

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301645

h.

INHALTS-VERZEICHNISS.
DIE

REFORM DER MAINSCHIFFFAHRT.

BERICHT AN DAS KOMITÉ

FÜR ERRICHTUNG DER KETTENSCHIFFFAHRT AUF DEM MAIN

VON

F. BELLINGRATH,

DIRECTOR DER KETTEN-SCHLEPPSCHIFFFAHRT DER OBER-ELBE.

MIT 3 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

DRESDEN, IM JULI 1880.

F. No. 21 039



DRUCK VON F. ALBANUS IN DRESDEN.

REFORM DER MAINSCHIFFFAHRT.

BERICHT AN DAS KOMITEE

FÜR ERRICHTUNG DER KETTENSCHIFFFAHRT AUF DEM MAIN

F. BELLINGRATH,

DIRECTOR DER KETTEN-SCHLEPPSCHIFFFAHRT DER OBER-ELBE



16669

Dresden, im Juli 1880

Akc. Nr. 3953/50

INHALTS-VERZEICHNISS.

| | Seite |
|--|-------|
| I. Die Geschichte der Mainschiffahrt | 1. |
| Der Main als Handelsstrasse. — Die technische Entwicklung der Mainschiffahrt. — Der Einfluss der politischen Verhältnisse und der Zölle. — Verkehrstabellen. | |
| II. Früherer und jetziger Verkehr und Ursachen des Rückganges | 13. |
| Die Schiffahrtszölle. — Die Konkurrenz der Eisenbahnen. — Die ungünstige Betriebsweise. | |
| III. Die Schiffbarkeit des Mainstromes | 18. |
| Wassermengen. — Korrektionsziele. — Vergleich der Krümmungen und Stromschnellen mit denen des Neckars. — Pegel. — Regulirungsbreiten und Stromengen. — Brücken. — Schleusen. — Fähren. — Felsen, Gerölle und Versandungen. — Einzelgefälle von mehr als 0,001. — Stromgeschwindigkeiten. — Geringste Fahrtiefen. — Wasserstandstabellen und mittlere Dauer der hauptsächlichsten Wasserstände. | |
| IV. Die Reform des Schiffahrtsbetriebes | 42. |
| Schraubendampfer nicht geeignet. — Verhältniss der Leistungen von Rad- und Kettendampfer bei wachsender Stromgeschwindigkeit. — Mittlere Gefälle des Rheins, des Neckars und der Elbe. — Folgerungen. — Mittleres Gefälle des Main. — Bedeutendere Einzelgefälle von Donau, Rhein und Elbe. — Praktische Grenze der Wirksamkeit der Raddampfer. — Die Kettenschiffahrt ein gemeinnütziges Unternehmen. — Für den Main hat die Kette vor dem Seile den Vorzug. — Die Wesenheit der Kettenschiffahrt. | |
| V. Geschichte und Erfolg der Kettenschiffahrt auf anderen Strömen | 54. |
| Die Entstehung der Kettenschiffahrt. — Die Kettenschiffahrt in Frankreich, auf der Elbe, auf der Brahe, auf dem Neckar. | |
| VI. Die Schiffahrt auf dem Main | 60. |
| Die Dauer der Fahrten. — Einstellung grosser Fahrzeuge. — Länge des Wasserweges gegen die Länge der Eisenbahnen von Rotterdam, Ruhrort und Cöln nach den Mainstationen. — Frachtsätze. | |
| VII. Die lokalen Bedingungen für die Ausführung der Kettenschiffahrt | 64. |
| Zulässige Länge, Breite und Tiefgang der Kettenschiffe oberhalb und unterhalb Schweinfurt. — Kraft der Maschine. — Belastung und Gewicht der Kette. — Höhe der Gegenstände über Deck. — Schiffsboden aus Holz. — Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln in Berg- und Thalfahrt. — Umbau der Fähren mit Querseil oder Querkette. — Nothwendige Verordnung für den Fährenbetrieb. | |
| VIII. Die Anlage- und Betriebskosten | 68. |
| IX. Die Rentabilität | 74. |
| X. Die Beförderung auf der demnächst zu kanalisirenden Mainstrecke von Mainz bis Frankfurt | 77. |
| Die verschiedenen Stromgeschwindigkeiten und Schiffswiderstände bei stehendem und niedergelegtem Wehre. — Beförderung durch Pferde. — Beförderung durch Rad- oder Schraubendampfer, Nutzeffekte, theoretische Leistung, Betriebskosten. — Beförderung durch Kettendampfer, Nutzeffekt unverändert, theoretische Leistung, Betriebskosten. — Vergleich der jährlichen Betriebskosten beider Systeme. — Zugschleusen, Begründung der Form, der Dimensionen und der Dauer der Durchschleusung. — Die allgemeinen Vortheile der Kettenschiffahrt, sie genügt gegenüber den Verkehrsschwankungen, während Schraubendampfer in gewissen Fällen den Dienst versagen; die Gemeinnützigkeit der Kettenschiffahrt, sie gewährt mit geringen Kosten die intensivste Ausnutzung. | |
| XI. Der Main-Donau-Kanal und seine Beziehungen zur Mainschiffahrt | 97. |

INHALTS-VERZEICHNISS

| | | |
|----|--|--|
| 1 | I Die Geschichte der Mainerschifffahrt | |
| 13 | Der Main als Handelswasser — Die technische Entwicklung der Mainerschifffahrt — Der Einfluss der politischen Verhältnisse und der Kette — 7. Kapitel | |
| 18 | II Die Schiffbarkeit des Mainstromes | |
| 18 | Die Schiffbarkeit des Mainstromes — Die Kriterien der Schiffbarkeit — Die negative Schiffbarkeit | |
| 42 | III Die Schiffbarkeit des Mainstromes | |
| 42 | Wassermengen — Korrelationslinie — Vergleich der Krümmungen und Stromschnellen mit denen der Rheine — Kanal — Kanalverhältnisse und Stromwegen — Fährten — Fährten — Fährten — Fährten — Fährten und Verhältnisse — Einzelfälle von mehr als drei — Stromschnellenverhältnisse — Gegenstände — Gegenstände — Gegenstände — Gegenstände | |
| 54 | IV Die Schiffbarkeit des Mainstromes | |
| 54 | Schiffverhältnisse — Verhältnisse der Leistungen von Hoch- und Niedrigwasser der wachsenden Stromschnellenverhältnisse — Mittlere Verhältnisse des Rheins, des Neckars und der Elbe — Folgerungen — Mittlere Verhältnisse des Main — Bestehende Verhältnisse von Dönnau, Ebern und Elbe — Praktische Grenzen der Wirtschaftlichkeit der Schiffahrt — Die Schiffahrt ein gemeinschaftliches Unternehmen — Der Main hat die Kette vor dem Seine der Loire — Die Wirtschaftlichkeit der Schiffahrt | |
| 64 | V Geschichte und Erfolg der Kettenschifffahrt auf anderen Strömen | |
| 64 | Die Entwicklung der Kettenschifffahrt — Die Kettenschifffahrt in Frankreich, auf der Elbe, auf der Rhen, auf dem Neckar | |
| 80 | VI Die Schiffahrt auf dem Main | |
| 80 | Die Fahrt der Fährten — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt | |
| 84 | VII Die lokalen Bedingungen für die Ausfuhr | |
| 84 | Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt — Kettenschifffahrt | |
| 88 | VIII Die Anlage- und Betriebskosten | |
| 88 | Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten — Die Anlage- und Betriebskosten | |
| 97 | IX Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt | |
| 97 | Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt — Die Bedeutung auf der demnachst zu beschreibenden Mainströmung von Mainz bis Frankfurt | |



Ak. Nr. _____

I.

Die Geschichte der Mainschiffahrt.

Die Geschichte der Lande, deren Gewässer im Main ihre Vereinigung finden, ist mit der Geschichte des deutschen Kulturlebens von den ersten Anfängen desselben an auf das Innigste verwoben. An den Ufern des Rheins hatten die Römer ihre segensreiche Herrschaft errichtet und alle Wohlthaten eines geordneten Staatswesens, eine vorzügliche Gesetzgebung, die Sicherheit des Besitzes, des Erwerbes und Verkehres auch in ihre rheinische Provinz verpflanzt. Während vierhundertjähriger Regentschaft entwickelte sich dort allmählig ein reiches Leben, schon seit der Regierung der Antonius' zählte man in den rheinischen Gegenden bei fünfzig Städte, die unter sich in geordneten Handelsverhältnissen standen und von denen einige vorzüglich den grossen Verkehr zwischen den Galliern, Römern, Batavern und den deutschen Stämmen zu unterhalten suchten. Moguntia (Mainz) bildete neben Colonia Agrippina und Treveri den Mittelpunkt eines grossen Verkehres und so ist ersichtlich, wie frühzeitig gerade die Bewohner der Mainufer mit der römischen Kultur in Berührung kamen und in einem viele Generationen währenden Verkehr Sitten, Gebräuche, Wissen und Künste am ehesten unter den auf dem rechten Ufer des Rheines wohnenden deutschen Stämmen annehmen mussten.

Im vierten Jahrhundert wurde diese Kultur durch die häufigen Ueberfälle der zugleich kriegerischen und eroberungslustigen Franken und Alemannen vielfach gestört. Als nach der Theilung des römischen Reiches der Widerstand der Römer mehr und mehr erlahmte, waren es die von den Gegenden des Main aufbrechenden Franken, welche nach und nach sich den ganzen Rhein und das nördliche Gallien bis zur Loiremündung unterwarfen und sich zum Erben und Mitträger der abendländischen Kultur zu machen wussten. Die rasche Erweiterung des Geistes- und Verkehrslebens konnte auf das Mutterland der Franken, deren Herzöge ihren Besitz am Main zu erhalten suchten, nicht ohne Rückwirkung bleiben und so beginnt mit der Ausbreitung der Frankenherrschaft auch die deutlich erkennbare Geschichte des Verkehres, der sich in dem grossen und schönen Mainthale entwickelte.

Für eine Würdigung der Bedeutung, welche dem Main als Handelsstrasse beiwohnte, ist die Geschichte des Verkehres nicht nur von einigem Interesse, für das Verständniss der gegenwärtigen Lage ist die technische Vorgeschichte sowie der Nachweis des Einflusses, welchen die politischen Verhältnisse und die Zölle ausgeübt haben, vielmehr unerlässlich und sollen diese drei Gesichtspunkte in Folgendem Berücksichtigung finden.*)

*) Als besondere Quellen wurden benutzt:

J. F. Ockhardt, „Der Rhein.“ 1816. Mainz bei Flor. Kupferberg.

J. F. Ockhardt, „Gesetzgebung über Zölle und Handelsschiffahrt des Rheins.“ 1818. Mainz.

O. F. von Aufsess, „Der Mainverkehr und die Mainzölle.“ Beiträge zur Statistik der Stadt Frankfurt. Jahrgang 1862.

H. Meidinger, „Die deutschen Ströme.“ 1853. Leipzig bei F. Fleischer.

G. Schirges, „Der Rheinstrom.“ 1857. Mainz bei Th. von Zabern.

F. W. von Reden, „Deutsches Dampfschiffbuch.“ 1845. Berlin bei A. Gumprecht.

1. Der Main als Handelsstrasse.

In den frühesten Zeiten ist der grosse Verkehr von Nation zu Nation wesentlich den Flussläufen gefolgt, und zwar nicht nur den Ufern entlang, sondern wo irgend möglich zu Schiffe auf dem Strome selbst. In Deutschland bildeten vorzüglich der Rhein und die Donau die grossen Handelsstrassen, für welche in dem Main die Vermittlung gesucht wurde, der mit Rücksicht auf die Schiffbarkeit der wichtigste Nebenfluss des Rheines ist und dessen Wassermenge die des Neckars um das Doppelte übertrifft. Wenn nun auch der Hauptverkehr sich am Rhein konzentrierte, so musste doch der Main an dem Wachstume des Verkehrs Antheil nehmen in dem Maasse, als die Reichsgrenze ostwärts vorgeschoben und mit der Aufrichtung fester staatlicher Verhältnisse die Sicherheit gehoben wurde.

Für die Richtung des die Mainlinie folgenden internationalen Handels lassen sich deutlich drei Epochen unterscheiden. Waren zur Römerzeit und in den ersten Jahrhunderten der Frankenherrschaft die ostindischen Waaren wesentlich über Rom, Massilia (Marseille) und die Rhône hinauf nach dem Elsass gebracht worden, so wurden nach der im Jahre 637 erfolgten Eroberung Alexandrias durch die Araber Konstantinopel und die syrischen Häfen der Hauptsitz für den Austausch der morgen- und abendländischen Producte. Wenn nun auch ein ansehnlicher Theil der alten Seestrasse verblieb, nach Italien gebracht und von dort weiter vertrieben wurde, so gingen doch von da ab ganze Karawanen von Kaufleuten zu Lande längs der Donau und tauschten an dem Grenzorte Laureacum (Lorch, am Ausflusse der Enns in die Donau) ihre Waaren um, so dass es kaum zweifelhaft ist, dass die rheinischen Gegenden damals wie auf fernere fünf Jahrhunderte hin mehr von der Donau her als aus Italien mit den kostbaren Waaren des Orients versehen worden sind.

Von Laureacum ging der Waarenzug über Regina, später Reganespur, nach Forchheim an der Regnitz und von hier den Main hinunter zum Rhein, oder über Schesslitz am Obermain nach Erpesfurt, nach Magdeburg und nach Bardewick, der Stadt, die damals wie jetzt Hamburg, in dessen Nähe sie liegt, den Elbeverkehr mit der Nordsee und den nordischen Völkern vermittelte, die jedoch später von Heinrich dem Löwen zerstört wurde.

Die levantischen Artikel bestanden hauptsächlich aus Gewürzen, Spezereien, Balsam, Räucherwerk, Edelsteinen, Perlen, Purpur, Saffian, Seide, seidenen Zeugen und Bändern, Baumwolle u. s. w. Dagegen wurden eingetauscht oder verkauft nordische Pelzwerke, wie Hermelin, Fischotter und Zobel, dann brabantische Tücher, Leinwand, sogenannte Friesröcke (Friesenröcke) und Mäntel von weisser, himmelblauer, grüner und Scharlachfarbe, ferner Salz, Pferde und Sklaven. Harnische, Panzer, Lanzen und anderes Waffengeräth sowie auch Schiffe durften nicht an das Ausland verkauft werden. Dass dieser Grenzverkehr nicht unbedeutend gewesen sein muss, erhellt daraus, dass die Byzantiner Goldgulden zu jener Zeit eine der kursirenden Hauptmünzen im östlichen und südlichen Theile von Deutschland gewesen sind.

Mit den Kreuzzügen trat gegen 1100 n. Christo allmählig eine Aenderung des Handelszuges ein. Wenn anfangs auch auf diesen Zügen die durch Karawanen gebahnte Strasse im Süden der Donau nach Konstantinopel eingehalten wurde, so sah man doch auch die italienischen Häfen am Mittelmeer ganze Flotten ausrüsten, um die Kreuzfahrer nach Palästina zu bringen und dies hatte zur Folge, dass bald auch der levantische Handel seine Hauptrichtung wieder über das mittelländische Meer nahm. Von Venedig ging der Waarenzug über den Brenner nach Augsburg, Reganesburg und Nürnberg, während die genuesischen Güter zumeist über den Splügen und

über den Gotthardt nach Stratzburg und Mogontia verführt wurden. Immer aber blieb der Main mit den in- zwischen sehr entwickelten Städten Franconevurt, Ascafeburg, Wiretburg, Svinvurt und Babenberg die wichtigste Verkehrsstrasse zwischen der oberen Donau und dem Rhein.

Nachdem mit der Einführung des Compasses die grosse Seeschiffahrt einen so gewaltigen Aufschwung nahm, kam der mühselige Verkehr über die Alpen mehr und mehr in's Stocken. Mit der Errichtung des hanseatischen Bundes wandte sich der Waarenaustausch vorzüglich den nordischen Häfen zu und besonders die flandrischen Häfen waren es, welche den Verkehr der nach dem Oberrhein und dem Main zu führenden levantischen Waaren an sich gerissen hatten. Vom 14. Jahrhundert ab bis heute ist die Einführung der seewärts kommenden Güter den niederländischen Häfen verblieben; die Vermehrung der früher wesentlich der Levante entstammenden Güter durch die ost- und westindischen Produkte hat die Bedeutung dieser Häfen nur noch befestigen können. Auch in dieser Epoche blieb der Main ein wichtiges Verbindungsglied nach der oberen Donau, da die untere Donau durch die Herrschaft unkultivirter Volksstämme dem durchgehenden Verkehre verschlossen blieb. Der grossartige und verdienstliche Plan des König Ludwig, den Main und die Donau durch einen Kanal zu verbinden, hatte deshalb seine vollste Berechtigung. Da erfolgte fast gleichzeitig mit dem Bau des Kanals die Erfindung der Lokomotive, deren Alles umwälzende Erfolge damals Niemand voraussehen konnte. Der Einfluss der Eisenbahnen, der gerade für den Mainverkehr von ausserordentlicher Bedeutung war, wird an anderer Stelle eine weitere Würdigung finden.

2. Die technische Entwicklung der Mainschiffahrt.

Es ist zweifellos, dass wir die ersten Anfänge einer geordneten Flussschiffahrt dem Beispiele der Römer zu verdanken haben. Julius Cäsar, der im Jahre 55 v. Chr. seine Schaaren zwischen Andernach und Koblenz über den Rhein führte, sowie nach ihm Drusus, der 13 v. Chr. zunächst das linke Rheinufer dauernd besetzte, fanden bei den wilden deutschen Volksstämmen nur jene unterste Stufe der Schiffahrt vor, welche sich der aus unbehauenen Holzstämmen gebildeten Flösse und Fähren bedient, oder ausgehöhlter Bäume, die allerdings oft so gross waren, dass sie 20 bis 30 Mann fassen konnten, während zu leichten Fahrten nach dem Vorbilde der nordischen Völker höchstwahrscheinlich auch die aus biegsamen Stäben geflochtenen Fahrzeuge gedient haben, die mit Thierfellen überzogen und gedichtet wurden. Von einer eigentlichen Schiffahrt zu weiteren Transporten von Personen und Gütern, namentlich gegen den Strom, konnte wegen der Beschaffenheit dieser Fahrzeuge wie wegen des Mangels an geeigneten Fortbewegungsmitteln noch keine Rede sein. Nur auf dem Unterrheine scheinen die Bataver und Friesen auch schon grössere Fahrzeuge verwandt und auf den stromlosen Gewässern unter Anderem auch mit Segeln betrieben zu haben.

Erst durch die Römer wurde zunächst auf dem Rheine und hauptsächlich zu Kriegszwecken eine ordentliche Schiffahrt eingeführt. Ganze Flotten der unter Cäsar zur hohen Entwicklung gelangten Kriegsschiffe, mit einer oder auch mit mehreren Ruderreihen versehen, wurden ausgerüstet, den Strom zu beherrschen. Das Bett wurde zur Schiffahrt geeigneter gemacht und durch Ausroden der die Ufer begrenzenden Bäume und durch Anlage von Ziehwegen wurde eine Kommunikation hergestellt, die nach anderen erhaltenen römischen Bauten zu urtheilen, gewiss so wohl eingerichtet war, dass sie auf manchen deutschen Strömen noch heute nicht besser vorhanden sein mag. Mit der Anlage von Castellen und Magazinen, welchen allmählig die Anlage von Städten folgte, bildete sich demnächst auch eine Handels- und Transportschiffahrt aus.

Moguntia war eines der ersten Castelle, welche Drusus errichtete und von hier aus wurde die Unterwerfung der am Untermain wohnenden Stämme fortgesetzt. Ein weiteres Castell wurde bei dem von den Römern schon vorgefundenen Orte Ascaphe, später Ascafapurg, begründet. Es erscheint danach ziemlich sicher, dass der Main bis dahinauf schon frühzeitig ebenso wie der Rhein mit einer geordneten Schifffahrt und mit Leinpfaden bedacht war und wahrscheinlich hat sich diese Schifffahrt schon bis Uburzi (Würzburg) erstreckt. Was auch später am Main noch gebaut wurde, war jedenfalls nur eine Fortsetzung der von den Römern begonnenen Werke.

Auch der Schifffahrtsbetrieb war dem heutigen Betriebe der Mainschifffahrt durchaus ähnlich, die Transportschiffe wurden durch Segel bewegt oder von Menschen oder Thieren gezogen, zahlreiche Ruderer wurden nur den Kriegsschiffen beigegeben. Die älteren Rheinschiffe sowie die jetzigen Mainschiffe gleichen im Wesentlichen noch den Frachtschiffen der Römer, die Ausrüstung mit kurzen Masten und Raasegeln, mit Wanten, Stag und Pardunen, mit Blöcken, Flaschenzügen und Ankern war damals schon die übliche. Nur das Steuer ist abweichend, statt eines Steuers scheinen nach alten Abbildungen deren meistens zwei vorhanden, welche nicht mit dem Achterstevn fest verbunden waren, sondern je zu einer Seite des Hintertheils mittels der Ruderpinne die Schiffswand durchdrangen und unten in ein zweiseitiges Ruderblatt endigten, von welchem der hintere Theil etwas länger war, wie der vordere; ein Prinzip, das neuerdings im sogenannten Balancesteuer wieder zur Geltung kommt.

