Erdarbeiten.

Nach überschlägigen Berechnungen sind rund 3.600.000 Kubikmeter Erdmassen zu bewegen. Rund $^1/_3$ gehören den ungebundenen Abtragsklassen an. In der vorgenannten Summe sind auch die Erdmassen enthalten, die aus der kanalisierten Altmühl gebaggert werden müssen, damit auch dort überall eine Wassertiefe von 2 Metern erreicht wird.
Als Einheitspreis kann unter Berücksichtigung der teilweise erschwerten Förderung und der voraussichtlich großen Transportweiten bis zu den Ablagerungsstellen in der Nähe von Städten und Ortschaften 2 Mark für das Kubikmeter angesetzt werden. Somit Kostenaufwand für die Erdmassenbewegung 3.600.000 x 2,00 = 7.200.000 Mk.

Summe **c)** **7.200.000 Mark**

d) Befestigungs- und Dichtungsarbeiten.

1.) Nähere Anhaltspunkte über den Umfang der für die äußeren Uferböschungen und den Ziehweg erforderlichen Befestigungsarbeiten könnten nur auf Grund eingehender Untersuchungen gewonnen werden. Nach dem bei anderen Kanälen hiefür gemachten Aufwand und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass nur eine Kanalseite neu befestigt werden muss und ein Teil der nötigen Materialien aus den anfallenden Abbruchmaterialien der neuzubauenden Brücken usw. gewonnen werden kann, wird ein Betrag von 10.000 Mark für 1 Kilometer ausreichen. Somit Kosten-aufwand 136 x 10.000 = rund 1.400.000 Mark
Für Ufermauern in den hohen Dämmen und tiefen Einschnitten der Scheitelhaltung zur Herstellung eines weiteren Kanalquerschnittes auf rund 2.500 Meter Länge. Das laufende Meter wird mit 80 Mark veranschlagt. 2.500 x 80 = 200.000 Mk.

Für die Dichtung der neuen Kanalsohle und der inneren Uferböschung muss durch einen 0,3 m starken Lehmschlag mit Sand- oder Kiesüberdeckung oder durch Einschlemmen von Ton vorgesorgt werden.
Von dem erweiterten Kanalquerschnitt sind rund 20 Quadratmeter auf 1 laufenden Meter neu zu dichten. Als Einheitspreis sollen 2 Mark für 1 Quadratmeter eingesetzt werden, worin auch die Befestigungskosten am Auslauf der Schleusen mit eingerechnet sind. Nach Abzug der Schleusenlängen, der Kanalstrecken in Brückkanälen, unter Kanalüberbrückungen usw. sind rund 80% des erweiterten Kanals (km 33-169) zu dichten. Somit erforderlicher Kostenaufwand: 2 x 20,0 x 136.000 x 0,80 = rund 4.400.000 Mk.

Summe **d)** **6.000.000 Mark**

e) Bauwerke.

1.) Kammerschleusen:

Die ausführliche Kostenberechnung für den Umbau einer Kammeschleuse ergibt einen Kostenaufwand von 50.000 Mark. Für den Umbau der Schleusen sind somit erforderlich 5.000.000 Mk.
Da 10 dieser Schleusen in der kanalisierten Altmühl liegen, deren Umbau somit durch die erforderlichen Wasserarbeiten sehr erschwert ist, wird noch ein Zuschlag von 10.000 Mark für jede dieser Schleusen vorgesehen. 10 x 10.000 = 100.000 Mark

2.) Sicherheitstore:

sind insgesamt 18 Stück neu herzustellen oder umzubauen mit einem Gesamtkostenaufwand von 18 x 10.000 = rund 200.000 Mark.

3.) Kanalbrücken.

Die Erweiterung von 15 Kanalbrücken bei teilweise gleichzeitiger Erhöhung der Ufermauern zur Erreichung einer Wassertiefe von 2 Metern erfordert nach überschlägiger Berechnung einen Kostenaufwand von 400.000 Mark.

4.) Durchlässe, Einlässe und Grundablässe.

Die Verlängerung bzw. Erneuerung der großen Zahl von Durchlässen für Wege, Bäche und Gräben, sowie der Kanaleinlässe und der Grundablässe wird nach überschlägiger Zusammenstellung einen Kostenaufwand erfordern von 500.000 Mark.