Nach den vielen Klagen über den schlechten Zustand des Leinpfades, welche aktenmässig sich durch das ganze Mittelalter bis in die ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts hinziehen, bei der soliden Bauart dagegen, welche alle römischen Strassenbauten auszeichnet, muss man ferner annehmen, dass die Beförderung der Schiffe in jener durch gute staatliche Ordnung berühmten Zeit eine weit raschere und sichere gewesen ist wie im Mittelalter und eine eben so rasche wie heute auf den Strömen, deren Schifffahrtsbetrieb vom Leinpfade abhängig ist.

Erst die Errichtung der Dampfschifffahrt hat eine Aenderung in der Betriebsweise herbeizuführen vermocht. Auf dem Rheine wurden die ersten Dampfer gegen das Jahr 1830 in Holland und gleichzeitig auf dem Bodensee in Betrieb gesetzt. Gegen Ende der dreissiger Jahre gingen drei kleine Dampfboote zwischen Strassburg und Basel, 1840 einige weitere Schnelldampfer von Mainz bis Basel, 1842 trat die Kölnische, 1843 die Mainzer, 1845 die Ruhrorter Dampfschleppschifffahrtsgesellschaft in Thätigkeit. Auf der Mosel ging im Jahre 1840, auf dem Neckar im Jahre 1841 der erste Dampfer.

Auf dem Main wurden in Folge der Initiative der Bayrischen Regierung und gefördert durch die besondere Gunst des Königs von Bayern schon 1837 ernstliche Schritte zur Einführung der Dampfschifffahrt gethan, doch begegnete das Unternehmen bei den vorhandenen geringen Fahrtiefen und bei der damaligen Unerfahrenheit im Schiffbau noch manchen Schwierigkeiten. Am 16. November 1841 konnte endlich in Würzburg die konstituierende Generalversammlung der Dampfschifffahrts-Gesellschaft, welche sich die Beschiffung des Mains von Bamberg bis zur Mündung desselben zum Zwecke setzte, stattfinden.

Im Dezember 1841 wurde mit einem von der Mosel entliehenen Dampfer „Jeanne d'Arc“ eine erste günstige Probefahrt unternommen, so dass hiernach 2 Boote „Verein“ und „Ludwig“ bestellt wurden, welche am 16. Juni 1842 ihre Fahrten eröffneten. Der äusserst niedere Wasserstand erlaubte jedoch gleich Anfangs nicht, die Fahrt zwischen Aschaffenburg und Mainz hin und her in einem Tage zurückzulegen, weshalb man die Boote zum regelmässigen Dienste zwischen Frankfurt und Würzburg verwendete. Der immer mehr zurückweichende Wasserstand (er war im Minimum 5 Zoll unter Null des Pegels zu Würzburg) vermehrte aber die

Schwierigkeiten, besonders in der Thalfahrt so, dass die Dampfboote schliesslich zur Benutzung auf dem Rheine vermietet werden mussten. Diese Thatsachen sind für das gegenwärtige Projekt, und gegenüber der Meinung, man könne einen erneuten Versuch mit Raddampfern machen, nicht ohne Wichtigkeit. Man liess sich übrigens damals nicht abschrecken, im Laufe des Jahres 1843 wurde die Zahl der Schiffe auf sechs gebracht und diese noch 1844 um eins vermehrt.

Die Schiffe hatten folgende Abmessungen:

| Name | Erbaut von | Länge | Breite | Tiefgang | Pferdekraft |
|------------------------|---------------------------|----------|--------------------|-----------------------|-------------|
| Verein | Cochot père in Paris | 132 Fuss | 23 Fuss | 19 $\frac{1}{2}$ Zoll | 26 |
| Ludwig | ders. | 129 „ | 23 „ | 18 „ | 22 |
| Therese | Penn in Greenwich | 150 „ | 25 „ | 16 „ | 38 |
| Grossherzog von Hessen | Gâche in Nantes | 138 „ | 22 „ | 14 „ | 22 |
| Friedrich Wilhelm | ders. | 138 „ | 22 „ | 14 „ | 22 |
| Maximilian | ders. | 138 „ | 19 $\frac{1}{2}$ „ | 14 „ | 22 |
| Leopold | John Cockerill in Seraing | 144 „ | 23 „ | 15 $\frac{1}{2}$ „ | 25 |

Im Jahre 1852 waren 9 Dampfboote dieser Gesellschaft in Dienst. Derselbe war jedoch äusserst mangelhaft, denn trotz des geringen Tiefganges konnte der Fahrplan bei irgend niedrigen Wasserständen nicht eingehalten werden. Nachdem die Ludwigsbahn eröffnet war, welche von Frankfurt bis Bamberg gegen den Mainlauf eine Abkürzung von 147 km erzielte, wurde der Betrieb, der wesentlich auf dem Personenverkehre begründet war, auf den Lokaldienst beschränkt und deshalb immer weniger lohnend. Der Versuch einen Schleppdienst einzurichten, musste noch mehr missglücken. Wie auf dem Rheine oberhalb Mannheim sowie auf dem Neckar die Raddampfschiffahrt aufgegeben werden musste, so stellte auch auf dem Main im Jahre 1858 die Würzburger Gesellschaft ihren Betrieb vollständig ein.

Im Jahre 1845 wurde zwar noch die Frankfurter Schleppschiffahrts-Gesellschaft errichtet, der Dienst erstreckt sich jedoch nur von Frankfurt abwärts und auf den Rhein. Dem eigentlichen Mainverkehre konnte mit dem eingeschränkten Programme und mit den geringen Mitteln kein Nutzen geboten werden.

Das Bedürfniss nach einem anderen Transportmittel als dem Pferdezug ist seitdem immer lebendig geblieben und führte zu einem nicht zur Ausführung gelangten Projekte, das des allgemeinen Interesses und der Vollständigkeit halber hier noch erwähnt werden mag. Herr J. B. Madden in Kitzingen erfand 1848 seine Wasserlokomotive mit schwimmender Schiene. Im Fahrwasser der Flüsse oder Kanäle sollte entlang der ganzen in Betrieb zu nehmenden Strecke eine schwimmende Schiene verankert werden, welche aus runden, an den Enden durch Kettenglieder eng verbundene Holzpfosten oder durch ein schwimmendes Tau gebildet werden konnte. Die Schiene wurde durch entsprechend ausgekehlte zur Seite eines Schiffes angebrachte Pressrollen umfasst. Wurden diese Rollen in Bewegung gesetzt, so mussten sich dieselben wie das Triebrod einer Lokomotive an der Schiene vorwärts bewegen. Zur Ausbeutung dieser Erfindung, welche zu ihrer Zeit grosse Hoffnungen erweckte, errichtete man eine Aktien-Gesellschaft mit einem Kapitale von 30,000 fl., man kam jedoch über die Ausführung eines Modelles, dessen Theile noch in Kitzingen aufbewahrt werden, nicht hinaus. Die inzwischen auf der Seine mit Erfolg durchgeführte Kettenschiffahrt liess später die schwimmende Schiene in Vergessenheit gerathen.

Ein durchgebildetes System zum Schleppen der Frachtschiffe mittels Dampf ist somit auf dem Main noch nicht zur Anwendung gekommen. Die seit dem Jahre 1871 verfolgten Bestrebungen zur Errichtung einer Kettenschiffahrt hatten mit Zweifeln, Intrigen, mangelndem Verständnisse und mangelndem Interesse zu kämpfen und so steht der Mainschiffahrtsbetrieb im Wesentlichen noch heute im Jahrhundert der Erfindungen auf derselben Stufe, auf welcher er vor mehr als 1000 Jahren schon gestanden hat.

3. Der Einfluss der politischen Verhältnisse und der Zölle.

Die Geschichte der deutschen Binnenschiffahrt ist in Folge der partikularistischen Entwicklung des deutschen Staatensystems eine Geschichte der fortdauernden Hemmung und Bedrückung. Die römischen Gesetze gewährten eine Ordnung und Sicherheit, wie sie weder unter der folgenden Frankenherrschaft noch unter den deutschen Kaisern wiedergekehrt sind. Auch die Römer erhoben am Rheine ihre Verkehrszölle, doch nur der Staat war dazu berechtigt, keinem Statthalter wurde erlaubt, neue Zölle einzuführen oder die bestehenden zu ändern, und für die Klagen wegen Ausschreitungen der Zolleinnehmer wurden ausserordentliche Gerichte eingeführt, so dass die Schiffahrt gegen ungerechte und übermässige Bedrückung geschützt war. Der Gebrauch der Flüsse war Jedermann gestattet. An den besonders bezeichneten öffentlichen schiffbaren Strömen durfte Niemand einen Bau errichten, der der Schiffahrt hätte nachtheilig sein können, die an den Ufern gestatteten Gebäulichkeiten durften den Weg für die schiffziehenden Menschen oder Pferde nicht versperren. In den vornehmsten Häfen, so in Mainz, war ein Praefectus aquae angestellt, dem jedenfalls insbesondere die Schiffahrtswege unterstellt waren.

Durch die Zerstückelung des grossen römischen Staates und durch die Art des Ueberganges der Länder in neuen Besitz wurde jedoch in dem öffentlichen Verkehrswesen, in der Handhabung der Strassenbauten, der Polizei und der Zölle eine gewaltige Aenderung herbeigeführt, welche die fernere Zukunft bis zur neueren Geschichtsepoche in verhängnissvoller Weise bestimmt hat. Die Besitznahme der neuen Lande durch die salischen Franken, welche sich im nördlichen Gallien ausbreiteten, und durch die ripuarischen Franken, welche an den beiden Ufern des Rheines verblieben, geschah nämlich nicht im Namen des gesammten Stammes und unter gemeinsamer Führung, sondern die kriegslustigen Stammfürsten unternahmen ihre Eroberungszüge auf ihre Gefahr und für eigene Rechnung mittels eines zahlreichen Gefolges von eigenem und erworbenem Kriegsvolk. Das eroberte Land wurde zunächst von ihnen allein in Besitz genommen, den Getreuen alsdann ein Theil nach dem Verhältniss der geleisteten Dienste unter Aufrechthaltung der Grundherrschaft als Lehen übergeben. Die zu Königen erhobenen Verleiher des Besitzes behielten sich zwar das Recht vor, die Zölle von Flüssen, Brücken, Landstrassen oder wo es sonst herkömmlich war, allein zu erheben. In dem wenig befestigten Reiche massten sich jedoch die einzelnen Besitzer die Gerechtsame der Grundherrschaft mehr und mehr selbst an, so dass jeder Einzelne auf seinem Grunde und Boden unter allerlei Vorwand von Unterhaltung der Strassen, Brücken etc. Abgaben zu erpressen suchte. Die später folgende Einigung des Frankenreiches unter einer Herrschaft, die Unterwerfung der übrigen Stämme der Alemannen, der Westgothen in Frankreich, der Burgunder, Thüringer und Baiern konnte doch die vielen Sonderherrschaften nicht brechen.

Von den übernommenen römischen Gesetzen blieb gleichwohl manches erhalten und so finden sich auch in Bezug auf die Schiffahrt in den darauf fortgebauten salischen und ripuarischen, alemannischen, burgundischen und friesischen Gesetzen zahlreiche Bestimmungen, welche die Rechtsverhältnisse der Schiffahrttreibenden fest-

stellen. *) Offenbar wurde das römische Zollsystem unter der fränkischen Herrschaft um vieles ausgedehnt, die Klagen über die Zollerpressungen, welche unter so mancherlei Namen erhoben wurden, waren sehr gross. Zu Wasser wurden folgende Abgaben bezahlt: *Rivaticum*, für die Erlaubniss einen Fluss zu passiren; *Ripaticum*, Ufergeld für das Anlanden; *Cespitaticum*, Rasengeld für das Anlanden an einem grünen Platze; *Navaticum*, Schiffsgeld; *Barganaticum*, Barkengeld; *Nautum*, Ueberfahrt- oder Fährgeld; *Tranaticum*, Schiffsziehgeld, wahrscheinlich für Benutzung des Leinpfades? und *Portaticum*, Gebühr für das Einlaufen in einen Hafen. Als Reise-, Markt- und Transportzölle zu Lande werden deren noch 19 aufgeführt.

Die unaufhörlichen Klagen veranlassten schon die Regenten aus dem karolingischen Stamme in den bekannten Kapitularien gegen den Missbrauch der Zollerhebungen strenge Verordnungen zu erlassen. Leider hatte aber gerade die seitens der Karolinger geübte freigebige Entäusserung vieler Hoheitsrechte an die weltlichen und geistlichen Grossen zur Folge, dass die Einführung neuer oder die Erhöhung bestehender Zölle zu eigenem Nutzen immer wieder von Neuem versucht wurde. Die nachfolgenden nur durch Wahl zur Macht gelangten Könige fuhren mit der Verleihung wichtiger Gerechtsame und Reichsdomänen fort und legten selbst den Grund zu der nachmaligen Landeshoheit der geistlichen und weltlichen Fürsten. An die Stelle von Reichszöllen traten damit die Landeszölle, die um so unerträglicher wurden, je mehr die Zahl der reichsunmittelbaren Landeshoheiten anwuchs. Als mit den doppelten Kaiserwahlen das Ansehen des Reiches schwand, hielt Jeder, der nur Gelegenheit und Macht dazu hatte, sich auch für berechtigt, die reisenden Kaufleute zu Lande und zu Wasser mit Abgaben zu belegen und zu plündern. Der umfangreiche Schiffahrtsverkehr erschien dafür besonders lohnend und an den Ufern des Rheins, des Neckars, des Main und der Donau wurden ungemein zahlreich die Zollstätten und Raubritterburgen errichtet. Für die zu Berg fahrenden Schiffe wurden die Leinpfade unsicher gemacht, während die zu Thal gehenden Fahrzeuge mitten im Strome durch sogenannte Raubschiffe, die heimlich an den buschreichen Gestaden hielten, angefallen und zum Landen gezwungen wurden.

Durch das ganze Mittelalter zieht sich nun ein immerwährender Kampf der einzelnen Grundherren um das Recht, die Zölle für sich zu erheben und das vergebliche Bemühen der Kaiser, den Bedrückungen des Handels Einhalt zu thun. Nur das Wichtigste hierüber soll noch in kurzem Abrisse Erwähnung finden.

Zur Herstellung der Sicherheit kam 1255 der grosse rheinische Städtebund zu Stande, bei dessen erster Zusammenkunft in Mainz die Deputirten von 60 Städten erschienen waren, darunter vom Main die Abgesandten von Frankfurt, Seligenstadt, Aschaffenburg und Diepach genannt werden. Unterstützt von vielen dem Bunde beigetretenen Fürsten wurde eine ansehnliche Kriegsmacht ausgerüstet, wozu der Oberrhein 100, der Unterrhein 500 Kriegsfahrzeuge stellte. Die Mitglieder des Bundes verpflichteten sich durch einen feierlichen Eid: „Jeden, der sich Erpressungen erlaubte, anzugreifen und seine Burg zu zerstören“. Auch sollten ausser den uralten kaiserlichen Zöllen alle übrigen abgeschafft werden. Der Krieg endigte mit der Zerstörung aller Raub-

*) Eine interessante Bestimmung jener Zeit möge als charakteristisches Beispiel hier Aufnahme finden: „Wer anvertraute oder geliehene Güter aufnimmt und selbige durch Schiffbruch oder auf eine andere Weise verliert, dennoch aber sein eigenes Gut dabei rettet, der soll das ihm anvertraute ohne Widerrede zu ersetzen schuldig sein. Hat er aber nur einen Theil seines Eigenthums der Gefahr entzogen, so ist er demjenigen, dessen Güter er bei sich hatte, den Ersatz nur nach Verhältniss des Geretteten zu leisten schuldig, so wie der Richter den Ausspruch thun wird. Hat er aber bei Rettung der fremden Güter alle seine Habe eingebüsst, so soll der gleiche Grundsatz eintreten, dass der, welcher die fremden Güter der Gefahr entzogen, nach dem Ausspruche des Richters einen Theil des Geretteten erhalte, denn in diesem Falle ist es billig, dass derjenige nicht allein den Schaden trage, welcher sich auf solche Weise einer grossen Gefahr ausgesetzt hat.“

burgen. Da indessen bald wieder neue ungerechte Zollerhebungen stattfanden, so wurden 1271 auch alle Zollhäuser niedrigerissen und zerstört.

Rudolph von Habsburg bestätigte einen 1278 erneuten Städtebund und wiederholte das Verbot, wonach Niemand neue Zölle errichten, auch die alten nicht erhöhen durfte. In dem Landfrieden Albrecht's I. von 1303 heisst es Kap. 11: „Wir gebieten, dass Niemand einen neuen Zoll noch Geleit errichten oder erheben darf, es sei zu Wasser oder zu Lande, und dass alle ungerechte Erhöhung derselben abgeschafft sein soll; wer dawider thut, der hat den Landfrieden gebrochen und um den Bruch ist er in der Acht und des Pabstes Bann.“ Sowie Kap. 12: „Niemand soll keinen Zoll, denn zu Recht erheben und wer das bricht, soll als ein Strassenräuber angesehen werden.“

Der rheinische Städtebund, zu dem sich später noch der schwäbische Städtebund gesellte, hat die politischen Zustände ein volles Jahrhundert beherrscht. Im Jahre 1381 errichteten jedoch die mächtigeren Fürsten, welche vormals dem Bunde angehört, dann aber selbst wieder Zölle angelegt hatten, eifersüchtig auf die Macht des Städtebundes, der sich der kaiserlichen Verpfändung mehrerer Reichsstädte an die nimmersatten Vasallen zu widersetzen wagte, den gegnerischen Löwler Bund, der nach einem siebenjährigen blutigen Kriege den Städtebund sprengte.

An dessen Stelle traten von nun an die sogenannten Rheinischen Vereine, welche von den vorzüglichsten Besitzern der Zollregalien, den Kurfürsten von Mainz, Trier, Köln und der Pfalz errichtet und deren Gesetzgebung durch kaiserliche Verordnungen bestätigt und rechtsverbindlich gemacht wurden. Diese Kurvereine beherrschten den Rhein und seine Nebenflüsse bis zum Beginne dieses Jahrhunderts.

Aus den Verordnungen dieser Vereine, welche anfangs nur selten, seit 1557 aber jährlich abgehalten wurden, sind einzelne gute Anläufe zur Herstellung geordneter Verhältnisse zu erkennen. Das eigene Interesse gebot, die Sicherheit der Fahrten zu garantiren. Auch wurde eine grössere Sorge darauf verwandt, die Leinpfade in einem brauchbaren Zustande zu erhalten.

Die Handhabung der Zölle blieb jedoch die Hauptsache, die Zölle wurden erhöht, die Zahl der Zollstätten wurde vermehrt. An die Stelle der Raubritter waren die weltlich-geistlichen Raubfürsten getreten. Im Anfang des 15. Jahrhunderts z. B. waren die Rheinzölle wieder so hoch angesetzt, dass ein grosser Theil der Kaufleute die Waaren nicht mehr den Rhein hinaufgehen liessen, sondern ihn nach dem Elsass längs der Mosel und über den Hunsrück, nach Frankfurt längs der Lahn über Limburg zu umgehen suchte. Doch die Rheinischen Vereine wussten sich zu helfen; in einer der von den Kurfürsten von Mainz, Trier, Köln und der Pfalz gestifteten Uebereinkunft heisst es: „Wir sollen und wollen auch nicht gestatten, dass aus den Niederlanden herauf oder hinab Nebenstrassen zu Lande gebraucht werden, die wir auch mit Wehrzöllen füglich wehren wollen.“ Als endlich der Handelsstand sich des Verkehres ganz enthielt und die Messen zu Frankfurt eine Zeit lang nicht mehr beschiedte, wurden die Fürsten durch ihr eigenes Interesse dahin gebracht, den Landfrieden besser zu beachten. Die Macht der Kaiser erwies sich diesen Fürsten gegenüber zu schwach. Wurden auch die Zölle, wenn sie so drückend waren, dass der Handel nicht mehr existiren konnte, durch kaiserliche Verordnungen zuweilen aufgehoben, so führte doch jede Wahl eines neuen Kaisers zu neuen Abtretungen von Zollgerechtsamen, indem die Thronkandidaten zum Voraus Versprechungen an die Wahlfürsten machen mussten, um ihrer Stimmen sicher zu sein.

Unter den Rheinischen Vereinen bildete sich ein anderes den Verkehr hemmendes Recht aus, mit dessen Verleihung sich die Kurfürsten die grösseren Städte zu verpflichten wussten, das Stapelrecht und das Um-

schlagerecht. War es früher als eine Vergünstigung anzusehen, die Waaren auf einem Markte aufstaffeln und ausbieten zu dürfen, so wurde dies durch das Stapelrecht in einen Zwang umgeformt; alle an einem Stapelort vorbeigehenden Waaren mussten ausgeladen und zum Verkaufe angeboten werden, den Einwohnern stand das Vorkaufsrecht zu, öfters war trotz des Zwanges auch noch eine Kaufhausgebühr zu entrichten. Einzelne Städte erhielten dazu noch das Umschlagerecht, das heisst es mussten alle Güter beim Weitertransport auf andere Fahrzeuge übergeladen werden. Das Umschlagerecht wurde besonders von den Städten Köln und Mainz ausgeübt, welche dadurch ihre eigenen Schiffergilden und Kaufmannsgilden bevorzugten.