5.) Kanalüberbrückungen, Wegbrücken.

Weitaus die größte Zahl der über den Kanal führenden Wegbrücken muss wegen zu geringer Lichtweite und –Höhe bei Erweiterung des Kanals erneuert werden.
Die auf Grund von Planskizzen veranschlagten Kosten betragen
für Feldwege mit 3,50 m Fahrbahnbreite 15.000 Mark für eine Überführung,
für Ortsverbindungswege und Distriktsstraßen (= sind die heutigen Kreisstraßen) mit 5 m Fahrbahnbreite 25.000 Mark je Bauwerk,
für Staatsstraßen mit 7 m Fahrbahnbreite 40.000 Mark für jede einzelne Brücke.
In diesen Einheitssätzen ist ein Zuschlag für die durch die Anhebung der Fahrbahn und Vergrößerung der Brückenlichtweiten notwendige Neuherstellung der Weg-anschlüsse enthalten.
Es sind umzubauen: 42 Brücken für Feldwege 42 x 15.000 = rund 630.000 Mark
25 Brücken für Ortsverbindungs- und Distriktsstraßen
25 x 25.000 = rund 625.000 Mark
17 Brücken für Staats- und städtische Hauptstraßen
17 x 40.000 = rund 680.000 MarkHiezu kommt noch die Erneuerung von 36 Brücken, die über das Unterhaupt der Schleusen gebaut sind. Hierfür werden einschließlich der Kosten zur Verlängerung der Schleusenkammern nach überschlägiger Berechnung für eine Brücke 15.000 Mark benötigt. Somit 36 x 15.000 = rund 540.000 Mark.

Eisenbahnbrücken.

Die nachstehend aufgeführten Eisenbahnbrücken müssen infolge zu geringer Lichtweite (= Spannweite)und zu geringer Durchfahrtshöhe ebenfalls umgebaut werden.
Für die Kanalbrücken der ...
1.) Lokalbahn Beilngries-Dietfurt einschließlich der Anhebung des Gleiskörpers auf rund 0,5 km = 30.000 Mark
2.) der Lokalbahn Neumarkt-Beilngries einschließlich der notwendigen

Trassenhebung (bei Greißelbach, Schleuse 31) um etwa 1 m und Herstellung von Ufermauern für die Ziehwege = 30.000 Mark
3.) der Doppelbahn Nürnberg-Bamberg und der Ludwigsbahn westlich der Station Nürnberg-Doos. Diese Brückenumbauten werden besonders hohe Kosten verur-sachen, und zwar hauptsächlich wegen der Schwierigkeiten, welche die Erreichung der Durchfahrtshöhe von 3,50 m gegenüber der jetzigen von 2,80 m bereitet. Entweder müssen die Bahngeleise gehoben werden, was wegen der unmittelbaren Nähe des Bahnhofes Doos und der dort in Ausführung begriffenen oder projektierten Wegunter- und Überführungen sehr kostspielig wäre, oder es muss die 5.160 Meter lange Kanalhaltung zwischen den Schleusen 80 und 81 tiefer gelegt werden, was wegen der damit verbundenen Erneuerung der Kanalbrücke (= der Pegnitz-Brückkanal) über die Pegnitz und wegen des Verlaufs der Haltung im Nürnberg-Fürther Stadtgebiet auch nicht billiger zu stehen käme.
Es wird nicht zu hoch gegriffen sein, schätzungsweise einen Betrag von 500.000 Mark hiefür einzusetzen.

Bei den übrigen im Nürnberger Stadtgebiet über den Kanal führenden Eisenbahnbrücken der Münchener und Crailsheimer Linie, der Güterverbindungsbahn zum Rangierbahnhof und der Ringbahn werden bei der angenommenen Kanalerweiterung zwar keine vollständigen Umbauten erforderlich, doch ergeben sich durch die Beseitigung des Ziehweges auf der einen Seite des Kanals sowie durch die Kanalvertiefung, durch Herstellung eigener Unterführungen für den Ziehweg usw. sehr umfangreiche Ergänzungsarbeiten, die schätzungsweise 150.000 Mark beanspruchen werden.