Diese neuen Hemmungen des Verkehrs riefen neue Kämpfe hervor; besonders Mainz, das auch die Schiffer des Main und des Neckars zum Umschlage anhielt, wurde in langwierige Fehden verwickelt. Kurpfalz versuchte 1656 Repressalien zu ergreifen und verordnete, „dass an den Zollstätten zu Oppenheim und Bacharach die Mainzer Schiffer angehalten und Waaren und Personen, ebenso wie es zu Mainz geschähe, zum Ueberschlag auf Pfälzische oder andere Schiffe, sowie zur Erlegung des Stapelertrags, gezwungen werden sollten.“ Als auf Verwendung von Kurköln und Kurtrier diese Verordnung zurückgenommen wurde, machte man den Versuch, den Hafen von Mainz auf dem Landwege ganz zu umgehen, bis endlich eine Verständigung erfolgte, welche allerdings das Recht der Stadt Mainz im Wesentlichsten bestätigte. Noch 1804 wurde dasselbe in der Rheinschiffahrts-Oktroi-Konvention von Neuem anerkannt und erst die Wiener Kongress-Akte hat die Stapel- sowohl wie die Umschlagerechte gänzlich beseitigt.

Die Zollbedrückungen waren auf den Nebenflüssen des Rheins, welche grossentheils unter denselben Landesherren standen wie dieser, nicht geringer als auf dem Hauptstrome selbst. Die 32 Zollstätten, welche im Jahre 1816 sich noch am Main vorfinden, geben Zeugniß davon, wie der Mainverkehr in einer Weise belastet war, dass die Belastung des Rheins noch übertroffen wurde.

Diese Zollstätten waren:

| | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| zu Hermannstein, | zu Carlenburg, | zu Miltenberg, |
| „ Bamberg, | „ Zwing, | „ Klingenberg, |
| „ Eltmann, | „ Gemünden, | „ Obernburg, |
| „ Hassfurt, | „ Langen-Prozelten, | „ Aschaffenburg, |
| „ Schweinfurt, | „ Lohr, | „ Stockstadt, |
| „ Schwarznach, | „ Neustadt, | „ Seligenstadt, |
| „ Kitzingen, | „ Rothenfels, | „ Steinheim, |
| „ Marktbreit, | „ Homburg, | „ Hanau, |
| „ Ochsenfurth, | „ Wertheim, | „ Frankfurt, |
| „ Würzburg, | „ Stadt Prozelten, | „ Höchst. |
| „ Carlstadt, | „ Freudenberg, | |

An den hervorgehobenen Orten wurde der ganze Zoll bezahlt mit 2,5 Kreuzer für jeden Zentner, an den übrigen Orten der halbe Zoll. Ausserdem war in Miltenberg noch ein viertel Zoll zu entrichten. Ein Schiffer zahlte beispielsweise (nach Aufsess) für eine Ladung von 2,300 Zentner von Mainz bis Kitzingen 759 fl. 49 kr. Dabei wurden vielfach Klagen gehört über willkürliche Behandlung, welche auf dem einen oder anderen Zoll stattfände und wurde noch von den Zollpflichtigen der Wunsch geäußert, dass dieselbe gesetzliche Ordnung geschaffen werde wie auf dem Rheine!

Bei dem ungünstigen, durch die grossen Krümmungen verlängerten Stromlaufe, dem gegenüber die Landwege eine bedeutende Abkürzung gestatten, ist es fast unverständlich, wie die Schifffahrt jene hohen Zölle noch ertragen konnte. Wenn dennoch die Mainschifffahrt als verhältnissmässig bedeutend erscheint, so ist dies gewiss ein Zeugnis einerseits für den Reichthum der Maingegend an Produkten, andererseits für die hohe Leistungsfähigkeit der Schifffahrt, die unter den ungünstigsten Verhältnissen sich den Hauptverkehr zu erhalten wusste.

Im Jahre 1813 befanden sich auf dem Main 330 Schiffer, während gezählt wurden

| | | | |
|----------------|-----|---------------|-----|
| auf dem Rheine | 689 | auf der Mosel | 47 |
| „ „ Neckar | 57 | „ „ Ruhr | 116 |
| „ der Lahn | 34 | „ „ Lippe | 9 |
| „ „ Saar | 36 | | |

so dass der Main mehr Schiffer zählte als die übrigen Nebenströme zusammengenommen und halb so viel als selbst der Rhein.

Die 1806 bis 1815 erfolgte Verschmelzung vieler Landeshoheiten hatte das Gute, dass die sämtlichen Zollstätten oberhalb Steinheim Bayern einverleibt wurden, mit Ausnahme Wertheims und Freudenbergs, die Baden verblieben. Nun hatte Bayern, als der Besitzer des ganzen oberen Mainlaufes, an der Erhebung der Zölle nur noch geringes Interesse und hob seinerseits wenigstens 1818 alle Abgaben auf. Von jener Zeit an wurden demnach nur noch Zölle erhoben

| |
|---|
| durch das Grossherzogthum Baden in Wertheim |
| und Freudenberg, |
| „ „ Grossherzogthum Hessen in Steinheim, |
| „ „ Kurfürstenthum Hessen in Hanau, |
| „ die Freie Stadt Frankfurt in Frankfurt, |
| „ das Grossherzogthum Nassau in Höchst. |

Die Wiener Kongress-Akte sprach zwar den Grundsatz der Freiheit der deutschen Ströme und ihrer konventionellen Nebenflüsse und somit auch des Main aus, doch dauerte die Verkehrsbelastung in den anderen Uferstaaten selbst dann noch fort, als der Schifffahrt in den Eisenbahnen ein gefährlicher Konkurrent erwachsen war. Die Eisenbahnen wurden theils auf Kosten der Staaten erbaut, theils wurden sie mit ausserordentlichen Rechten ausgestattet, von Eisenbahnverkehrszöllen war jedoch nicht die Rede und so sollte man meinen, es sei endlich die Zeit gekommen gewesen, wo gerechterweise auch alle Flusszölle hätten aufgehoben oder wenigstens so ermässigt werden müssen, dass deren Ertrag die unmittelbar im Interesse der Schifffahrt gemachten Ausgaben nicht übersteige. Doch kam es 1846 nach vielen Klagen nur zu einer wenigstens festen Regelung und geringen Ermässigung der Zölle und zur Aufhebung des Zollamtes Freudenberg.

Vom 1. Juni 1846 bis 1. August 1861 betrug die ganze Gebühr noch pro Zentner zu Wertheim 3 kr. (vom 1. October 1852 nur $2\frac{1}{2}$ kr.), zu Steinheim $\frac{1}{2}$ kr., zu Hanau $\frac{3}{4}$ kr., zu Frankfurt $1\frac{1}{4}$ kr., zu Höchst $1\frac{1}{4}$ kr., somit zusammen $6\frac{3}{4}$ bez. $6\frac{1}{4}$ kr. Für einzelne Artikel wurde der Zoll auf die Hälfte, ein Viertel und ein Zwanzigstel normirt, nur wenige Artikel blieben zollfrei. Ausserdem wurde an jeder Zollstelle eine Schiffsgebühr erhoben von 8 kr. bis zu 9 fl. 40 kr. steigend.

Im Jahre 1861 wurde eine weitere Ermässigung zugestanden, so dass im Ganzen 5 Pf. zu entrichten waren statt $6\frac{1}{4}$ kr.

Der Schiffs- und Waarenverkehr in den Jahren 1846—1861 ergibt sich annähernd aus den nachfolgenden Uebersichten:

Summe der verzollten Gewichtsmengen in Zentnern.

| | Wertheim | | Steinheim | | Hanau | | Frankfurt | Höchst | |
|--------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|
| | zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg | zu Thal und zu Berg | zu Thal | zu Berg |
| 1847 | 958,459 | 655,463 | 3,845,895 | 953,408 | 3,907,285 | 863,892 | 2,463,406 | 1,450,072 | 1,866,456 |
| 1848 | 1,036,969 | 477,588 | 2,796,353 | 702,909 | 2,734,185 | 636,649 | 1,758,109 | 1,092,407 | 1,536,863 |
| 1849 | 1,359,513 | 551,804 | 3,351,504 | 838,636 | 3,233,373 | 766,414 | 2,254,700 | 1,460,190 | 1,503,705 |
| 1850 | 1,982,271 | 651,645 | 4,381,847 | 990,937 | 4,219,472 | 887,430 | 3,090,354 | 2,142,651 | 2,142,651 |
| 1851 | 1,292,109 | 848,953 | 3,583,315 | 1,273,046 | 2,260,379 | 1,102,902 | 2,417,061 | 1,215,724 | 1,215,724 |
| 1852 | 1,054,789 | 1,037,015 | 3,188,579 | 1,535,767 | 2,151,928 | 1,319,719 | 2,798,987 | 1,370,914 | 2,426,967 |
| 1853 | 1,257,631 | 935,953 | 3,466,591 | 1,395,366 | 3,287,828 | 1,202,155 | 2,935,551 | 1,682,352 | 2,285,094 |
| 1854 | 1,355,551 | 1,059,447 | 3,684,060 | 1,556,113 | 3,375,073 | 1,396,655 | 3,582,178 | 2,177,457 | 2,828,629 |
| 1855 | 1,502,671 | 503,554 | 4,092,833 | 1,249,113 | 4,026,886 | 1,104,694 | 3,827,266 | 2,471,199 | 2,934,787 |
| 1856 | 1,751,261 | 569,870 | 4,606,793 | 973,469 | 4,507,177 | 850,745 | 3,933,639 | 2,562,323 | 2,638,921 |
| 1857 | 1,374,799 | 568,930 | 3,587,047 | 972,170 | 3,770,979 | 849,950 | 3,341,168 | 2,353,624 | 2,453,869 |
| 1858 | 1,400,446 | 569,669 | 3,483,489 | 937,425 | 3,520,919 | 847,202 | 3,494,036 | 2,198,744 | 2,873,879 |
| 1859 | 1,189,627 | 506,465 | 3,571,096 | 670,859 | 3,294,743 | 592,948 | 2,661,824 | 2,088,788 | 2,037,366 |
| 1860 | 1,578,126 | 396,887 | 5,044,565 | 634,242 | 5,059,356 | 587,859 | 3,552,375 | 2,724,259 | 2,814,538 |
| Summa: | 19,094,222 | 9,333,243 | 52,683,967 | 14,683,460 | 49,349,583 | 13,009,214 | 42,110,654 | 26,990,704 | 31,559,449 |

Die geflössten Holzwaaren und die zollfreien Güter sind in Vorstehendem nicht einbegriffen.

Summe der zollamtlich abgefertigten Frachtschiffe.

| | Wertheim | | Steinheim | | Höchst | |
|------------------|----------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| | zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg |
| 1847 | 2,907 | 1,781 | — | — | 1,478 | 1,696 |
| 1848 | 2,953 | 1,481 | — | — | 1,127 | 1,413 |
| 1849 | 3,482 | 1,635 | — | — | 1,398 | 1,516 |
| 1850 | 3,981 | 1,779 | — | — | 2,071 | 1,782 |
| 1851 | 2,247 | 1,596 | — | — | 1,121 | 1,559 |
| 1852 | 2,282 | 2,099 | — | — | 1,396 | 2,199 |
| 1853 | 2,505 | 1,832 | — | — | 1,678 | 2,045 |
| 1854 | 3,150 | 2,391 | — | — | 2,287 | 2,873 |
| 1855 | 2,990 | 1,821 | 7,774 | 2,821 | 2,413 | 2,718 |
| 1856 | 3,607 | 3,403 | 8,919 | 2,458 | 4,321 | 2,052 |
| 1857 | 3,844 | 3,563 | 9,988 | 2,766 | 5,779 | 5,191 |
| 1858 | 3,303 | 3,218 | 9,872 | 3,176 | 6,070 | 6,539 |
| 1859 | 3,342 | 3,250 | 10,471 | 2,230 | 5,702 | 4,969 |
| 1860 | 2,815 | 2,726 | 8,995 | 1,602 | 4,415 | 2,898 |
| Summa: | 43,408 | 32,575 | 56,019 | 15,053 | 41,256 | 39,450 |
| Durchschnittlich | 3,100 | 2,327 | 9,336 | 2,509 | 2,925 | 2,247 |

Die Betheiligung der Schiffer nach ihren Flaggen ergibt von 1847 — 1860

| | in Wertheim | Steinheim | Höchst |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| für Bayern | 97,2 Prozent | 85,5 Prozent | 50,9 Prozent |
| „ Baden | 1,8 „ | 10,3 „ | 6,5 „ |
| „ Nassau | 0,3 „ | 0,4 „ | 9,7 „ |
| „ Grossherzogthum Hessen . | 0,5 „ | 3,7 „ | 12,5 „ |
| „ Frankfurt } | 0,2 „ | — „ | 6,9 „ |
| „ Preussen } | | | |

Die von 1846 bis 1860 erhobenen Zölle ergaben:

| | insgesammt | pro Jahr | von der Gesamteinnahme |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| für Baden Zollamt Wertheim | fl. 756,384. 44 | fl. 54,027. 26 | 34,6 Prozent |
| „ Grossherzogthum Hessen „ Steinheim | „ 206,036. — | „ 14,717. — | 9,1 „ |
| „ Kurfürstenthum Hessen . „ Hanau | „ 413,824. 29 | „ 29,559. — | 18,9 „ |
| „ Frankfurt „ Frankfurt | „ 131,730. 26 | „ 9,409. 19 | 6,0 „ |
| „ Nassau „ Höchst | „ 680,647. 38 | „ 48,617. 41 | 31,4 „ |
| Summa: | fl. 2,188,623. 17 | fl. 156,330. 26 | |

Im Jahre 1854 erreichte der Mainverkehr seinen Höhepunkt. Die von den fünf Zollämtern erlegten Gebühren betragen fl. 185,363. 43. Da nun die Zahl der für die Güterschiffahrt konzessionirten Schiffe zur selben Zeit 110 betrug, welche mit den Anhänge- und Lichterschiffen ein Kapital von ca. fl. 580,000. — darstellen, so ergibt sich, dass ein Schiff mit Zubehör im Durchschnittswerthe von fl. 5,272. — einen Zollbetrag von jährlich ca. fl. 1,685. — aufzubringen hatte. Die Summen, mit welchen die Schiffahrt noch zur Zeit der freien Eisenbahnkonkurrenz belegt wurde, würden mehr als hinreichen, um eine zweckmässig eingerichtete, fruchtbringende Schiffahrt von Neuem herzustellen.

| Wertheim | | Steinheim | | Höchst | |
|------------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg | zu Thal | zu Berg |
| 1,781 | 2,907 | 1,781 | — | 1,478 | 1,638 |
| 1,481 | 2,523 | 1,481 | — | 1,127 | 1,412 |
| 1,232 | 2,482 | 1,232 | — | 1,308 | 1,516 |
| 2,021 | 2,021 | 1,712 | — | 2,071 | 1,782 |
| 1,995 | 2,247 | 1,595 | — | 1,121 | 1,338 |
| 2,000 | 2,282 | 2,000 | — | 1,306 | 2,100 |
| 2,502 | 2,502 | 1,232 | — | 1,678 | 2,043 |
| 2,201 | 2,201 | — | — | 2,287 | 2,272 |
| 2,000 | 2,000 | 2,201 | — | 2,178 | 2,178 |
| 2,403 | 2,403 | 2,403 | — | 4,221 | 2,022 |
| 2,222 | 2,222 | 2,222 | — | 2,729 | 2,121 |
| 2,000 | 2,000 | 2,222 | — | 2,070 | 2,388 |
| 2,222 | 2,222 | 2,222 | — | 2,202 | 2,202 |
| 2,222 | 2,222 | 2,222 | — | 2,222 | 2,202 |
| Summa: | 42,408 | 32,572 | 26,012 | 15,022 | 28,400 |
| Durchschnittlich | 2,100 | 2,222 | 2,338 | 2,502 | 2,247 |

II.

Früherer und jetziger Verkehr und Ursachen des Rückganges.

Wie schon vorhin dargelegt, erreichte der Mainverkehr in Mitte der fünfziger Jahre seinen Höhepunkt und fiel dann, wie die Seite 11 mitgetheilten Tabellen ersehen lassen, zunächst in Folge der Eisenbahnkonkurrenz rasch herab. Da die zollamtlichen Aufzeichnungen vom Main nur bis zum Jahre 1860 veröffentlicht sind und die Verkehrsstatistik des Deutschen Reiches erst mit dem Jahre 1872 beginnt, so bleibt eine Lücke und ein genaues Bild des allmäligen Niederganges ist nicht herstellbar. Es ist schon mühsam, nach den Tabellen der neueren Reichsstatistik eine gut übersichtliche Darstellung des gegenwärtigen Verkehrs zu geben; in der am Schlusse folgenden graphischen Aufzeichnung ist darum nur der Bergverkehr der Jahre 1873, 1874 und 1877, als genügend für den vorliegenden Zweck, aufgenommen worden.

Der hiernach ermöglichte Vergleich zwischen dem Verkehr der fünfziger und der siebenziger Jahre lässt nun den Niedergang der Mainschiffahrt schlimm genug in die Augen fallen.

Es passirten nämlich bergwärts:

beladene Schiffe:

| | in Wertheim | Hanau | Höchst |
|------|-------------|-------|--------|
| 1857 | 3563 | ? | 5191 |
| 1873 | 1652 | ? | 1799 |
| 1874 | 1736 | ? | 1419 |
| 1877 | 1281 | ? | 970 |

Güter (in Zentnern):

| | | | |
|------|-----------|-----------|-----------|
| 1854 | 1,059,447 | 1,396,655 | 2,828,629 |
| 1873 | 282,276 | 499,540 | 948,364 |
| 1874 | 221,018 | 365,050 | 199,160 |
| 1877 | 145,687 | 214,974 | 259,681 |

Dabei ist zu bemerken, dass die für 1854 verzeichneten Gütermengen nur die verzollten Waaren enthalten und bei Berücksichtigung der zollfreien Güter (Bäume, Bierhefe, Branntweinspülig, Butter, Dünger aller Art, Eichen, Eier, alle Arten von Erde, Faschinen, Fische, Floss- und Schiffsgeräthschaften, Futterkräuter, Garten- gewächse, Geflügel, Glasscherben, Knochen, Knochenkohle, Gyps, Krapp, Milch, Moos, Obst, Sand, rohe Bruch- steine, Stroh, Schlacken, Thiere, Trauben etc.) nur noch höher erscheinen würden.

Die Denkschrift der Frankfurter Handelskammer über die „Kanalisirung des Main“ sagt über den Rückgang der Mainschiffahrt:

„Der Wasserverkehr der Stadt Frankfurt, der sich noch im Jahre 1863 auf 4,235,444 Zentner stellte, war im Jahre 1878 auf 2,413,741 Zentner gesunken. Beachtenswerth erscheint, dass bei dieser Reduzirung der „Schiffsverkehr zwischen Mainz und Frankfurt am stärksten betheilt ist. Während noch im Jahre 1839 am „Main-Zollamt zu Höchst 2,718,431 Zentner Waaren, darunter 389,032 Zentner Kaufmanns- „güter erster, 180,396 Zentner zweiter Klasse passirten, belief sich der Gesamt-Schiffahrts- „verkehr im Jahre 1878 zwischen Mainz und Frankfurt nur auf 219,639 Zentner“ etc.

„Auch der Verkehr vom Obermain her, welcher heute fast allein in Betracht kommt, hat die nachstehende „alljährliche Abnahme erfahren:

„Angekommen in Frankfurt am Main

| | zu Thal Frachtschiffe | | | zu Berg Frachtschiffe | | |
|------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|---------|-----------|
| | beladen | Güter | unbeladen | beladen | Güter | unbeladen |
| | Zahl | Ztr. | Zahl | Zahl | Ztr. | Zahl |
| 1874 | 5357 | 3,133,893 | — | 463 | 345,861 | — |
| 1875 | 4546 | 3,266,318 | — | 768 | 671,435 | 8 |
| 1876 | 3272 | 2,236,405 | — | 384 | 343,690 | 4 |
| 1877 | 3314 | 2,471,172 | — | 189 | 171,871 | — |
| 1878 | 2431 | 2,172,455 | — | 191 | 206,610 | — |

„Diese Zahlen ergeben eine so erhebliche jährliche Abnahme, dass noch unter dem 4. Oktober 1879 das „Kaiserliche Statistische Amt eine Anfrage nach Frankfurt gelangen liess, auf welche Ursachen diese stetige Verminderung der hiesigen Schifffahrt zurückzuführen sein möchte.“

Der Niedergang ist in der That so bedeutend und dauert auch in den letzten Jahren in so bedenklicher Weise fort, dass für den Rest der Schifffahrt das Ernstlichste zu befürchten steht.

Fragt man nun noch nach den Ursachen des Niederganges, so lassen sich dieselben in Folgendem genauer nachweisen:

- A. Die bis 1866 erhobenen Schifffahrtszölle.
- B. Die 1854 eingetretene Konkurrenz der Eisenbahnen.
- C. Die ungenügende Betriebsweise auf dem Main.

Man hat vorzugsweise noch die Beschaffenheit des Mainstromes als Ursache des Rückganges genannt, doch trifft dies, wie später durch Vergleich mit anderen Strömen ersichtlich sein wird, in nur geringem Grade zu.

A. Die Schifffahrtszölle.

Aus der vorhergehenden geschichtlichen Darstellung der Mainzölle war zu ersehen, dass bis zum Jahre 1861 als ganzer Zoll $6\frac{1}{4}$ Kreuzer = 17,7 Markpfennige per Zollzentner erhoben wurden. Dieser ganze Zoll traf wichtige „Massenartikel“: Bier, Bleiwaaren, Branntwein, Eisen, Eisenschienen, Eisenblech, Glas, Holzwaaren, Hopfen, Maschinen, Mineralwasser, Oele, Pottasche, Reis, Salz- und Schwefelsäure, Tabak, Wein etc.

Allerdings wurden andere Artikel ermässigt, doch erhob man noch

den vierten Zoll = 4,4 Pfennige

von Artikeln wie Asche, behauenen Bruchsteinen, Mühlsteinen, Roheisen, Getreide, Lumpen, Malz, Pottasche, Salz, Pech und Theer.

Für diesen Zollsatz hätte der Schiffer die Waaren selbst bei damaliger Betriebsweise um 30—40 km weiter transportiren können, als ihm dies bei Zahlung des Zolles möglich war.

Den zwanzigsten Theil der Zölle = 0,88 Pfennige (äquivalent 6 bis 8 km Weitertransport) erhob man noch von Brennholz, Dachziegeln, Erzen, Holzkohlen, Kalk, Koks, rohen Sandsteinen, Steinkohlen, Schwespath, Töpferwaaren, Zement und Ziegelsteinen.

Ausserdem zahlte der Schiffer noch Gebühren für seine Fahrzeuge, so z. B. für ein Schiff von 2000 Ztr., einen Doppelschelch von 1000 Ztr., einen Streichschelch von 600 Ztr. insgesamt fl. 13. —, was bei einer mittleren Ladung von 2000 Ztr. pro Ztr. Ladung wieder 0,39 kr. = 1,07 Pfennige ausmachte.

Man kann danach annehmen, dass die Zölle die Konkurrenzfähigkeit der Schifffahrt bei den zumeist ermässigten Artikeln um 14 bis 16 km, bei den Viertelzöllen um 38 bis 48 km, bei den ganzen Zöllen um ca. 130 bis 170! km geschädigt haben.

Die 1861 eingetretenen Ermässigungen waren nur für die ganzen und halben Zölle von Bedeutung, welche von 17,7 auf 5 Pfennige heruntersetzt wurden.

Während so die Schifffahrt erdrückt wurde, war gleichzeitig der Verkehr auf den Eisenbahnen nicht nur vollständig frei, sondern die Eisenbahnen wurden grossentheils auch gebaut auf Kosten des Staates.

Wer heute die Folgen dieser Wirthschaftspolitik übersieht, welche viele Städte und Gemeinden des Mainthales mit vormals blühendem Handel und reicher Produktion brach gelegt oder wenigstens verhindert hat mit der ringsumher fortschreitenden Entwicklung vorwärts zu gehen, welche ein alt ehrwürdiges Gewerbe wie das der Schiffer, das bei richtiger Leitung wie anderwärts so auch am Main noch einen grossen volkswirtschaftlichen Nutzen gewähren musste, dieses Gewerbe, statt es zu fördern, in Fesseln liegend hinsiechen liess, der wird eine solche Politik nicht verstehen. Freilich findet sie theilweise ihre Entschuldigung in der damaligen politischen Lage, welche den angrenzenden Staaten als Folge der traurigen deutschen Hoheitszerstückelung Zollregalien überliefert hatte, ohne irgend eine Verpflichtung daran zu knüpfen, so dass danach gerade die Staaten, welche die geringste Uferlänge besaßen und deshalb durch eine Schmälerung der Schifffahrt am wenigsten leiden konnten, in rücksichtsloser Ausübung der überkommenen Rechte die höchsten Steuern erhoben, während zum Beispiel Bayern, als volkswirtschaftlich am meisten betheiligte, schon seit 1818 auf alle Zölle verzichtet hatte. Die vielfacher Deutung fähigen, die Flussschifffahrt betreffenden Artikel der Wiener Kongress-Akte konnten in diesem Zustande keine Wandlung herbeiführen; erst das 1866 eingetretene Kriegerrecht vermochte jene der Volkswohlfahrt so schädlichen Zollrechte vollständig aufzuheben.

Diese Aufhebung hat der Mainschifffahrt das Leben um etwas länger gefristet. Um ihr in Wahrheit zu nützen, hätte sie gerechter Weise um 30 Jahre früher oder wenigstens dann kommen müssen, als die Konkurrenz der begünstigten Eisenbahnen auftrat. So aber war der Verkehr in andere Bahnen gewiesen, die Kapitalkraft der Schifffahrt war schon geschwächt und ihr Muth zu neuen zeitgemässen Unternehmungen geschwunden, als die Aufhebung der Zölle eintrat.

B. Die Konkurrenz der Eisenbahnen.

Die Konkurrenz der Eisenbahnen konnte für keinen der sonstigen Schifffahrtswege eine so schwerwiegende Bedeutung erlangen, wie für den Main.

Der sehr gekrümmte Flusslauf bietet nämlich ungewöhnliche Weglängen, während die Eisenbahnen die Transportentfernung wesentlich abkürzen. So beträgt

| | | die Länge der Eisenbahnlinie, der Mainlinie, | | die Mehrlänge des Main | |
|---------------|-------------------------|--|-----|------------------------|--------------|
| | | Km. | Km. | in Km. | in Prozenten |
| von Mainz bis | Frankfurt | 33 | 35 | 2 | 6,0 |
| „ „ „ | Hanau | 54 | 54 | — | — |
| „ „ „ | Aschaffenburg | 75 | 87 | 12 | 16,0 |
| „ „ „ | Miltenberg | 112 | 124 | 12 | 10,7 |
| „ „ „ | Wertheim | 142 | 156 | 14 | 9,9 |

| | die Länge der Eisenbahnlinie, der Mainlinie, | | die Mehrlänge des Main | |
|------------------------------|--|-----|------------------------|--------------|
| | Km. | Km. | in Km. | in Prozenten |
| von Mainz bis Lohr | 113 | 197 | 84 | 74,3 |
| „ „ „ Gemünden | 127 | 211 | 94 | 74,0 |
| „ „ „ Würzburg | 165 | 251 | 86 | 52,1 |
| „ „ „ Marktbreit | 191 | 276 | 85 | 44,5 |
| „ „ „ Kitzingen | 188 | 286 | 98 | 52,2 |
| „ „ „ Schweinfurt | 179 | 337 | 158 | 88,3 |
| „ „ „ Bamberg | 246 | 395 | 149 | 60,6 |

Daraus geht hervor:

dass die Mehrlänge des Flusslaufes für die Strecke von Mainz bis Höchst, Frankfurt, Hanau, Aschaffenburg, Obernburg, Wörth, Klingenberg, Miltenberg, Freudenberg und Wertheim ohne Belang ist, dass dagegen das Längenverhältniss für die Fahrten von Mainz nach Lohr, Gemünden, Karlstadt, Würzburg, Ochsenfurth, Marktbreit, Kitzingen, Volkach, Schweinfurt, Stassfurt, Zeil, Eltmann und Bamberg so ungünstig geworden ist, dass die Schifffahrt bei ihrer jetzigen Betriebsweise nicht mehr konkurriren kann.

Noch ungünstiger stellt sich das Verhältniss für Lokaltransporte auf den Sehnen der grossen Krümmungen von Aschaffenburg nach Lohr, von Gemünden nach Schweinfurt, von Wertheim nach Würzburg. Gleichwohl ist zu bemerken, dass die Transporte von Stückgütern zwischen diesen Orten ohne Bedeutung sind, dass aber der Lokaltransport von Massengütern wie Steine und Holz der Schifffahrt selbst unter den schlimmsten Verhältnissen immer noch verblieben ist.

C. Die ungünstige Betriebsweise.

Es ist schon dargethan, dass die Mainschifffahrt seit historischer Zeit keinen wesentlichen prinzipiellen Fortschritt gemacht hat und dass der Versuch einer Dampfschifffahrt für den grossen Gütertransport ohne Nutzen bleiben musste, weil die Tauchtiefe für die Raddampfer ungenügend war.

Die Mainschifffahrt war also bis jetzt ausschliesslich auf den Leinpfad angewiesen. Nun wird der Leinzug, abgesehen davon, dass derselbe nur die halbe Tagesleistung gewährt, schon auf dem Kanal um 20—25 Prozent theurer wie der Dampftrieb. Auf einem Flusse, wie dem Main, bei dem die Schiffe oft weit vor dem Leinpfad vorspringende Kiesfelder zu umgehen haben, so dass sich die Zugrichtung um 45 Grad und mehr schräg gegen das Schiff stellt, überhaupt aber stets mehr von der Schiffsrichtung abweichen muss wie auf einem Kanale, ist der Kraftverlust, bez. der Mehraufwand noch viel bedeutender. Bei anstehendem Winde ist die Umschiffung der Sand- und Kiesfelder mittels des Leinzuges oft ganz unmöglich.

Dazu kommt der Umstand, dass die durch die Zölle heruntergebrachte Schifffahrt mit der Entwicklung der Stromkorrektur nicht gleichen Schritt gehalten hat.

Der jetzige Zustand des Main gestattet unterhalb Würzburg Fahrzeuge von 5000—6000 Zentner mit Vortheil zu bewegen, während die Mehrzahl der Mainschiffe nur 1000 bis 1500 Zentner trägt. Die ersteren würden bei 26 cm Leergang, 1,26 cm voller Eintauchung und 155 cm Bordhöhe etwa folgende Maasse erhalten:

bei 5000 Ztr. Tragfähigkeit 6,7 m Breite, 47 m Länge,

„ 6000 „ „ 7,3 „ „ 51 „ „

und würden mit Balancesteuer versehen mindestens eben so sicher fahren wie die jetzigen Schiffe. Bei einem niedrigen Wasserstande, der 70 cm Tauchtiefe gestattet, würden diese Schiffe noch 2200, bez. 2600 Ztr. tragen. Leichterschiffe müssten gänzlich in Wegfall kommen. Die Vertheilung einer Last, die mit einem Schiffe transportirt werden kann, auf mehrere kleinere Schiffe, ist unvortheilhaft in jeder Beziehung. Diese letzteren sind theurer in der Anschaffung und Unterhaltung, ihr zusammenwirkender Widerstand gegen die Fortbewegung ist wesentlich höher, also auch der Aufwand hierfür; dagegen ist die Steuerfähigkeit geringer; die Mannschaft bleibt indessen in beiden Fällen dieselbe.

Die übliche Formirung eines Zuges, bei welcher das Hauptschiff in der Mitte und auf jeder Seite ein Schelch oder auf einer Seite ein Schelch und auf der anderen Seite hintereinander zwei Nachen, so dass demnach eine Gesamtbreite von 10—12 m entsteht, vermehrt die Schwerfälligkeit des Transportes ungemein.

Ich habe anderwärts*) in ausführlicher Berechnung aller einzelnen Kosten nachgewiesen, um wie viel theurer der Kanaltransport in kleinen Schiffen wie in grösseren ist. Als gesammte Transportkosten mit Einrechnung der Amortisationen und des erforderlichen Schiffergewinnes ergeben sich pro Zentner und Meile

| | | | |
|---|-------|-------|-----------------|
| für Fahrzeuge von | 2250 | 4400 | 7000 Zentner, |
| bei Pferdezug durchschnittlich | 0,606 | 0,401 | 0,307 Pfennige, |
| bei Tauereibetrieb durchschnittlich | — | 0,324 | 0,254 „ |

Ein ähnliches Verhältniss ergibt sich für den Transport auf dem Strome und daraus folgt, dass die gegenwärtigen Kosten auf dem Main annähernd doppelt so hoch sein müssen, als sie bei geeignetem Dampfbetriebe und Einführung grösserer Fahrzeuge sein werden.

Es muss übrigens erwähnt werden, dass Fahrzeuge, deren Verkehr nicht unterhalb Würzburg beschränkt werden soll, wegen der Schleusen zu Würzburg, Schweinfurt und Bamberg gewisse Grössen bis jetzt nicht überschreiten konnten. Bei dem üblichen Leergang der Mainschiffe von 32 cm, der vollen Tauchung von 117 cm gestatten die Schleusen den Durchgang folgender Schiffe:

| | Nutzbare Länge | Thorweite | Tragfähigkeit |
|----------------------------------|----------------|-----------|----------------------------|
| Würzburger Schleuse | 46,7 m | 6,42 m | ca. 4000 Ztr. (3200 Ztr.), |
| Schweinfurter Schleuse | 38,80 „ | 5,88 „ | „ 2900 „ |
| Schleusen des Main-Donau-Kanales | 32,10 „ | 4,64 „ | „ 2600 „ |

Die Grösse der Würzburger Schleuse kann zudem voll gar nicht ausgenützt werden, weil die verwinkelten Zugänge Schiffe von 46,7 m Länge nicht zulassen, sondern die Schiffslänge auf 39,5 m beschränken.

*) Siehe: „Studien über Bau und Betriebsweise eines deutschen Kanalnetzes.“ Seite 91.

III.

Die Schiffbarkeit des Mainstromes. *)

Der Main, dessen Flussgebiet 27,500 qkm umfasst, ist unter den Nebenflüssen des Rheins bei weitem der grösste. Schiffbar wird derselbe beim Zusammenflusse mit der Regnitz, welche ihrerseits ein grösseres Wasserquantum liefert als der nicht schiffbare Obermain, in ihrem unteren Laufe noch schiffbar ist und deshalb zur Verbindung des Main-Donau-Kanales mit dem Main benutzt wird.

Die letzte Schleuse der Regnitz befindet sich 3,425 km oberhalb der Mündung derselben in den Main bei Bischberg. Von Bischberg bis zur Mündung des Main in den Rhein beträgt die Entfernung 387,60 km, das Gefälle 152,52 m, so dass sich für den schiffbaren Main ein Durchschnittsgefälle von 0,000394 ergibt.

Die Wasserquantitäten werden angenommen

| | Minimal | Maximal |
|--|---------|----------------|
| bei Bischberg (km 0) | zu 24 | 2000 cbm, |
| beim Eintritt in den Würzburger Bezirk (km 70) | „ 30 | 2300 „ |
| „ „ „ „ Aschaffener Bezirk (km 180) | „ 35 | 2500 „ |
| bei Aschaffenburg (km 303) | „ 50—60 | 3400—3600 cbm, |
| von der bayrischen Grenze ab (km 323) | „ 70 | ? |

Der Neckar hat in seinem schiffbaren Theile ein Minimalwasserquantum von 25 cbm, die Elbe beim Austritte aus Böhmen (nach Harlacher) ca. 36 cbm.

Da im Main ein Einzelgefälle von mehr als 0,00199 nicht vorkommt, die ausserordentlichen Felsdurchsetzungen auch schon soweit gesprengt sind, dass sie die sonstigen Fahrtiefen nicht kürzen, so charakterisirt sich der Strom hiernach schon als ein so gutartiger, dass z. B. der Neckar ihm nicht an die Seite gestellt werden kann.

Als Fahrstrasse ist der Main jedenfalls nicht so ungünstig als vielfach und theilweise am Main selbst angenommen oder behauptet wird. Es ist ungerechtfertigt, wenn, wie dies von einigen Seiten geschieht, der Zustand des Fahrwassers und wohl auch die bauliche Verwaltung für den Niedergang der Mainschiffahrt verantwortlich gemacht wird. Die Schifffahrt ist zurückgegangen, während die Fahrstrasse sich wesentlich günstiger gestaltet hat. Eine andere Betriebsweise wird viele jetzt hervorgehobene Schwierigkeiten als gar nicht mehr vorhanden erscheinen lassen; Stromschnellen, Brücken oder etwas scharf gekrümmte Fahrrinnen können bei anderem Betriebe spielend und mit voller Sicherheit durchfahren werden.

Von Wichtigkeit und bestimmend für die Grösse und für die Billigkeit des Verkehrs erscheinen vor Allem die Fahrtiefen. Diese lassen allerdings noch manche Wünsche übrig und es ist unbestritten, dass sich

*) Die hierunter folgenden thatsächlichen Mittheilungen beruhen durchgehends auf freundlichst überlassene amtliche Erhebungen.

der Main in dieser Hinsicht bei fortdauernder Korrektion in höherem Grade ergiebiger zeigen wird als bisher. Die vorhandenen Tiefen stehen jedoch hinter denen anderer Ströme, welche theilweise eine ungemein lebhaftere Schifffahrt haben, nicht oder nur wenig zurück. Sieht man von einzelnen ganz ungewöhnlichen Erscheinungen ab, so darf man von Mainz bis Würzburg auf Minimaltiefen von 60—70 cm, bis Bamberg auf Tiefen von 50 cm rechnen.

Schon am 14. Februar 1846 kamen die Uferstaaten überein, eine geringste Fahrtiefe zu schaffen

| | |
|---|------------|
| oberhalb Würzburg von | 0,6 m, |
| von Würzburg bis zur Saale | 0,6—0,9 m, |
| von da bis zur Mündung in den Rhein | 0,9 m. |

Diese Tiefen sind noch nicht erreicht. Wenn jedoch die Schifffahrt erst eine höhere Bedeutung erlangen wird oder selbst nur grössere Anstrengungen nachweist, so kann eine energische Inangriffnahme der Korrektion ebenfalls nicht ausbleiben. Die hauptsächlichste Vorarbeit zur Erreichung eines sichern Resultats, die Regulirung und Einengung des Stromes innerhalb fester Normalbreiten kann als wesentlich abgeschlossen betrachtet werden. Es wird sich danach noch darum handeln, an den untiefen Stellen, wo die eigene Kraft des Stromes gegenüber einer widerstandsfähigen Sohle nicht ausreicht, um die erforderliche Ausgleichung der Gefälle zu vollziehen, diese Ausgleichung zu bewirken:

durch Einschneiden einer Fahrrinne in die den Strom durchsetzenden wehrartigen Schwellen; eventuell durch Erhöhung der Sohle unterhalb der auf diesen natürlichen Schwellen liegenden Stromschnellen mittelst künstlicher Querschwellen.

Wie sich aus Nachstehendem ergeben wird, ist die Zahl der bedenklichen untiefen Stellen nicht bedeutend und die Untiefen nehmen meist nur kurze Strecken von 100—400 m Länge ein, so dass die noch vorzunehmenden Austiefungen keine allzu hohe Ausgaben veranlassen werden.

Allerdings erscheint die Anschaffung eines oder mehrerer Dampfbagger besonders auf der bayrischen Strecke, auf welcher eine feste, vom Strome nicht angreifbare Sohle vorherrscht, besonders wünschenswerth. Die Leistung der hier gebräuchlichen Handbagger, welche von 6 Leuten betrieben werden, ist gering und beträgt nur 50—60 cbm pro Tag. Die Arbeitsleistung eines sächsischen Dampfbaggers, der auf der Elbe unter ganz ähnlichen Verhältnissen thätig ist, stellt sich pro Kubikmeter zu baggernden und fortzuschaffenden Sinkstoffes auf nur 17,221 Pfennige, incl. des Transports zu 54,307 Pfennige, und bewältigte ein Dampfbagger von ca. 10 effekt. Pferdekraft, zu dem 10 Transportzillen von je 12 cbm gehören, durchschnittlich 267 cbm pro Tag. *)

Vergleicht man eingehender den gegenwärtigen Zustand des Main mit jenem der Elbe und des Neckars und zwar mit den Zuständen zu jener Zeit, als die Kettenschifffahrt auf diesen Strömen eingerichtet wurde, so findet man, dass die Schiffbarkeit des Main die des Neckars übertrifft und gegen die vormalige Schiffbarkeit der Elbe kaum zurücksteht.

Zur Zeit der Errichtung der Kettenschifffahrt auf der Elbe 1870—1874, musste man in Böhmen mit häufig wiederkehrenden Minimalfahrtiefen von 42—47 cm, in Sachsen von 52—60 cm, in Preussen und Anhalt bis zur Saalemündung hin mit 48—55 cm rechnen. Noch im Jahre 1874 war an manchen Stellen, bei Pretzsch,

*) Korrektion des Elbstroms innerhalb Sachsen. Denkschrift von J. G. Lohse, königl. sächs. Wasserbau-Direktor. 1871.

Elster, Hohnsdorf, Rosslau, Brambach, Rietzmeck viele Wochen lang eine Tiefe von nur 48—55 cm. Bei Rietzmeck konnten die schwächeren, seichtest gehenden Raddampfer gar nicht und zeitweise selbst der Ketten-dampfer Nr. II von 48 cm Tiefgang, nicht mehr verkehren. Dennoch wurde der Verkehr fortdauernd aufrecht erhalten, indem die Fahrzeuge bergwärts bis an die seichte Stelle herangebracht und dann einzeln mit einem hinzugeführten Tause über die Untiefe hinweg geholt wurden. Noch im Jahre 1877 war sogar unterhalb Magdeburg bei Sandau in der Nähe der Havelmündung eine Untiefe, welche wochenlang von Raddampfern mit 75 cm Tiefgang nur knapp passirt werden konnte. Die sonstigen Schifffahrtshindernisse, wie scharfe Krümmungen der Fahrrinne, enge Brücken, Stromschnellen waren und sind noch jetzt in gleichem Maasse vorhanden als auf dem Main. Trotz dieser Verhältnisse bestand auf der Elbe ein reger Verkehr und mit der fortschreitenden Verbesserung der Fahrstrasse und der Erweiterung des Dampfbetriebes hat derselbe eine so bedeutende Zunahme gezeigt, wie sie vor einem Jahrzehnt nicht geahnt wurde.