4.) der Doppelbahn Nürnberg-Bamberg bei km 15,515(in Herboldhof bei Fürth/Stadeln): Da die Bahnkrone infolge der bereits vorhandenen Steigungen nicht gehoben werden kann, muss die dortige Kanalhaltung gesenkt werden. Hierfür erwachsen nach überschlägiger Berechnung 70.000 Mark Kosten. Der Umbau der unter der Brücke liegenden Schleuse Nr. 82 erfordert außer den allgemeinen Umbaukosten noch 30.000 Mark und die Erneuerung der Brücke selbst 40.000 Mark.
Somit insgesamt hier =140.000 Mark

5.) der Lokalbahn Erlangen-Herzogenaurach einschließlich Trassenhebung auf 500 Meter, Herstellung der Ziehwege usw. = 30.000 Mark

6.) der Lokalbahn Forchheim-Höchststadt, einschließlich der Bahnkörperanpassung durch Hebung um etwa 0,80 m, Herstellung der Ziehwegmauern usw. 30.000 Mark

7.) der Lokalbahn Strullendorf-Frensdorf einschließlich Trassenanhebung um 0,80 m; Ziehwegmauern usw. = 30.000 Mark

f) Wegverlegungen, Bachkorrekturen usw.

Nach einer überschlägigen Schätzung wird der Betrag von 3.500 Mark für 1 Kilometer Kanalstrecke anzunehmen sein.
Somit Kostenaufwand 136 x 3.500 = rund 500.000 Mk. 500.000 Mark

g) Besonderes und insgemein.

Besonders große Kosten verursacht die Verbreiterung der Kanalstrecke zwischen den Schleusen 89 und 90 bei Erlangen. Dort muss, abgesehen von dem Umbau der beiden Schleusen, die eine Seite der dort 8 Meter hohen Kanalufermauer auf eine Länge von etwa 150 Metern hinausgeschoben werden. Dies macht eine teilweise Verlegung der Staatsstraße Erlangen-Forchheim oder die Erwerbung einiger Häuser notwendig. Es sollen für diese Umbaustrecke 150.000 Mark vorgesehen werden. 150.000 Mark

Bei der Verbreiterung des Kanals müssen die an den Ziehwegen und den Kanalböschungen vorhandenen Baumkulturen auf der einen Kanalseite entfernt und wieder neu angepflanzt werden. Da es sich hierbei stellenweise um sehr umfangreiche Apflanzungen handelt, soll

für diese Arbeiten ein Betrag von 2.000 Mark für 1 Kilometer Kanal eingesetzt werden, rund
= 300.000 Mark

Für allgemeine Verwaltungskosten, für Steigen der Löhne, der Material- und der Grundstückspreise und Unvorhergesehenes werden rund 15% der gesamten Baukosten eingesetzt, somit rund = 4.650.000 Mark

Zusammenstellung:

a) Wasserversorgungsanlagen	**5.000.000 Mark**
b) Grunderwerbungen	**2.500.000 Mark**
c) Erdarbeiten	**7.200.000 Mark**
d) Befestigungs- und Dichtarbeiten	**6.000.000 Mark**
e) Bauwerke	**9.700.000 Mark**
f) Wegverlegungen, Bachkorrekturen	**500.000 Mark**
g) Besonderes und Insgemein	**5.100.000 Mark**
Gesamtsumme rund	**36.000.000 Mark**

Beilage 23.

Kostenentwicklung für die Erweiterung der Kanalteilstrecke von Bamberg bis Nürnberg.

a) Wasserversorgungsanlagen.

Nach den allgemeinen Ausführungen wird die Heranziehung des Schwarzachwassers voraussichtlich genügen. Die Anlage eines Pumpwerkes für eine Wasserförderung von 100 Litern in der Sekunde wird auf 200.000 Mark, die jährlichen Betriebskosten werden auf etwa 20.000 Mark veranschlagt, welch letzterer Betrag einem Kapitalaufwand von 500.000 Mark entspricht. Einschließlich der Nebenentschädigungen wird die Summe von 1.200.000 Mark für die Wasser-versorgungsanlagen ausreichen, die Kosten für die Erweiterung des Regnitzeinlasses in Erlangen mit inbegriffen. Summe: = 1.200.000 Mark

b) Grunderwerbungen:

Für die Grunderwerbung genügt der in der Beilage 22 unter **b)** eingeführte Einheitstarif nicht, da in der Strecke Nürnberg-Bamberg die Zahl der Städte, die am Kanal liegen, größer ist und daher mit höheren Grundstückspreisen als in der Strecke Kelheim-Nürnberg zu rechnen ist.
Die Grunderwerbskosten für die 61 Kilometer lange Kanalstrecke betragen 61 x 1,5 x 20.000 = rund 1.800.000 Mark Summe **b**) 1.800.000 Mark

c) Erdarbeiten:

Nach einer überschlägigen Berechnung sin 1.600.000 Kubikmeter Abtrag zu bewegen.
Somit Kostenaufwand 1.600.000 x 2,00 = 3.200.000 Mark
Summe **c**) 3.200.000 Mark

d) Befestigungs- und Dichtarbeiten:

Für die Befestigung der äußeren Uferböschungen und des Ziehweges usw. werden 61 x 10.000 = rund 600.000 Mark eingesetzt.
Für die Dichtung der neuen Kanalsohle und der inneren Uferböschungen nach Beilagge 22, Buchstabe **d**) 2 x 20 x 61 x 0,80 = rund 1.950.000 Mark
Summe d) 2.550.000 Mark

e) Bauwerke:

1.) Kammerschleusen:

Für den Umbau der Kammerschleusen Nr. 72 bis 100, somit für 29 Schleusen, werden benötigt 29 x 50.000 = 1.450.000 Mark.

2.) Sicherheitstore: Entfällt auf dieser Kanalteilstrecke

3.) Kanalbrücken:

Für Erweiterung von 11 Kanalbrücken werden nach überschlägiger Berechnung benötigt 300.000 Mark

4.) Durch-, Ein- und Grundablässe:

Hierfür sind nach überschlägiger Zusammenstellung erforderlich 150.000 Mark

5.) Kanalüberbrückungen:

Unter den gleichen Annahmen wie in der Beilage 22, Buchstabe **e)** werden folgende Brückenerneuerungen nötig:

9 Brücken für Feldwege 9 x 15.000 =	135.000 Mark
14 Brücken für Ortsverbindungswege und Distriktsstraßen 14 x 25.000 =	350.000 Mark
11 Brücken für städtische und Staatsstraßen 11 x 40.000	440.000 Mark
Ferner 15 Brücken, die über das Unterhaupt einer Schleuse führen 15 x 15.000	225.000 Mark

Eisenbahnbrücken:

Von den in der Beilage 22 unter Buchstabe **e)** aufgeführten Brücken kommen hier die nachfolgenden in Betracht:

Die Brücken der Doppelbahn Nürnberg-Bamberg und der Ludwigsbahn westlich der Station Nürnberg-Doos	500.000 Mark
Die übrigen im Nürnberger Stadtgebiet über den Kanal führenden Eisenbahnbrücken	150.000 Mark
Die Brücke der Doppelbahn Nürnberg-Bamberg bei km 15,515	140.000 Mark
Die Kanalbrücken der Lokalbahnen Erlangen-Herzogenaurach, Forchheim-Höchstadt und Strullendorf-Frensdorf	90.000 Mark
Summe **e)**	3.930.000 Mark

f) Wegverlegungen, Bachkorrekturen:

Hierführ werden nach Beilage 22, Buchstabe **f)** für 1 Kilometer 3.500 Mark eingesetzt:

61 x 3.500 =	220.000 Mark
Summe **f)**	220.000 Mark

g) Besonderes und Insgemein:

für die Verbreiterung des Kanals zwischen den Schleusen 89 und 90 bei Erlangen nach Beilage 22, Buchstabe **g)** 150.000 Mark
für das Umsetzen der Baumkulturen usw. 130.000 Mark
für allgemeine Verwaltungskosten, für Lohn- und Preissteigerungen sowie für Unvorhergesehenes werden 15% der gesamten Baukosten eingesetzt:
somit rund 2.020.000 Mark

Zusammenstellung:

a) Wasserversorgung	**1.200.000 Mark**
b) Grunderwerbung	**1.800.000 Mark**
c) Erdarbeiten	**3.200.000 Mark**
d) Befestigungs- und Dichtungsarbeiten	**2.550.000 Mark**
e) Bauwerke	**3.930.000 Mark**
f) Wegverlegungen, Bachkorrekturen	**220.000 Mark**
g) Besonderes und Insgemein	**2.300.000 Mark**
Gesamtsumme:	**15.200.000 Mark**