Auf dem Neckar, dessen Regulirung in höherem Grade als abgeschlossen zu betrachten ist wie beim Main, sind die Fahrverhältnisse im Allgemeinen weniger günstig wie bei diesem. Beim Bau der Kettenschiffe, deren erstes am 23. Mai 1878 in Dienst gestellt wurde, musste auf eine Minimaltiefe von 51 cm gerechnet werden, so dass die Schiffe eine Tauchung von 47 cm erhielten.

Die Krümmungen des Neckars sind ziemlich scharf; so beträgt der mittlere Krümmungshalbmesser

| | | |
|--|--|------------|
| | zwischen Neckarmühlbach und Böttingen | ca. 140 m. |
| | bei Binau | 275 „ |
| | „ Guttenbach | 230 „ |
| | oberhalb Eberbach beim Breitfeld | 240 „ |
| | „ Hirschhorn bei Ersheim | 290 „ |
| | unterhalb Neckarsteinach beim Rabenschloss | 200 „ |
| | „ Neckargemünd an der Haardt | 210 „ |
| | bei Ilvesheim | 260 „ |

Davon ist nur die Krümmung bei Neckarmühlbach schwierig, wird jedoch ebenfalls mit vollen, unge-theilten Zügen durchfahren.

Die bemerkenswerthen Krümmungen des Main sind:

| | | |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | | mittlerer Krümmungshalbmesser |
| km 14,5 | oberhalb Eltmann | ca. 120 m. |
| „ 18 | bei Limbach | 275 „ |
| „ 19 | „ „ | 190 „ |
| „ 30,2 | „ Heinert | 180 „ |
| „ 44 | oberhalb Gardheim | 240 „ |
| „ 98 | unterhalb Dettelbach | 225 „ |
| „ 227,7 | bei Urphar | 180 „ |
| „ 248,5 | oberhalb Dorfprozelten | 225 „ |
| „ 250,4 | unterhalb Dorfprozelten | 200 „ |
| „ 303,6 | bei Aschaffenburg | 200 „ |

Als kleinster Radius wird ein solcher von 350 m angestrebt. Das Serpentinieren der Fahrrinne innerhalb der Normallinien des Stromes ist unbedeutend und ist, wie z. B. bei Urphar, berücksichtigt.

Auf der Saale beträgt der geringste von Kettenzügen befahrene Radius 90 m; auf dem Neckar 140 m; auf dem Main hat der geringste Radius oberhalb Schweinfurt 120 m, unterhalb 180 m.

Der Neckar hat Stromschnellen, wie sie auf dem Main nicht vorkommen.

Die Stromschnelle

| Ort | Gefälle | bei Meter Länge | in einer Kurve von |
|---------------------------------------|---------|-----------------|--------------------|
| bei Wimpfen | 0,00286 | 700 | — m, |
| „ Neckarmühlbach | 0,00241 | 500 | — „ |
| „ Steinbach | 0,00182 | 900 | — „ |
| unterhalb Eberbach im Breitfeld | 0,00200 | 700 | 240 „ |
| zwischen Kleingemünd und Ziegelhausen | 0,00166 | 850 | — „ |
| bei Heidelberg | 0,00200 | 1500 | — „ |
| „ Nauenheim | 0,00133 | 450 | — „ |
| „ Handschuchsheim | 0,00192 | 1350 | 450 „ |
| „ Ladenburg-Neckarhausen | 0,00228 | 810 | — „ |

Die wesentlichsten Gefälle des Main sind:

| | | | |
|--------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
| km 19,4 bei Limbach | 0,00129 | km 228 bei Urphar | 0,00142 |
| „ 56 „ Oberndorf | 0,00125 | „ 234 „ Kreuzwertheim | 0,00138 |
| „ 57,6 „ Bergtheinfeld | 0,00154 | „ 236 oberhalb Hassloch | 0,00135 |
| „ 58,2 „ Grafenrheinfeld | 0,00193 | „ 247 unterhalb Stadtprozelten | 0,00176 |
| „ 140,6 unterhalb Würzburg | 0,00197 | „ 254 bei Reistenhausen | 0,00146 |
| „ 184 „ Sindersbacher Mühle | 0,00135 | „ 259 unterhalb Reistenhausen | 0,00144 |
| „ 196 oberhalb Bodenbach | 0,00199 | „ 268 „ Miltenberg | 0,00142 |
| „ 208 bei Hafenlohr | 0,00162 | „ 277 bei Klingenberg | 0,00155 |
| „ 210 oberhalb Marktheidenfeld | 0,00133 | „ 303 Aschaffener Brücke | 0,00197 |
| „ 211 Marktheidenfelder Brücke | 0,00161 | | |

Diese Gefälle, welche den Raddampfern, besonders mit Rücksicht auf die Untiefen und auf die engen Profile nicht unbedeutende Schwierigkeiten bereiten würden, sind für den Kettenschiffahrtsbetrieb in keiner Weise unbequem.

Die umfangreichen Erörterungen bezüglich aller die Schiffbarkeit des Main bestimmenden Verhältnisse habe ich in die hier folgenden Tabellen übersichtlich zusammengedrängt.

Verzeichniss der Pegel.

| Kilom. | Ort. | Pegel. | | Die Schifffahrt bleibt im Betriebe | | Bemerkungen. |
|--------|-------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|-----------|---|
| | | Höhe des Nullpunktes über Amsterd. Peil. | Beobachteter niedrigster Wasserstand. | thalwärts | bergwärts | |
| | | m | m | m | m | |
| 4 | Viereith | 227,235 | -0,02 | bis + ? | bis + 2 | massgebend für km 5—0—8,4. |
| 15,2 | Eltmann | 221,929 | — | — | — | Bau-Pegel. |
| 30,4 | Hassfurt | 214,054 | +0,04 | — | — | Bau-Pegel für km 8—53. |
| 54 | Schweinfurt | 203,045 | -0,32 | bis + 2 | bis + 2 | Haupt-Pegel für km 53—70. |
| 139,2 | Würzburg Haupt-Pegel | 166,3098 | -0,32 | „ + 3 | „ + 2 | beobachtet seit 1827, massgebender Pegel für km 70—180,2. |
| 234 | Wertheim | 133,222 | +0,81 | „ + 4 | „ + 3 | massgebender Pegel für die badische Strecke, km 222,5—259,8. |
| 266 | Miltenberg | 121,639 | +0,08 am 10/8 1859 | „ + 3 | „ + 2 | Niederwasser-Pegel für km 180,2—282,4, beobachtet seit 1825. |
| 303 | Aschaffenburg | 106,118 | +0,03 am 18/7 1870 | „ + 3 | „ + 2 | Niederwasser-Pegel für km 282,4—323,16, beobachtet seit 1825. |
| 11,1 | Hanau | — | -0,138 (1859) | „ + 2 | „ + 2 | massgebender Bau-Pegel. |
| 31,5 | Frankfurt alter Pegel . | 91,163 | -0,10 | — | „ + 3,9 | Staats-Pegel. |
| | „ neuer Pegel . | 90,263 | — | — | — | |

Verzeichniss der Regulirungsbreiten und einzelner Stromengen.

a) Regulirungsbreiten

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------|---------|---------|--------|------------|------|----------|--------|-------------|------|----------|
| bei km | 8,2— 0 | Regnitz | 35 m, | bei km | 129 —135 | Main | 71,50 m, | bei km | 238 —240 | Main | 75,00 m, |
| „ | 0 — 31 | Main | 52,50 „ | „ | 135 —136 | „ | 54,67 „ | „ | 240 —265 | „ | 84,64 „ |
| „ | 31 — 51 | „ | 55,50 „ | „ | 136 —138 | „ | 64,20 „ | „ | 265 —267 | „ | 87,50 „ |
| „ | 51 — 52,4 | „ | 78,80 „ | „ | 140 —140,5 | „ | 51,25 „ | „ | 267 —285 | „ | 90,00 „ |
| „ | 53,6— 77 | „ | 61,40 „ | „ | 140,5—144 | „ | 59,82 „ | „ | 285 —302 | „ | 93,40 „ |
| „ | 77 — 80 | „ | 62,46 „ | „ | 144 —157 | „ | 67,12 „ | „ | 302,3—303,1 | „ | 57,00 „ |
| „ | 80 — 93 | „ | 65,67 „ | „ | 157 —168 | „ | 68,00 „ | „ | 303,1—303,6 | „ | 76,00 „ |
| „ | 93 —100 | „ | 67,13 „ | „ | 168 —180 | „ | 70,00 „ | „ | 303,6—310 | „ | 96,00 „ |
| „ | 100 —111 | „ | 61,29 „ | „ | 180 —193 | „ | 78,00 „ | „ | 310 —323 | „ | 100,00 „ |
| „ | 111 —115 | „ | 70,00 „ | „ | 193 —234 | „ | 81,72 „ | „ | 0 — 67,3 | „ | 105,00 „ |
| „ | 115 —129 | „ | 64,25 „ | „ | 234 —238 | „ | 84,64 „ | | | | |

b) Stromengen

Bemerkungen.

| | | | | |
|--------|---------|--------|------|--|
| bei km | 0 | Breite | 20 m | |
| „ | 8—70 | „ | — „ | Durch Baggerungen kann der Fahrweg auf 25 m Breite erhalten werden. |
| „ | 70—180 | „ | — „ | Enge Strecken bilden sich hie und da, können aber leicht auf mindestens 15 m erhalten werden. |
| „ | 180—323 | „ | — „ | Enge, von Felsen eingeschlossene Stellen sind nicht vorhanden, einzelne die Fahrt zuweilen verengende Kies- und Sandbänke werden leicht beseitigt; im Allgemeinen wird der Fahrweg innerhalb dieses Bezirkes zu 30 m breit angenommen. |

bei km 222—259 Breite (Badischer Bezirk) wird bemerkt, dass Fahrengen von weniger als 18 m laut Vereinbarung mit Bayern nicht vorkommen.

„ 9,6—9,7 }
 „ 12,2—12,8 } Breite 20—30 m,
 „ 22,6—22,8 }
 auf der Kaiserlaye „ 10—15 „
 „ „ Metzgerlaye „ 20—25 „
 (oberhalb Frankfurt).

Aufnahme der Brücken.

| Kilom. | Ort. | Art der Brücke. | Geringste Weite des Fahrjoches. | | Bemerkung. |
|--------|--------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | | Weite bei Niederwasser. | freie Höhe bei Hochwasser. | |
| | | | m | m | |
| 5,85 | Bamberg, Schwarze Brücke | Holz-Brücke mit horizontalem glatten Balken . . | 7,58 | 3,60 | |
| 15,2 | Eltmann | Staats-Strassenbrücke, eiserne Fachwerksträger mit horizontaler Gurtung | 40,27 | 4,47 | |
| 30,4 | Hassfurt | Distrikts-Strassenbrücke, eiserne Fachwerksträger mit gekurvten Gurtungen | 15,00 | 4,7 | |
| 53 | Schweinfurt | Distrikts-Strassenbrücke, gewölbt, 8,2 m Rad. . . | 11,50 | 2,0 | |
| 104 | Kitzingen | Strassen-Brücke mit steinernen Segment-Bogen, 7,0 m Rad. | 11,9 | 4,0 | im Scheitel. |
| 107 | Hohenfeld | Eisenbahn-Brücke, Paulischer Träger mit oben liegender Fahrbahn | 31 | 9,5 | in der Mitte der |
| 120 | Ochsenfurt | Strassen-Brücke mit steinernen Segment-Bogen, 8,4 m Rad. | 14 | 4,2 | Oeffnung. im Scheitel. |
| 136,3 | Heidingsfeld | Eisenbahn-Brücke mit steinernen Segment-Bogen, 18,2 m Rad. | 16 | 7,3 | im Scheitel. |
| 139,16 | Würzburg | Strassen-Brücke mit steinernen Segment-Bogen, 9,0 m Rad. | 15,84 | 6 | im Scheitel. |
| 193,3 | Lohr | Strassen-Brücke, gewölbt, 18,85 m Rad. | 26 | 7,6 | im Scheitel. |
| 211,2 | Marktheidenfeld . . | Strassen-Brücke, gewölbt, 17,0 m Rad. | 23,14 | 7,3 | im Scheitel. |
| 234 | Wertheim | Projectirte Bahn- und Strassen-Brücke mit gerader Gurtung | 68 | 6,3 | |
| 277,8 | Klingenberg | Strassen-Brücke, im Bau begriffen, Fachwerksträger mit gerader Gurtung | 34 | 5,5 | |
| 280,7 | Wörth | Eisenbahn-Brücke, Fachwerksträger mit gerader Gurtung | 42,6 | 5,0 | |
| 303 | Aschaffenburg | Strassen-Brücke, gewölbt, 8,73 m Rad. | 13,1 | 4,9 | im Scheitel. |
| 308,7 | Stockstadt | Eisenbahn-Brücke, gewölbt, 17,5 m Rad. | 20,4 | 6,78 | im Scheitel. |
| 10,4 | Hanau | Steinerne Pfeiler und eiserner Oberbau | 43,5 | 5,17 | |
| 31,2 | Frankfurt | Ober-Main-Brücke, Bogen in Eisen-Konstruktion | 35 | 7,7 | |
| 31,5 | do. | Alte Sachsenhäuser Brücke, Bogen in Stein . . . | 12 | 7,7 | |
| 31,9 | do. | Eiserner Steg, Ketten-Brücke mit glattem Unterbalken | ca. 78 | 4,9 | |
| 32,3 | Untermainthor . . . | Unter-Main-Brücke, eiserne Bogen | ca. 26 | 7,0 | |
| 33,2 | Sandhof | Main-Neckar-Bahn-Brücke, steinerne Bogen . . . | 16,8 | 6,3 | |

Verzeichniss der Schleusen zwischen Bamberg und Mainz.

Unterhalb Bamberg liegt in der Regnitz, 3,425 km oberhalb ihrer Mündung in den Main, die Schleuse Nr. 100 des Main-Donau-Kanals, die sogenannte Spinnereischleuse

von 52,50 m nutzbarer Länge,
 „ 7,00 „ lichter Weite
 und 2,75 „ Stauhöhe.

Die Entfernung von der Schleuse bis zum Kran in Bamberg unterhalb der Unteren Rathhausbrücke beträgt nur noch 1,70 km, liegt im Stauwasser und kann bis auf Weiteres, wie auf dem Kanale überhaupt, leicht mittels Leinzug zurückgelegt werden. Die Schleppdampfer brauchen also die Schleuse nicht zu passiren.

Eine zweite Schleuse befindet sich bei Schweinfurt; dieselbe hat

38,80 m nutzbare Länge,*)
 5,80 „ lichte Weite
 und 3,02 „ Stauhöhe.

Die Schleuse liegt in einem Umlaufkanale, dessen oberer Zweig gut passirbar, dessen unterer Zweig nur einer Aufräumung bedarf, um den gegenwärtigen Mainschiffen zu genügen.

Eine dritte und letzte Schleuse findet man bei Würzburg in einem direkt unter dem Schlossberge liegenden, mehrfach in scharfen Winkeln geführten Umlaufkanale. Die Schleuse hat zwar

46,697 m nutzbare Länge,
 6,421 „ lichte Weite
 bei 0,975 „ Stauhöhe.

Diese Abmessungen sind indessen in Wirklichkeit nicht auszunutzen, weil die scharfwinkligen Zugänge das Passiren von Schiffen gleicher Grösse nicht zulassen. Nach einer Mittheilung des Schiffers G. A. Schön aus Würzburg musste derselbe ein Fahrzeug von 39,5 m Länge und 6,4 m Breite (3200 Ztr.) umwenden und krebsartig durchgehen lassen, weil dasselbe anders nicht durchzubringen war.

Es wird gegenwärtig die Frage erwogen, ob das Wehr bei Würzburg nicht gänzlich zu beseitigen sei; das Gefälle soll dadurch eine ganz zweckmässige Ausgleichung erhalten. Der gesammten Schifffahrt würde damit ein grosser Dienst geleistet. Das Wehr im Interesse etwaiger zukünftiger Kanalisation aufrecht zu erhalten liegt kein Grund vor, weil mit dieser doch ein höherer Aufstau, also Errichtung eines beweglichen Wehres, eine neue grosse Schleuse, event. für Zuglänge, etwa an Stelle der abzubrechenden Bastion vor der Burkhardkirche am oberen Ende des jetzigen Wehres geschaffen und somit auch in diesem Falle die jetzigen Baulichkeiten beseitigt werden müssten. Die sofortige Beseitigung würde aber für die oberhalb liegenden Mainorte — Ochsenfurt, Marktbreit, Kitzingen, Schweinfurt — von grosser Wichtigkeit, insofern dann die Schleppzüge ununterbrochen bis Schweinfurt geführt werden könnten.

*) Die Reichsstatistik giebt die nutzbare Länge ungenau an mit 40,22 m.

Aufnahme der Fahren mit Querkette, Quer- oder Längsseil.

| Kilom. | O r t. | N a m e n der Eigenthümer. | für Personen oder Fuhrwerk. | A r t des Betriebes. | Ob konzessionirt event. Jahr und Datum der Konzession. | B e m e r k u n g ob Widerruf bez. Querkette oder Quer- seil vorbehalten oder nicht. |
|--------|---|--|-----------------------------------|--|---|--|
| 6,0 | Gaustadt, Regnitz . . . | Privat | für Personen | Querseil im Wasser | unbekannt | widerruflich. |
| 8 | Bischberg | Gräfl. Schönborn'sche Standesherrschaft zu Wiesendheid | desgl. | frei m. Fahrbaum u. Ruder | konzessionirt | — |
| | do. | | für beides | Querkette im Wasser | — | widerruflich. |
| 1 | Viereith | Gemeinde | desgl. | desgl. | konzessionirt | desgl. |
| 12,2 | Eschenbach | Behütungs | desgl. | desgl. | unbekannt | desgl. |
| — | Zeil | Franz Selig | desgl. | Längsseil mit Bognachen | desgl. | — |
| 24,4 | Knetzgau | Nikolaus Schenk | desgl. | Längsseil | desgl. | — |
| 35,2 | Obertheres | Bornh. Hahn & Franz Viering | desgl. | Querkette im Wasser | desgl. | widerruflich |
| 42 | Untereuerheim | Vitus Köhler | desgl. | desgl. | desgl. | desgl. |
| 45,4 | Forst | — | — | einfache Fähre | — | — |
| 48,4 | Schomngen | Georg Endres | für beides | freihändig mit Fahrbaum | unbekannt | — |
| 49,4 | Mainberg | — | — | einfache Fähre | — | — |
| 58,6 | Bergrheinfeld | Staatsaorar | für beides | Längsseil mit Bognachen | — | — |
| 62 | Garstadt | Gemeinde | desgl. | Querkette im Wasser | unbekannt | widerruflich. |
| 63,4 | Hergoldshausen | — | — | einfache Fähre | — | — |
| 65,8 | Hirschfeld | Arnold & Stock | für beides | freihänd. mit Fahrbäumen | unbekannt | — |
| 68,2 | Wipfeld | Zeisner | desgl. | Querkette im Wasser | desgl. | widerruflich. |
| 72,6 | Oberreisenheim | — | desgl. | Längsseil | — | — |
| 74,2 | Fahr | Gobr. Scheuerbach | desgl. | flieg. Fähre m. Bognachen | ohne Gerechtsame | — |
| 79,4 | Volkach-Astheim | Gemeinde Astheim | desgl. | desgl. | Gerechts.v. 27/8 1867 | — |
| 84,2 | Nordheim | — | desgl. | Kettenfähre | Gerechts.v. 31/8 1869 | — |
| 89,4 | Sommerach | — | desgl. | Fähre m. Fahrbaumbetrieb | ohne Gerechtsame | widerruflich. |
| 92,6 | Schwarzenau | — | desgl. | fliegende Brücke mit ge- kuppelten Schiffen | mit Gerechtsame | — |
| 97,2 | Mainsondheim | — | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | ohne Gerechtsame | — |
| 100,8 | Mainstockheim | — | desgl. | desgl. | — | — |
| 110,8 | Marktstett | — | desgl. | Kettenfähre | — | widerruflich. |
| 114,6 | Marktbreit | — | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | ohne Gerechtsame | — |
| 118 | Frickenhausen | — | desgl. | flieg. Fähre m. Bognachen | Ger. v. 25/10 1877 | — |
| 126,2 | Winter- } Sommer- } hausen | Schiffer Ernst in Winterhausen | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | desgl. | — |

| Kilom. | Ort. | Namen der Eigentümer. | für Personen oder Fuhrwerk. | Art des Betriebes. | Ob konzessionirt event. Jahr und Datum der Konzession. | Bemerkung ob Widerruf bez. Querkette oder Quer- seil vorbehalten oder nicht. |
|---------------------|---|---|-----------------------------------|----------------------------|---|--|
| 129 | Eibelstedt | — | für beides | mit Fahrbaumbetrieb | — | — |
| 133. ² | Randersacker | Gemeinde | desgl. | flieg. Föhre m. Bognachen | — | — |
| 135. ⁸ | Heidingsfeld | Gehr. Schmidt | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | konzessionirt 1864 | — |
| 138. ⁴ | Wüzburg | Balbesitzer Hügel | desgl. | Kettenföhre | — | — |
| 144. ⁶ | Zell | Gemeinde | desgl. | desgl. | konz. a. 18/10 1804 | widerrufflich. |
| 147 | Veitshöchheim | Anton Herbert | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | — | — |
| 151 | Erlabrunn | Gemeinde | desgl. | desgl. | — | — |
| 156. ² | Zellingen | Gemeinde | desgl. | desgl. | — | — |
| 159. ⁴ | Himmelstadt | Gemeinde | desgl. | flieg. Föhre mit Bognachen | konz. a. 28/2 1862 | — |
| 163. ⁶ | Landenbach | — | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | — | — |
| 165 | Karlstadt - Mühlbach | Schiffor Obert, in Mühlbach | desgl. | desgl. | — | — |
| 167. ² | Karlbürg | Gemeinde | desgl. | desgl. | — | — |
| 173. ⁴ | Harrbach | Gemeinde | desgl. | Kettenföhre | konz. a. 17/6 1872 | widerrufflich. |
| 175. ⁴ | Kleinwerfeld | — | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | — | — |
| 182 | Langprozelten - Hof- stetten | Staat | für beides | mit Fahrbaumbetrieb | Der Staat hat die Ver- pflichtung z. Erhalt- ung d. Ueberfahrt unbekannt | — |
| 190. ¹⁹ | Steinbach | Gemeinde | desgl. | desgl. | gen. mit Reg.-Ent- schl. v. 15/6 1874 | widerrufflich. |
| 201. ⁴⁻⁶ | Neustadt - Erlach | Fürstl. Löwenstein- Wertheim - Rosen- berg'sche Ständesh. | desgl. | Querseil im Wasser | — | — |
| 205—206 | Rothenfels | Gemeinde | desgl. | desgl. | desgl. v. 4/11 1873 | desgl. |
| 208. ²⁻⁴ | Hafenlohr | Gemeinde | desgl. | mit Fahrbaumbetrieb | unbekannt | — |
| 216—217 | Langfurt | Fürstl. Löwenstein'sche Ständesherrschaft | desgl. | desgl. | unbekannt | — |
| 219. ⁴⁻⁶ | Homburg | Gemeinde Homburg und Trennfeld | desgl. | Querkette im Wasser | gen. m. Reg.-Ent- schluss v. 2/3 1876 | widerrufflich. |
| 225 | Bettingen | Georg Klüpfel | für Personen | mit Staken und Ruder | — | — |
| 233—234 | Wertheim | Staat Baden | für beides | Querkette im Wasser | — | — |
| 240 | Grünewörth - Faulbach | Christoph Dösch das. | für Personen | mit Staken und Ruder | Staatseigenthum | widerrufflich (wird bei Anlage einer feststehenden Brücke eingehen.) |

| Kilom. | Ort. | Namen der Eigenthümer. | für Personen oder Fuhrwerk. | Art des Betriebes. | Ob Konzessionirt event. Jahr und Datum der Konzession. | Bemerkung ob Widerruf bez. Querkette oder Querseil vorbehalten oder nicht. |
|---------|--------------------------|--|-----------------------------|--|---|--|
| 245—246 | Stadtprozelten | $\left. \begin{array}{l} \frac{4}{6} \text{ Rich. Firmbach} \\ \frac{1}{6} \text{ Carl Hörnig} \\ \frac{1}{6} \text{ Jos. Ulbrich} \end{array} \right\} \text{das.}$ | für beides | Querkette im Wasser | Reg.-Entschluss vom 2/5 1879 | widerrufflich (zur Zeit noch mit Fahrbaumetrieb). |
| 249,8 | Dorfprozelten | Gemeinde | desgl. | Querseil im Wasser | desgl. v. $\left\{ \begin{array}{l} 8/11 1877 \\ 23/1 1879 \end{array} \right.$ | desgl. |
| 252 | Fechtenbach | — | für Personen | mit Staken und Ruder | der Staat hat die Verpflichtung z. Erhaltung d. Ueberf.-Anst. als einfache Fähre unbekannt | widerrufflich. |
| 254,4—6 | Reistenhausen | Staat. An den Schiffer Adalbert Söller daselbst verpachtet | für beides | Querseil im Wasser | | |
| 257,6—8 | Freundenberg | Fürstl. Löwenstein-Freundenberg'sche Ständeherrschaft | desgl. | einf. Fähre m. Fahrbaum. | | |
| 264 | Burgstadt | Gemeinde | desgl. | desgl. | Recht v. d. Fürstl. Leining'schen Ständeherr. Amorbach erworben v. 6/5 1864 errichtet 1850/51 | — (Ueberfahrts-Recht wird seit Jahren nicht ausgeübt). |
| 265,4 | Miltenberg | Stadtgemeinde | desgl. | desgl. | Realrecht | — |
| 266 | do. | mehrere Miltenberger Bürger nach $\frac{1}{12}$ Bestandtheilen | desgl. | desgl. | desgl. | — |
| 266,4—6 | do. | — | desgl. | desgl. | desgl. | — (wird zur Zeit nicht benutzt). |
| 269,6—8 | Kleinheubach | verbrieftes Eigenthum mehrerer Bürger | desgl. | Querseil im Wasser | seit unvordenklicher Zeit benutzt | auf ein zur Zeit vorliegendes Gesuch um Errichtung einer Seilfähre wird die Bewilligung widerrufflich ertheilt werden. |
| 273 | Laudenbach | Gemeinde | desgl. | einf. Fähre m. Fahrbaum | seit 1828 errichtet | — (seit 3 Jahren ausser Betrieb). |
| 277,8 | Klingenberg | Stadtgemeinde | desgl. | flieg. Brücke am Längsseil mit Bognachen | als flieg. Br. m. Reg.-Entschl. v. 5/8 1873 und 23/1 1879 gen. | — (wird bald eingehen, da an deren Stelle eine feststehende Brücke in Ausführung begriffen ist.) |
| 280 | Würth | Gemeinde und Private | desgl. | Querseil im Wasser | Reg.-Entschl. vom 11/5 1854 | widerrufflich |
| 286 | Obernburg | Privatbesitz; früheres Lehen, von der Stadtgemeinde erkauf | desgl. | flieg. Brücke am Längsseil mit Bognachen | früheres Lehen | — |
| 289—290 | Kleinwallstadt | Andreas Jakob & Matth. Ostheimer | desgl. | desgl. | m. Reg.-Entschl. v. 28/4 1873 gen. | — |

| Kilom. | Ort. | Namen der Eigentümer. | für Personen oder Fuhrwerk. | Art des Betriebs. | Ob konzessionirt event. Jahr und Datum der Konzession. | Bemerkung ob Widerruf bez. Querkette oder Quer- seil vorhanden oder nicht. |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| 294—295 | Niedernberg | Privatbesitz | desgl. | einf. Föhre m. Fahrbaumh. | unbekannt | — |
| 305 ⁶ | Leider | Staat. An August Wenzel verpachtet | für Personen u. Leinpferde | gr. Kahn zum Ubersetzen der Schiffsperde | desgl. | — |
| 310—311 | Kleinostheim | Jakob Brenneis das. | für beides | einfache Föhre mit Fahr- baumbetrieb | nach Kaufbrief vom 7/9 1870 v. Aerar erworben | — |
| 320, 2—4 | Seligenstadt | (Gemeinde (Hesson)) | desgl. | flieg. Brücke am Längsseil mit Bogrnachen | unbekannt | — |
| 6, 4—5 | Grossauheim | ohne Eigentümer | für Personen | freih. m. Ruder u. Stange | ohne Konzession | — |
| 23 | Feehenheim | Martin Boeff | desgl. | desgl. | wird Seitens des Fiskus verpachtet | — |
| 6 | Untermaintor | — | desgl. | desgl. | — | — |
| 7 ⁸ | Sandhof - Gutenthor | — | desgl. | desgl. | — | — |
| 10, 4 | Griesheim | — | für beides | Längsseil mit Bogrnachen | — | — |
| 15 | Höchst | — | desgl. | desgl. | — | — |
| 18 | Sindlingen | — | für Personen | mit Staken und Ruder | — | — |
| 19 | Kelsterbach | — | für beides | Längsseil mit Bogrnachen | — | — |
| 22 | Okrittel | — | desgl. | desgl. | — | — |
| 24, 4 | Eddersheim | — | für Personen | mit Staken und Ruder | — | — |
| 29 | Flürsheim | — | für beides | Längsseil mit Bogrnachen | — | — |
| 35, 4 | Hochheim | — | desgl. | desgl. | — | — |

Aufnahme der Felsen, Gerölle und Versandungen.

| Bezirk. | Kilo- meter. | Felsen oder grobes Gerölle. | Versandungen. | Bezirk. | Kilo- meter. | Felsen oder grobes Gerölle. | Versandungen. | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|---------------|---|--|---|-----------|
| Bamberg | 0 Bischberg | linksseitig an der Regnitz-Mündung Felsen | Versandungen werden erst bemerkt beim Eintritt der niedrigen Wasserstände und sind die Ablagerungsorte nicht stabil. | Aschaffenburg | 239, ₈₃ —240 | Gerölle | Geringe Versandung. | |
| | Schweinfurt | 12 — 12, ₄ | | | Felsen | 240 | | — |
| | | 15 — 15, ₂ | | | „ | 240, ₅₀ —241, ₁₈ | | Gerölle |
| | | 16 — 16, ₄ | | | „ | 241, ₇ —242, ₁₂ | | „ |
| | | 19, ₂ — 19, ₄ | | | „ | 241, ₈ | | — |
| | | 25 — 26 | | | — | 242, ₈ —243, ₁ | | Gerölle |
| Würzburg | 30, ₄ — 30, ₆ | Felsen | Versandung nach dem Hochwasser, veranlasst durch die geringe Höhe der noch unvollendeten Bauten. | Wertheim | 245 — 245, ₁₈ | „ | desgl. | |
| | 36, ₂ — 36, ₄ | „ | | | 245, ₅ | — | | |
| | 44 — 45, ₂ | — | | | 248 — 248, ₂ | Gerölle | | |
| | 49 | Gerölle | | | 248, ₈₆ —249, ₅₀ | „ | | |
| | 53 — 53, ₈ | Felsen | | | 250, ₆ | — | | |
| | 53, ₈ — 55 | Gerölle | | | 253, ₆ | — | | |
| | 56 — 56, ₄ | „ | | | 254, ₀₆ —254, ₁₂ | Gerölle | | |
| | 61 — 61, ₆ | Felsen | | | 255 — 255, ₂ | „ | | |
| | 63, ₈ — 64, ₂ | Gerölle | | | 255, ₃ | — | | |
| | 65 — 66 | „ | | | 257, ₂₂ —257, ₈₂ | Gerölle | | |
| | 140, ₂ —140, ₆ | Felsen | | | 258, ₃₀ —259, ₃₈₀ | „ | | |
| | 140, ₆ —141 | Gerölle | | | 261, ₆ —261, ₈ | „ | | |
| | 143, ₈ —144 | Felsen | | | 277, ₆ —278 | Felsen | | |
| 147, ₄ —148, ₄ | Felsen und Gerölle | 290, ₈ —291 | „ | | | | | |
| 170, ₄ —170, ₆ | Gerölle | 293, ₂ —293, ₄ | „ | | | | | |
| 173, ₄ —173, ₆ | „ | 302, ₄ —303, ₆ | — | | | | | |
| 214, ₂ —214, ₄ | „ | 303, ₆ —303, ₈ | Felsen | | | | | |
| 216 — 216, ₂ | „ | 304, ₄ | „ | | | | | |
| 221, ₂ —221, ₄ | „ | 307, ₂ —307, ₄ | „ | | | | | |
| Aschaffenburg | 222 — 222, ₂ | „ | 70—180 sind die Versandungen nur geringfügig und sehr vorübergehend. | Hanau | 310, ₆ —310, ₈ | „ | Versandung nach Hochwässern, welche mit dem Fallen des Wassers bald verschwinden. | |
| | 224, ₅ | — | | | 1, ₁ — 2, ₉ | Gerölle | | |
| | 225, ₁ —225, ₈ | Gerölle | | | 2, ₄ — 2, ₈ | — | | |
| | 227, ₇ —228, ₂ | „ | | | 4, ₂ — 5, ₂ | Gerölle | | |
| | 228, ₄ | — | | | 8, ₃ — 8, ₇ | Felsen | | |
| | 228, ₅ —228, ₈ | Gerölle | | | 9, ₃ — 9, ₇ | „ | | |
| | 231, ₇ | — | | | 10, ₇ — 11, ₀ | Gerölle | | |
| | 232 — 232, ₂ | Gerölle | | | 12, ₁ — 12, ₅ | Felsen | | |
| | 232, ₃ | — | | | 16, ₄ — 16, ₆ | — | | |
| | 232, ₄ —232, ₈ | Gerölle | | | 18, ₉ — 19, ₀ | — | | |
| | 235, ₃ | — | | | 25, ₁ — 25, ₂ | — | | |
| | 237, ₅ | — | | | 26, ₁ | — | | |
| | Frankfurt | 28 Kaiserlay | | | Felsen | Geringe Versandung. | | Frankfurt |
| 232, ₃ | | — | Obermainbrücke | „ | | | | |
| 232, ₄ —232, ₈ | | Gerölle | unterhalb | „ | | | | |
| 235, ₃ | | — | Frankfurt | „ | | | | |
| 237, ₅ | | — | | | | | | |

Nach allseitiger Versicherung sind die vorkommenden Versandungen keinesfalls der Art, dass sie die Kette, selbst nach langer Pause wie im Winter, so überschütten, dass dieselbe vom Kettenschiffe nicht mit Leichtigkeit wieder gehoben werden könnte. Auf der Elbe kommen Verschüttungen bis zu 1 m Höhe vor.

Die häufige Durchsetzung des Main mit Felsen und grobem Gerölle erfordert aber in sofern Berücksichtigung, als die Böden der Schiffe kräftig genug ausgeführt werden müssen, um bei etwaigem Anstossen nicht sofort eine grosse Havarie zu erleiden. In dieser Hinsicht ist die Beschaffenheit des Main ungünstiger wie die des Neckars. Baumstämme, von alten Uferabbrüchen herrührend, haben der Mainschiffahrt bisher noch keine Schwierigkeit bereitet. Auf der Elbe ist das Vorkommen alter Baumstämme nicht ungewöhnlich und sind dadurch schon mehrere Havarien verursacht worden. Im vorigen Jahre noch wurde ein Eichenstamm von 11 m Länge und 1 m Durchmesser, der schon viele Jahrhunderte im Wasser gelegen hatte und durch die fortschreitende Korrektion und die Vertiefung der Sohle bloss gewaschen war, von der Kette bei rascher Thalfahrt aufgerichtet; gegen das Vordertheil des Kettenschiffes sich stemmend, wurde die Eiche von oben bis unten gespalten, wobei die eine Hälfte die vordere Schiffswand und das Deck durchbohrte, so dass in kurzer Zeit der Dampfer zum Sinken kam.

Aufnahme der bedeutenderen Gefälle.

| Kilometer. | Einzel - Gefälle von mehr als 0,001. | Kilometer. | Einzel - Gefälle von mehr als 0,001. |
|---------------|---|-----------------|---|
| 9,4 | 0,00115 | 234,046—237,618 | 0,00067 |
| 19,4 | 0,00129 | 234,2 — 234,4 | 0,00138 |
| 29,2 | 0,00104 | 236,4 — 236,6 | 0,001350 |
| 36,8 | 0,00118 | 237,618—240,659 | 0,00027 |
| 46,8 | 0,00102 | 240,659—243,600 | 0,00060 |
| 56 | 0,00125 | 243,982—246,217 | 0,00014 |
| 57,6 | 0,00154 | 246,217—249,340 | 0,00038 |
| 58,2 | 0,00138 | 247 — 249,340 | 0,00176 |
| 62,4 | 0,00121 | 248,8 — 249,4 | 0,001237 |
| 64,4 | 0,00120 | 249,340—254,122 | 0,00019 |
| 65,4 | 0,00123 | 255,122—257,772 | 0,00048 |
| 67,4 | 0,00114 | 254,8 — 255 | 0,001462 |
| 140,6—140,8 | 0,00197 | 257,772—259,744 | 0,00078 |
| 183,4—184 | 0,00135 | 259,4 — 260 | 0,001443 |
| 196,6—196,8 | 0,001990 | 265,6 — 266 | 0,001162 |
| 196,8—198,2 | 0,001170 | 268 — 268,8 | 0,001419 |
| 202 — 202,4 | 0,00111 | 269,8 — 270,2 | 0,00122 |
| 208,6—208,8 | 0,00162 | 277,4 — 277,8 | 0,00155 |
| 210,4 — 211 | 0,001335 | 303 — 303,28 | 0,00197 |
| 211 — 211,2 | 0,001613 | | |
| 222,5—227,9 | 0,00015 | 4,4— 5,2 | 0,00063 |
| 227,8—228 | 0,001425 | 8,3— 8,7 | 0,00063 |
| 227,9—231,6 | 0,00015 | 9,3— 9,7 | 0,00040 |
| 231,66—234,40 | 0,00035 | 12,1— 12,5 | 0,00070 |

Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit und einzelner Stromgeschwindigkeiten.

Es liegen über die Stromgeschwindigkeiten keine genaueren Messungen vor; schätzungsweise werden angegeben:

| | | | bei schiffbarem | | | |
|----------------------|----------|-------------|------------------|---------------|---------------|--|
| | | | bei Niederwasser | Hochwasser | | |
| Bezirk Bamberg . . . | km | 5,0— 8,4 | 0,7 —0,8 m | 2,4—2,6 m | Im Mittel. | Im Staffelbacher Durchstich, km 7—8, wurde bei +0,53 m am Vierether Pegel eine mittlere Geschwindigkeit von 0,798 m genau gemessen. (Querprofil 97,38 qm, Wassermenge 77,6 cbm.) |
| „ Schweinfurt . . . | „ | 8,4— 70 | 0,6 „ | 2,0 „ | Im Mittel. | |
| „ Würzburg . . . | „ | 70 —180 | 0,6 „ | 1,6 „ | Im Mittel. | |
| „ Aschaffenburg .. | 180 —323 | 0,6 „ | 1,6 „ | Im Mittel. | Stellenweise. | |
| „ Wertheim . . . | 222 —259 | 1,2 „ | 2,4—2,6 „ | Stellenweise. | | |
| „ Hanau | 0 — 27 | 0,75 „ | 2,4—2,7 „ | Im Mittel. | | |
| „ Frankfurt | 27 — 63 | 0,70—0,83 „ | 1,7 „ | Im Mittel. | | |
| | | | 0,59 „ | 2,6 „ | Im Mittel. | |

Die mittlere Stromgeschwindigkeit lässt sich für das mittlere Gefälle sowie für die wichtigeren Einzelgefälle mit genügender Annäherung rechnungsmässig feststellen. Der Strom ist zum grossen Theile in bestimmte Normalbreiten eingeeengt und verlässt diese Breiten innerhalb der schiffbaren Wasserstände nur selten. Das niedrigste Verhältniss von $\frac{\text{Querprofil}}{\text{benetztem Umfang}}$, der Profilradius, kann zu etwa 1,1 angenommen werden; mit dem Steigen des Wassers wächst der Profilradius, und zwar kann derselbe angenommen werden

| | |
|--|-------------------|
| für Niederwasser zu | 1,1 bis 1,5 |
| .. Mittelwasser zu | 1,5 „ 2 |
| .. schiffbares Hochwasser zu | 2 „ 4 im Maximum. |

Sind in einzelnen Fällen die Profilradien kleiner, so fallen die Geschwindigkeiten nicht grösser, sondern geringer aus und bleiben deshalb für diese Untersuchung gleichgiltig.

Unter Anlehnung an die Berechnungen von Harlacher,*) dessen Methode für die Wassermessungen in Bayern amtlich vorgeschrieben ist,**) und unter Benutzung der Formeln von Grebenau und Darcy und Bazin, deren theoretische Resultate den Messungen Harlacher's an der Elbe am nächsten kamen, und zwar so, dass die gemessenen Geschwindigkeiten zwischen den berechneten lagen, ergaben sich für die verschiedenen Gefällverhältnisse und Wasserstände des Main folgende

*) A. R. Harlacher, Beiträge zur Hydrographie Böhmens, 1. und 2. Lieferung.

**) Amtsblatt des K. Staatsministeriums des Innern, 1878. Nr. 50, S. 455.

Mittlere Stromgeschwindigkeiten:

| Profilradius (mittlere Tiefe) | Gefälle 0,00040 | | | Gefälle 0,00100 | | | Gefälle 0,00150 | | | Gefälle 0,00199 | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| | nach Grebe- nau | Darcy u. Bazin | durch- schnitt- lich | nach Grebe- nau | Darcy u. Bazin | durch- schnitt- lich | nach Grebe- nau | Darcy u. Bazin | durch- schnitt- lich | nach Grebe- nau | Darcy u. Bazin | durch- schnitt- lich |
| 1,1 | 0,809 | 0,652 | 0,730 | 1,017 | 1,031 | 1,024 | 1,125 | 1,261 | 1,193 | 1,209 | 1,450 | 1,330 |
| 1,5 | 0,942 | 0,849 | 0,890 | 1,185 | 1,314 | 1,250 | 1,315 | 1,611 | 1,463 | 1,408 | 1,855 | 1,632 |
| 2,0 | 1,086 | 1,033 | 1,059 | 1,369 | 1,632 | 1,500 | 1,515 | 2,001 | 1,758 | 1,622 | 2,300 | 1,961 |
| 3,0 | 1,329 | 1,375 | 1,352 | 1,673 | 2,173 | 1,923 | 1,851 | 2,666 | 2,258 | — | — | — |
| 4,0 | 1,530 | 1,668 | 1,599 | 1,927 | 2,635 | 2,281 | — | — | — | — | — | — |

Die höheren Geschwindigkeiten sind für die Gefälle von 0,00150 und 0,00199 nicht ausgerechnet, weil diese aussergewöhnlichen, kurzen Gefälle des Wasserspiegels mit dem Wachsen des Wassers ausgeglichen werden, also gleichzeitig mit den grossen Profilradien nicht vorkommen.

Für die Formel von Grebenau

$$v = \beta k \sqrt{\frac{F}{p + b}} \cdot \sqrt[4]{\tau}$$

(F = Fläche des Querprofils, p = benetzter Umfang; b = Breite des Wasserspiegels und τ = Gefälle) ist angenommen $\frac{F}{p + b} = \frac{F}{2p} + 0,01$ und die Koeffizienten

$$\beta = 0,9223 \quad \text{und} \quad k = 8,2897.$$

Für die Formel von Darcy und Bazin

$$v = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{r}}} \cdot \sqrt{r \tau}$$

sind die Koeffizienten $\alpha = 0,00040$ und $\beta = 0,00070$.

Vergleicht man den Durchschnitt beider Rechnungen mit den angegebenen Schätzungen, so sieht man, dass derselbe von den Schätzungswerten nicht sehr abweicht; die Rechnungswerte, welche ausserdem das Anwachsen der Geschwindigkeit unter dem Einflusse der einzelnen Gefälle und der mit den verschiedenen Wasserständen wachsenden Profilradien klar machen, dürften für die weiteren praktischen Massnahmen, welche die Variationen berücksichtigen müssen, vorzuziehen sein. Eine andere und sicherere Grundlage durch umfängliche Messungen ist so leicht nicht zu gewinnen, übrigens genügen die rechnermässig gewonnenen annähernden Werthe dem praktischen Bedürfnisse vollkommen.

Die gefundenen Werthe bezeichnen nur die mittlere Stromgeschwindigkeit. Die Fahrrinne liegt jedoch in der Linie der grössten Tiefen und die Schifffahrt bewegt sich in dem oberen Theile dieser Rinne, in dem die grösste Geschwindigkeit des Querschnittes überhaupt herrscht. Um die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher die Schifffahrt zu rechnen hat, kann man nun nach Analogie der Geschwindigkeitsvertheilung vieler gemessener Querprofile annehmen, dass dieselbe durchschnittlich um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ grösser ist als die mittlere Geschwindigkeit.

Man erhält dann

die Geschwindigkeiten in der Fahrrinne:

| | | bei Gefällen von 0,00040 | von 0,00100 | von 0,00150 | von 0,00199 |
|----------------------------|-----|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| für Niederwasser | 1,1 | Profilradius 0,912—0,972 m | 1,280—1,365 m | 1,491—1,590 m | 1,662—1,773 m |
| „ Mittelwasser | 1,5 | „ 1,112—1,186 „ | 1,562—1,666 „ | 1,829—1,951 „ | 2,040—2,176 „ |
| „ „ | 2,0 | „ 1,324—1,412 „ | 1,875—2,000 „ | 2,197—2,344 „ | 2,451—2,614 „ |
| „ hohes Schiffahrts- | 3,0 | „ 1,690—1,803 „ | 2,404—2,564 „ | 2,823—3,011 „ | — |
| wasser | 4,0 | „ 1,998—2,112 „ | 2,851—3,041 „ | — | — |

oder allgemeiner:

beim Durchschnittsgefälle in den grösseren Einzelgefällen

| | | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|
| für Niederwasser | 0,912—1,186 m | 1,280—2,176 m |
| „ Mittelwasser | 1,112—1,412 „ | 1,562—2,614 „ |
| „ hohes Schiffahrtswasser | 1,690—2,112 „ | 2,404—3,014 „ |

Aufnahme der auf den niedrigsten Wasserstand reduzierten geringsten Fahrtiefen von weniger als 0,90 Meter.

| Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | m | | m | | m | | m |
| 3 | 0,80 | 20,4—20,6 | 0,64—0,79 | 41,2 | 0,76 | 62,4—62,6 | 0,64—0,86 |
| 2 | 0,68 | 20,8 | 0,54 | 42 | 0,73 | 64,4—64,6 | 0,50—0,83 |
| — | 0,65 | 24,4—24,8 | 0,54—0,64 | 42,2—42,4 | 0,50—0,73 | 64,8—65,2 | 0,71—0,86 |
| 2 | 0,74 | 25,4—26 | 0,54—0,84 | 42,6—42,8 | 0,70—0,85 | 65,4—65,6 | 0,56 |
| 2,2 | 0,78 | 26,2—26,8 | 0,34—0,84 | 43,2 | 0,55 | 65,8—66,2 | 0,43—0,86 |
| 4,4 | 0,86 | 27,2 | 0,64 | 43,4 | 0,40 | 67,2—67,4 | 0,72—0,79 |
| 6,2 | 0,82 | 28—28,2 | 0,34—0,64 | 44 | 0,50 | 67,6—67,8 | 0,36—0,90 |
| 8,8—9,4 | 0,60—0,84 | 28,6 | 0,74 | 44,4—44,6 | 0,52—0,78 | 68—68,2 | 0,42—0,76 |
| 9,4—9,6 | 0,59—0,84 | 29—29,2 | 0,34—0,49 | 44,8—45,2 | 0,46—0,76 | 68,4—68,8 | 0,66—0,76 |
| 10,2 | 0,44 | 29,4—29,6 | 0,64 | 47 | 0,75 | 69—69,4 | 0,61—0,86 |
| 10,6—10,8 | 0,44—0,84 | 30,2 | 0,64 | 53—53,6 | 0,40—0,6 | 69,8 | 0,58 |
| 11,4—11,8 | 0,44—0,54 | 31,6 | 0,74 | 54—54,8 | 0,52—0,80 | 70 | 0,77 |
| 13,2—13,8 | 0,54—0,64 | 32—32,4 | 0,54—0,84 | 55,2 | 0,59 | 70,2 | 0,51 |
| 14,8—15,6 | 0,59—0,80 | 33,8 | 0,69 | 55,8 | 0,68 | 70,4 | 0,79 |
| 16,2 | 0,74 | 34,2—34,8 | 0,44—0,84 | 56 | 0,41 | 70,6 | 0,53 |
| 16,4—16,8 | 0,59—0,74 | 35,2—35,4 | 0,54—0,84 | 56,4 | 0,71 | 70,8 | 0,61 |
| 17,2—17,6 | 0,64—0,84 | 37,4 | 0,54 | 57,6—58,4 | 0,56—0,82 | 71 | 0,83 |
| 17,8 | 0,74 | 37,6—39,2 | 0,34—0,84 | 58,6 | 0,76 | 71,4 | 0,67 |
| 18 | 0,64 | 39,6 | 0,77 | 59,8—60 | 0,54—0,77 | 72,6 | 0,75 |
| 18,6 | 0,74 | 40,2 | 0,80 | 60,8 | 0,70 | 72,8 | 0,55 |
| 19,4 | 0,44—0,84 | 40,6 | 0,70 | 61,6—61,8 | 0,66—0,90 | 73 | 0,75 |

| Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | m | | m | | m | | m |
| 73,4 | 0,53 | 90,2 | 0,55 | 102,2 | 0,83 | 117,4 | 0,71 |
| 73,6 | 0,41 | 90,8 | 0,88 | 102,4 | 0,55 | 117,8 | 0,77 |
| 74 | 0,53 | 91,4 | 0,71 | 102,6 | 0,73 | 119,4 | 0,55 |
| 74,2 | 0,55 | 91,8 | 0,67 | 102,8 | 0,79 | 119,6 | 0,75 |
| 74,4 | 0,75 | 92 | 0,59 | 103 | 0,81 | 119,8 | 0,65 |
| 75 | 0,45 | 92,2 | 0,79 | 103,2 | 0,59 | 120 | 0,59 |
| 75,2 | 0,53 | 92,4 | 0,55 | 103,4 | 0,87 | 120,4 | 0,56 |
| 75,4 | 0,75 | 92,6 | 0,85 | 103,6 | 0,69 | 120,6 | 0,82 |
| 75,6 | 0,75 | 92,8 | 0,88 | 104,6 | 0,77 | 121,8 | 0,68 |
| 75,8 | 0,71 | 93 | 0,77 | 104,8 | 0,59 | 122 | 0,84 |
| 76,4 | 0,65 | 93,2 | 0,83 | 105 | 0,75 | 122,2 | 0,48 |
| 76,6 | 0,79 | 93,4 | 0,63 | 105,2 | 0,65 | 122,6 | 0,56 |
| 76,8 | 0,57 | 93,6 | 0,73 | 105,4 | 0,78 | 122,8 | 0,56 |
| 77,8 | 0,55 | 93,8 | 0,41 | 105,8 | 0,87 | 123 | 0,84 |
| 78,4 | 0,79 | 94 | 0,57 | 106 | 0,51 | 123,4 | 0,84 |
| 78,6 | 0,59 | 94,2 | 0,67 | 107 | 0,67 | 123,6 | 0,80 |
| 78,8 | 0,81 | 94,4 | 0,81 | 107,2 | 0,79 | 123,8 | 0,60 |
| 79 | 0,83 | 94,6 | 0,75 | 107,4 | 0,81 | 124 | 0,68 |
| 80 | 0,55 | 94,8 | 0,61 | 108 | 0,83 | 124,2 | 0,52 |
| 80,2 | 0,81 | 95 | 0,63 | 108,4 | 0,59 | 124,4 | 0,72 |
| 80,4 | 0,79 | 95,2 | 0,57 | 108,6 | 0,55 | 124,6 | 0,68 |
| 80,6 | 0,85 | 95,4 | 0,69 | 108,8 | 0,71 | 125 | 0,56 |
| 81,8 | 0,79 | 95,6 | 0,63 | 109,4 | 0,87 | 125,6 | 0,56 |
| 82,6 | 0,63 | 95,8 | 0,53 | 109,6 | 0,75 | 126 | 0,50 |
| 83,2 | 0,43 | 96,4 | 0,71 | 110,2 | 0,83 | 126,2 | 0,64 |
| 83,6 | 0,73 | 96,6 | 0,57 | 110,8 | 0,59 | 126,4 | 0,84 |
| 83,8 | 0,63 | 97,2 | 0,67 | 111,2 | 0,71 | 126,6 | 0,58 |
| 84,2 | 0,59 | 97,8 | 0,67 | 111,4 | 0,75 | 127 | 0,64 |
| 84,6 | 0,85 | 98,2 | 0,51 | 112 | 0,57 | 127,4 | 0,66 |
| 84,8 | 0,51 | 98,6 | 0,61 | 112,4 | 0,71 | 127,6 | 0,74 |
| 85 | 0,63 | 98,8 | 0,67 | 112,6 | 0,71 | 127,8 | 0,74 |
| 85,2 | 0,85 | 99,2 | 0,51 | 112,8 | 0,67 | 128 | 0,78 |
| 85,4 | 0,63 | 99,6 | 0,71 | 113 | 0,75 | 128,4 | 0,58 |
| 85,6 | 0,81 | 99,8 | 0,59 | 113,6 | 0,71 | 128,6 | 0,56 |
| 86,2 | 0,63 | 100 | 0,71 | 113,8 | 0,45 | 128,8 | 0,70 |
| 86,4 | 0,45 | 100,2 | 0,67 | 114 | 0,63 | 129 | 0,76 |
| 86,6 | 0,75 | 100,4 | 0,59 | 114,6 | 0,51 | 129,2 | 0,64 |
| 88,2 | 0,77 | 100,6 | 0,47 | 115,2 | 0,87 | 129,4 | 0,60 |
| 88,6 | 0,73 | 100,8 | 0,83 | 115,4 | 0,63 | 130 | 0,68 |
| 88,8 | 0,87 | 101 | 0,63 | 115,6 | 0,75 | 131 | 0,52 |
| 89 | 0,87 | 101,2 | 0,71 | 116,4 | 0,67 | 131,4 | 0,58 |
| 89,2 | 0,55 | 101,4 | 0,77 | 116,6 | 0,87 | 131,6 | 0,84 |
| 89,4 | 0,79 | 101,8 | 0,83 | 116,8 | 0,63 | 132,2 | 0,44 |
| 89,6 | 0,63 | 102 | 0,79 | 117,2 | 0,63 | 132,6 | 0,74 |

| Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. |
|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | m | | m | | m | | m |
| 132,8 | 0,88 | 149,4 | 0,50 | 165,8 | 0,56 | 195,8—196 | 0,60 |
| 133 | 0,64 | 149,6 | 0,68 | 166 | 0,72 | 197,6—197,8 | 0,55 |
| 133,4 | 0,74 | 149,8 | 0,46 | 166,2 | 0,64 | 201 —201,2 | 0,45 |
| 133,6 | 0,76 | 150,6 | 0,88 | 166,4 | 0,60 | 202 —202,2 | 0,50 |
| 134,8 | 0,84 | 151 | 0,78 | 166,6 | 0,74 | 210,4—211 | 0,55 |
| 135 | 0,52 | 152,4 | 0,68 | 166,8 | 0,70 | 224,8 | 0,77 |
| 135,2 | 0,52 | 152,6 | 0,74 | 167 | 0,68 | 228,5 | 0,77 |
| 135,4 | 0,74 | 152,8 | 0,54 | 167,2 | 0,82 | 228,10 | 0,77 |
| 135,6 | 0,62 | 153 | 0,58 | 167,4 | 0,52 | 228,15 | 0,87 |
| 135,8 | 0,52 | 153,2 | 0,52 | 167,6 | 0,50 | 229,60 | 0,82 |
| 136,2 | 0,70 | 153,4 | 0,51 | 167,8 | 0,88 | 229,65 | 0,82 |
| 136,4 | 0,64 | 153,6 | 0,56 | 168 | 0,72 | 229,75 | 0,90 |
| 136,6 | 0,62 | 153,8 | 0,76 | 168,2 | 0,80 | 229,80 | 0,77 |
| 138,2 | 0,80 | 154,2 | 0,76 | 168,4 | 0,80 | 229,85 | 0,90 |
| 138,4 | 0,62 | 154,4 | 0,70 | 168,6 | 0,84 | 230,70 | 0,82 |
| 139 | 0,54 | 154,8 | 0,78 | 168,8 | 0,86 | 232,50 | 0,82 |
| 139,4 | 0,56 | 155,2 | 0,64 | 169 | 0,82 | 234,15 | 0,77 |
| 139,8 | 0,74 | 155,4 | 0,60 | 169,8 | 0,80 | 234,20 | 0,85 |
| 140,2 | 0,84 | 156 | 0,82 | 170,2 | 0,88 | 234,25 | 0,82 |
| 140,4 | 0,70 | 156,4 | 0,74 | 170,4 | 0,62 | 234,45 | 0,85 |
| 140,6 | 0,56 | 156,6 | 0,60 | 171 | 0,84 | 234,50 | 0,87 |
| 141,8 | 0,86 | 156,8 | 0,64 | 172,4 | 0,86 | 235 | 0,87 |
| 142,2 | 0,64 | 157 | 0,78 | 172,6 | 0,80 | 235,05 | 0,77 |
| 142,4 | 0,70 | 157,2 | 0,64 | 173,2 | 0,68 | 235,85 | 0,82 |
| 142,6 | 0,76 | 157,4 | 0,84 | 173,4 | 0,58 | 236,60 | 0,82 |
| 143,2 | 0,56 | 157,8 | 0,54 | 175,2 | 0,66 | 236,65 | 0,87 |
| 143,4 | 0,64 | 158 | 0,60 | 175,8 | 0,86 | 236,70 | 0,87 |
| 143,6 | 0,80 | 158,2 | 0,78 | 176 | 0,58 | 236,75 | 0,82 |
| 143,8 | 0,70 | 158,4 | 0,54 | 176,2 | 0,46 | 239,20—239,4 | 0,55 |
| 144 | 0,68 | 158,8 | 0,88 | 176,4 | 0,64 | 239,70 | 0,87 |
| 144,2 | 0,68 | 159 | 0,64 | 178,2 | 0,86 | 240,85 | 0,82 |
| 145,2 | 0,70 | 159,2 | 0,74 | 179 | 0,56 | 240,90 | 0,77 |
| 145,4 | 0,78 | 159,4 | 0,80 | 179,2 | 0,68 | 241 | 0,85 |
| 145,6 | 0,62 | 159,6 | 0,72 | 179,4 | 0,76 | 241,15 | 0,82 |
| 145,8 | 0,68 | 159,8 | 0,56 | 179,6 | 0,88 | 241,20 | 0,82 |
| 146 | 0,72 | 160 | 0,83 | 180,2 | 0,40 | 241,25 | 0,85 |
| 146,2 | 0,70 | 160,2 | 0,68 | 181,2—181,6 | 0,50 | 241,35 | 0,84 |
| 146,4 | 0,52 | 160,4 | 0,68 | 183,4—184 | 0,40—0,50 | 241,40 | 0,89 |
| 147,2 | 0,50 | 160,6 | 0,62 | 186,4—186,6 | 0,60 | 241,45 | 0,85 |
| 147,4 | 0,62 | 160,8 | 0,66 | 187,2—187,4 | 0,35 | 241,60 | 0,85 |
| 147,6 | 0,54 | 161 | 0,88 | 188,4—188,6 | 0,55 | 243,4—243,6 | 0,50 |
| 147,8 | 0,74 | 161,8 | 0,80 | 191,6—191,8 | 0,60 | 244,1 | 0,87 |
| 148 | 0,74 | 163 | 0,64 | 193,2 | 0,40 | 244,2 | 0,77 |
| 148,4 | 0,74 | 164 | 0,50 | 194,2—194,8 | 0,55 | 244,2—244,4 | 0,60 |

| Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. | Kilometer. | Fahrtiefen. |
|------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | m | | m | | m | | m |
| 244,25 | 0,75 | 251,70 | 0,87 | 259,50 | 0,82 | 9,5—10,5 | 0,82 |
| 244,80 | 0,75 | 251,75 | 0,77 | 259,55 | 0,75 | 10,5 | 0,72 |
| 247,10 | 0,77 | 251,80 | 0,87 | 259,60 | 0,87 | 11 | 0,82 |
| 247,15 | 0,79 | 252,85 | 0,87 | 259,65 | 0,87 | 12,3—12,4 | 0,52—0,73 |
| 247,20 | 0,87 | 254,50 | 0,82 | 259,70 | 0,73 | 13,4—14 | 0,62—0,82 |
| 247,35 | 0,77 | 254,55 | 0,82 | 259,75 | 0,75 | 14,2 | 0,62 |
| 247,40 | 0,85 | 254,60—254,65 | 0,79 | 268,2 | 0,60 | 14,5—14,7 | 0,72—0,82 |
| 248,15 | 0,67 | 254,60—254,80 | 0,50—0,60 | 268,4 | 0,60 | 15,1—15,3 | 0,82 |
| 248,20 | 0,60 | 254,70 | 0,77 | 273,4—273,6 | 0,60 | 15,8—16,2 | 0,62—0,82 |
| 249,0 | 0,76 | 254,75 | 0,79 | 279,2 | 0,60 | 16,7—16,9 | 0,72—0,82 |
| 249,10 | 0,71 | 254,80 | 0,77 | 279,4 | 0,60 | 17,4—18 | 0,72—0,82 |
| 249,15 | 0,61 | 254,85 | 0,77 | 1,2—1,6 | 0,72—0,82 | 18,5—19 | 0,52—0,72 |
| 249,20 | 0,50 | 254,90 | 0,77 | 2—2,1 | 0,72—0,82 | 18,9—19 | 0,62—0,82 |
| 249,25 | 0,46 | 254,95 | 0,85 | 2,7—3,1 | 0,62—0,82 | 22,5 | 0,72 |
| 249,30 | 0,61 | 255 | 0,82 | 4,6—4,8 | 0,62—0,72 | 22,9 | 0,82 |
| 249,35 | 0,56 | 255,05 | 0,85 | 5—5,1 | 0,62—0,72 | 25,7—26 | 0,72—0,82 |
| 251,65 | 0,77 | 259,45 | 0,77 | 5,8—6,6 | 0,82 | | |

Die Rubrik der Fahrtiefen bei absolut niedrigstem Wasserstande bedarf einer besonderen Erläuterung. Die hierfür gesuchten geringsten Fahrtiefen lassen sich genau nicht ermitteln, man müsste denn das Wiedereintreten des absolut niedrigsten Wasserstandes, der bisher beobachtet wurde, abwarten wollen. Die niedrigsten Pegelstände des Main, auf welche die in der Rubrik notirten Fahrtiefen reduziert wurden, sind indessen im Laufe von 43 Jahren nur zweimal eingetreten.

Um jedoch über die etwa zu gewärtigenden Minimaltiden wenigstens ein annäherndes Urtheil zu gewinnen, verfahren die Bauämter am Main in der Weise, dass die bei irgend einem Wasserstande vorgenommenen Peilungen für jede einzelne Tiefe um soviel verkürzt werden, als der bei der Peilung beobachtete Pegelstand höher liegt, wie der am selben Pegel bezeichnete absolut niedrigste Wasserstand.

Dieses Verfahren kann nun wohl für Denjenigen, der mit den speziellen örtlichen Verhältnissen genau vertraut ist, also für den Baumeister, als ein Anhalt dienen; für die allgemeine Kritik der Schiffbarkeit sind jedoch die so reduzierten Fahrtiefen allein noch nicht massgebend. Der Wasserstand sinkt nämlich nicht überall gleichmässig zur Sohle, er sinkt z. B. bei Verminderung des Wasserquantums in einem breiten und untiefen Querschnitte in weit geringerem Grade, wie in einem engen Querschnitte u. s. w.; die Reduktion darf also für erstere nicht dieselbe sein, wie sie sich durch Beobachtung in letzterem zeigt.

Auf der Elbe ergeben sich beispielsweise für die Strecke Dresden-Magdeburg folgende Resultate:

| | bei einem Wasserstande am Dresdener Pegel von | Sinken am Pegel beträgt | Entsprechende zulässige Tauchtiefe | Sinken des Wassers an den massgebenden Untiefen beträgt |
|------------------------------------|---|-------------------------|------------------------------------|---|
| ca. Vollschißiges Wasser | — 40 cm | } 33 cm | ca. 140 cm | } 29 cm |
| „ 3/4 Ladung | — 73 „ | | „ 111 „ | |
| „ 1/2 „ | — 106 „ | | „ 83 „ | |
| „ 1/3 „ | — 140 „ | | „ 63 „ | |

Wäre — 140 cm der niedrigste Pegelstand und wollte man bei — 40 cm peilen und zur Ermittlung der geringsten Tauchtiefen alle Peilungen um 100 cm reduzieren, so würde sich eine geringste Tauchtiefe von $140 - 100 = 40$ cm ergeben, während dieselbe thatsächlich bei — 140 cm Pegelstand noch 63 cm beträgt.

Von — 106 bis — 140 cm fällt das Wasser am Pegel um 34 cm, gleichzeitig an den Untiefen nur um 20 cm.

Es lässt sich daraus zwar keine Regel entwickeln für die Reduktion einer Peilung bei beliebigem Wasserstande, weder allgemein, noch für einen bestimmten Strom, da es nur darauf ankommt, in welchem Profil, in welcher mittleren Stromgeschwindigkeit einerseits die Pegel, andererseits die Untiefen liegen; aus dem allgemeinen Verhalten lässt sich jedoch schliessen, dass die in der Rubrik enthaltenen reduzierten Minimaltiefen als Schifffahrtstiefen zu ungünstig berechnet sind. Fortlaufend registrirte Beobachtungen der Tauchtiefen liegen leider nicht vor.

Die reduzierten Peilungen ergeben als geringste Tauchtiefe

| | | |
|--------------------------|-------|-------------------------------------|
| für den Bamberger Bezirk | 65 cm | |
| „ „ Schweinfurter „ | 34 „ | |
| „ „ Würzburger „ | 41 „ | |
| unterhalb Würzburg | 46 „ | |
| „ „ Aschaffener Bezirk | 35 „ | (an einer Stelle) |
| „ „ Wertheimer „ | 67 „ | |
| „ „ Hanauer „ | 62 „ | |
| „ „ Frankfurter „ | 65 „ | (Peilungen vom Januar u. Mai 1877.) |

Das Bauamt Würzburg berichtet hierzu:

„Die Peilungen (des Würzburger Bezirks) mussten im laufenden Jahre (1879) bei hohem Wasserstande „vorgenommen werden und können durchaus keinen Anspruch auf vollkommene Verlässlichkeit machen, indem „hierbei die Fahrrinne häufig nicht eingehalten werden konnte und man es hier mit einer durch „Einschwemmungen ständigen Veränderungen unterworfenen Flusssohle zu thun hat, so dass die Verhältnisse sich in „Wirklichkeit wesentlich günstiger gestalten.“

„Abgesehen von den rasch ablaufenden Sandschwellen finden sich daher, unter Berücksichtigung, dass „die verfügbare geringste Wassertiefe 20 cm grösser angenommen werden muss, als die auf „die niedersten Wasserstände, wie sie in 43 Jahren nur zweimal eingetreten waren, reduzierten „Peilungen angeben, die Wassertiefen, welche geringer sind als die angestrebte Normaltiefe lediglich noch an „folgenden Stellen:

| bei km | 75 | zu | 65 cm | mit Kiesgrund |
|--------|-------|----|-------|---------------|
| „ „ | 122,2 | „ | 68 | „ „ „ |
| „ „ | 147,2 | „ | 70 | „ „ „ |
| „ „ | 149,2 | „ | 70 | „ „ „ |
| „ „ | 149,8 | „ | 66 | „ „ „ |
| „ „ | 164 | „ | 70 | „ „ „ |
| „ „ | 167 | „ | 70 | „ „ „ |

Nach dieser amtlichen Richtigstellung würde man deshalb im Würzburger Bezirk statt auf 41 cm auf eine Minimaltiefe von 65 cm rechnen können.

Das Aschaffener Bauamt äussert sich in ähnlicher Weise:

„Die mitgetheilten Angaben über die Tauchtiefen, reduziert nach der letzten Peilung, sind zwar als annähernd zu betrachten, können jedoch wegen der fortwährenden Aenderungen der Flusssohle auf Verlässigkeit keinen Anspruch machen. Immerhin lässt sich aus den wenigen Ausnahmen schliessen, dass die Fahrwasserhältnisse im Allgemeinen günstig sind, wenn berücksichtigt wird, dass zu den reduzierten Tiefen ganz unbedenklich noch 20 cm wirklich verfügbare Tiefe zugerechnet werden dürfen.“

Die geringste Fahrtiefe würde danach im Aschaffener Bezirk zu 55 cm zu normiren sein.

Das richtigste Maass zur Beurtheilung der Fahrtiefen giebt die Eintauchung, mit welchem die mit den momentanen Verhältnissen stets auf das Genaueste bekannten Schiffer sich jeweilig zu fahren getrauen. Wo nicht, wie dies in zweckmässiger Weise seit einigen Jahren auf der Elbe geschieht, die wirklich benutzte Tauchtiefe amtlich notirt wird, da lässt sich ein Verhältniss der Tauchtiefen zu den Pegelständen mit Sicherheit nicht ermitteln. Jedenfalls verdient aber die Erfahrung der Schiffer zu Rathe gezogen zu werden und diese äussern sich in einer im September 1879 veröffentlichten Denkschrift folgendermassen:

„Dank der Fürsorge der Regierungen ist es gelungen, das Fahrwasser des Main so herzustellen, dass das Minimum desselben in trockenen Jahren bei dem niedrigsten Stande nur selten unter 70 cm sinkt.“

Man darf aus den amtlichen Mittheilungen und dem Urtheile der Schiffer jedenfalls den Schluss ziehen, dass unter den ungünstigsten Verhältnissen

auf der Strecke von Mainz bis Schweinfurt auf eine Fahrtiefe von mindestens 55 cm
 „ „ „ „ Schweinfurt bis Bamberg auf eine Fahrtiefe von mindestens 45 cm

mit genügender Sicherheit gerechnet werden darf, ein Verhältniss, wie es bis jetzt auf dem Neckar und auf der Elbe vor etwa 6 Jahren noch, nicht besser angenommen werden durfte. Zudem ist eine bedeutende Verbesserung der bestehenden Zustände des Main in wenigen Jahren durchführbar, während z. B. der Neckar wesentliche Veränderungen nicht mehr zulässt.

Für den Betrieb ist nicht allein der absolut niedrigste Wasserstand, sondern auch die Häufigkeit der niedrigen Wasserstände von Wichtigkeit.

Das Bauamt zu Würzburg theilt darüber mit:

„Nach einer Zusammenstellung der mittleren Jahreswasserstände aus den seit Bestehen der einzelnen Pegel geführten Beobachtungstabellen ergiebt sich ein mittlerer Jahreswasserstand von

| | | | | | | |
|---------------|-----------|---|-------|---|------|--------------|
| Schweinfurter | Pegel von | 0 | 820 | m | über | Niederwasser |
| Würzburger | „ | „ | 0,646 | „ | „ | „ |
| Miltenberger | „ | „ | 0,778 | „ | „ | „ |
| Aschaffener | „ | „ | 1,027 | „ | „ | „ |

„und für die ganze bayrische Mainstrecke von 0,818 m.“

„Im Allgemeinen darf angenommen werden, dass durchschnittlich während 200 Jahrestagen höhere Wasserstände stattfinden, bei welchen, mit Ausnahme der Perioden der Hochwässer, des Frostes und Eisganges, Schiffe mit 0,90 — 1,00 m Tiefgang ausnahmslos, mit 1,00 m bis 1,50 m Tiefgang aber grösseren Theils fahren können.“

Zur weiteren Beurtheilung dieser Frage mögen hier einige Tabellen folgen und zwar über die Verhältnisse der maassgebenden Pegel der einzelnen Baubezirke, über vorgekommene niedrigste Wasserstände des letzten Jahrzehnts bei Würzburg, Miltenberg und Offenbach und über die Dauer einzelner wichtiger Wasserstandsperioden, beobachtet bei Hanau und Frankfurt.

Tabelle

über den niedrigsten Wasserstand des Main während der letzten 10 Jahre in Bezug auf den Würzburger Pegel.

| | 1868 | 1869 | 1870 | 1871 | 1872 | 1873 | 1874 | 1875 | 1876 | 1877 | 1878 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Januar | 0,19 | 0,10 | 0,61 | 0,54 | 0,10 | 0,38 | 0,18 | 0,02 | 0,39 | 0,71 | 0,82 |
| Februar | 0,70 | 0,63 | 0,05 | 0,32 | 0,07 | 0,32 | 0,18 | 0,30 | 0,30 | 1,30 | 0,85 |
| März | 0,73 | 0,54 | 0,54 | 0,44 | 0,39 | 0,71 | 0,18 | 0,23 | 1,25 | 1,14 | 1,41 |
| April | 0,54 | 0,36 | 0,49 | 0,36 | 0,26 | 0,40 | 0,32 | 0,34 | 0,62 | 0,87 | 0,85 |
| Mai | 0,29 | 0,27 | 0,12 | 0,27 | 0,12 | 0,38 | 0,24 | 0,14 | 0,32 | 0,66 | 0,75 |
| Juni | 0,19 | 0,17 | 0,10 | 0,19 | 0,25 | 0,35 | 0,22 | 0,06 | 0,23 | 0,44 | 0,60 |
| Juli | 0,10 | 0,07 | 0,02 | 0,54 | 0,06 | 0,32 | 0,09 | 0,49 | 0,21 | 0,35 | 0,33 |
| August | 0,02 | 0,07 | 0,05 | 0,22 | 0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,11 | 0,09 | 0,33 | 0,45 |
| September | 0,00 | 0,00 | 0,39 | 0,07 | 0,07 | 0,16 | 0,07 | 0,10 | 0,18 | 0,31 | 0,47 |
| Oktober | 0,10 | 0,12 | 0,29 | 0,27 | 0,07 | 0,21 | 0,08 | 0,18 | 0,26 | 0,35 | 0,46 |
| November | 0,19 | 0,24 | 0,73 | 0,19 | 0,12 | 0,23 | 0,09 | 0,24 | 0,28 | 0,38 | 0,86 |
| Dezember | 0,24 | 0,63 | 0,44 | 0,02 | 0,58 | 0,29 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,60 | 0,62 |

Tabelle

der niedrigsten Wasserstände des Main während der letzten 10 Jahre am Pegel zu Offenbach.

| | 1869 | 1870 | 1871 | 1872 | 1873 | 1874 | 1875 | 1876 | 1877 | 1878 |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | m | m | m | m | m | m | m |
| Januar | 1' 6" | 3' 5" | 2' 9" | 0,35 | 0,47 | 0,12 | 0,05 | 0,60 | 0,67 | 0,90 |
| Februar | 2' 3" | 1' 6" | 2' 5" | 0,21 | 0,45 | 0,19 | 0,38 | 0,36 | 1,74 | 0,90 |
| März | 2' 8" | 2' 6" | 2' 7" | 0,52 | 0,32 | 0,21 | 0,31 | 1,70 | 1,44 | 1,50 |
| April | 1' 3" | 2' | 2' 5" | 0,25 | 0,49 | 0,28 | 0,27 | 0,75 | 0,90 | 0,85 |
| Mai | 1' | 4" | 1' 7" | 0,12 | 0,50 | 0,13 | 0,10 | 0,40 | 0,56 | 0,78 |
| Juni | 6" | 2" | 1' 3" | 0,37 | 0,40 | 0,12 | 0,02 | 0,32 | 0,25 | 0,47 |
| Juli | 0" | 2" | 3' 1" | 0,07 | 0,30 | 0,0 | 0,58 | 0,19 | 0,18 | 0,20 |
| August | 0" | 0" | 1' 6" | 0,07 | 0,14 | 0,0 | 0,10 | 0,07 | 0,16 | 0,25 |
| September | 1" | 1' 5" | 9" | 0,03 | 0,12 | 0,07 | 0,05 | 0,15 | 0,12 | 0,22 |
| Oktober | 1" | 1' | 1' 3" | 0,05 | 0,17 | 0,03 | 0,09 | 0,27 | 0,17 | 0,21 |
| November | 5" | 4' 3" | 1" | 0,15 | 0,14 | 0,02 | 0,12 | 0,25 | 0,19 | 0,30 |
| Dezember | 3' 5" | 2' 7" | 1" | 0,30 | 0,23 | 0,02 | 0,55 | 0,48 | 0,47 | 0,53 |

Tabelle

der Wasserstände am Frankfurter Pegel.

| | unter 1 Fuss. | 1 Fuss und mehr. | 2 Fuss und mehr. | 3 Fuss und mehr. | 4 Fuss und mehr. | 5 Fuss und mehr. | 6 Fuss und mehr. | 7 Fuss und mehr. | 8 Fuss und mehr. | 9 Fuss und mehr. | 10 Fuss und mehr. | 11 Fuss und mehr. | 12 Fuss und mehr. | 13 Fuss und mehr. | 14 Fuss und mehr. | 15 Fuss und mehr. |
|------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage | Tage |
| 1873 | — | 101 | 121 | 91 | 14 | 16 | 9 | 10 | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1872 | — | 154 | 99 | 38 | 23 | 26 | 17 | 8 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1871 | — | 50 | 84 | 116 | 46 | 23 | 7 | 15 | 11 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 1870 | 11 | 77 | 68 | 81 | 46 | 32 | 19 | 10 | 5 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 1869 | 8 | 143 | 68 | 50 | 35 | 16 | 13 | 12 | 3 | 7 | 3 | 1 | — | 3 | 3 | — |
| 1868 | 44 | 126 | 56 | 43 | 44 | 24 | 14 | 5 | 5 | 4 | 1 | — | — | — | — | — |
| 1867 | — | 106 | 85 | 34 | 20 | 42 | 23 | 10 | 11 | 11 | 9 | 5 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| 1866 | 7 | 109 | 116 | 64 | 28 | 24 | 6 | 9 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 1865 | 126 | 128 | 43 | 22 | 12 | 7 | 7 | 5 | 7 | 2 | 2 | 2 | 2 | — | — | — |
| 1864 | 66 | 163 | 69 | 29 | 21 | 9 | 6 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 262 | 1157 | 809 | 568 | 289 | 219 | 121 | 86 | 48 | 29 | 22 | 13 | 9 | 8 | 6 | 7 |
| durchschnittlich | 1419 Tage 142 ; | | | | 2092 Tage 209 „ | | | | | | | 142 Tage 14 „ | | | | |

Tabelle

der Wasserstände am Pegel zu Hanau aus den Jahren 1864 bis mit 1877.

| Jahr | unter 0 bis 0 | von 0—15 cm | von 15—30 cm | von 30—45 cm | von 45—80 cm | von 80—130 cm | von 130—200 cm | von 200 cm und mehr |
|------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 1864 | — | 114 | 81 | 60 | 53 | 35 | 21 | 2 |
| 1865 | 43 | 122 | 65 | 34 | 38 | 23 | 17 | 23 |
| 1866 | — | 44 | 37 | 76 | 89 | 72 | 32 | 15 |
| 1867 | — | 14 | 36 | 85 | 62 | 41 | 64 | 63 |
| 1868 | 6 | 109 | 39 | 32 | 50 | 57 | 55 | 18 |
| 1869 | 83 | 37 | 32 | 34 | 52 | 68 | 33 | 26 |
| 1870 | 8 | 36 | 43 | 24 | 90 | 92 | 48 | 24 |
| 1871 | — | — | 43 | 49 | 102 | 105 | 33 | 33 |
| 1872 | — | 90 | 62 | 32 | 96 | 46 | 38 | 2 |
| 1873 | — | — | 102 | 42 | 147 | 37 | 28 | 9 |
| 1874 | 54 | 96 | 65 | 66 | 58 | 20 | 5 | 1 |
| 1875 | — | 41 | 79 | 50 | 73 | 59 | 33 | 30 |
| 1876 | 2 | 29 | 41 | 57 | 112 | 52 | 35 | 38 |
| 1877 | — | — | 102 | 57 | 64 | 68 | 35 | 39 |
| Sa. | 196 | 732 | 827 | 698 | 1086 | 775 | 477 | 323 |
| durchschnittlich | 14 | 52 _{,29} | 59 _{,07} | 49 _{,86} | 77 _{,57} | 55 _{,36} | 34 _{,07} | 23 _{,07} |

Der bisher beobachtete niedrigste Wasserstand war (1859) 14 cm unter Null.

Nach den beiden letzten Tabellen entfallen durchschnittlich auf einen Wasserstand von

| | | | |
|-------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| | unter 0 bis + 30 cm | von 30 bis 200 cm | von über 200 cm |
| bei Hanau | 125 Tage | 217 Tage | 23 Tage |
| | von unter 1 bis 2 Fuss | von 2 bis 7 Fuss | von über 7 Fuss |
| „ Frankfurt | 142 Tage | 209 Tage | 14 Tage |

Die Zeit der Hochwässer und ein kleiner Theil der niedrigeren Wasserstände fallen in die Wintermonate, während wohl über 100 Tage der niedrigsten Wasserstände vorzugsweise in die Betriebsmonate Juli, August, September und Oktober fallen.

Auf der Elbe waren in den letzten vier ziemlich wasserreichen Jahren während der Betriebszeit durchschnittlich

| |
|--|
| 85 Tage mit 140 cm Tauchtiefe und mehr |
| 43 „ „ 111—140 cm Tauchtiefe |
| 57 „ „ 83—111 „ „ |
| 100 „ „ 63—83 „ „ |
| 9 „ „ weniger als 63 cm Tauchtiefe |

insgesammt 294 Betriebstage,

davon 185 Tage mit mehr als 83 cm

109 „ „ weniger als 83 cm Tauchtiefe.

Auch in dieser Hinsicht weichen also Main und Elbe nicht viel von einander ab.

IV.

Die Reform des Schiffahrtsbetriebes.

Die Verbesserung des Schiffahrtsbetriebes muss einestheils die Beschleunigung der Transporte, anderntheils die Verbilligung derselben zum Zwecke haben. Die Beschleunigung wirkt allein schon auf eine grössere Billigkeit hin, indem sie die vermehrte Ausnutzung der Schiffsgefässe gestattet und die fortlaufenden Jahresausgaben, wie Amortisation des Fahrzeuges, Leutelöhne und den erforderlichen Gewinn des Schiffsherrn auf ein grösseres Transportquantum vertheilt. Eine weitere Verminderung der Kosten ist zu erreichen durch die Verwendung grösserer Fahrzeuge, deren Anschaffungs- und Amortisationskosten sich pro Tonne Tragfähigkeit um 20—30 Prozent verringern lassen, deren Besatzung um etwa 50 Prozent billiger zu stehen kommt.

Durch diese Forderungen wird der Leinenzug als Betriebsmittel ausgeschlossen und die Anwendung des Dampfes zur Bedingung gemacht. Das Schleppen in Zügen hat sich bisher überall, wo zuweilen geringe Tauchtiefen herrschen, als das zweckmässigste erwiesen; die Tragkraft des Transportfahrzeuges wird durch die Last von Maschine, Kessel und Kohlen nicht vermindert und der theure Apparat bleibt während der Zeit des Stillliegens, des Löschens und Ladens, welche auf der Elbe z. B. 75 Prozent der Betriebszeit ausmacht, nicht unbeschäftigt. Transportdampfer bewähren sich deshalb nur in den engen Grenzen, welche bei besseren Frachten den raschen Transport von Stückgütern zulassen.

Als Schleppschiffe können Schraubendampfer auf dem nicht kanalisirten Main wegen der mangelnden Tiefe nicht in Betracht kommen.

Erfahrungsmässig eignen sich auch die Raddampfer weniger, wo starke Gefälle, enge Stromprofile und geringe Tiefen vorhanden sind. Der Nutzeffekt der Raddampfer, welcher schon im stehenden Wasser geringer ist, als bei einem Ketten- oder Seildampfer, sinkt bei vorhandener Gegenströmung schnell weiter herab. Labrousse, der das Verhältniss des Arbeitsaufwandes zwischen Rad- und Kettendampfer berechnet setzt dabei für ersteres einen Rücklauf der Schaufeln von $0,40$ voraus, einen Nutzeffekt also von 60 Prozent, während er für die Neigung der Kette gegen den Horizont 25 Grad annimmt. Die Annahme bezüglich der Raddampfer ist nicht ungünstig, sie wird nur erreicht, wenn Widerstand und Geschwindigkeit gerade so gross sind, wie bei der Konstruktion der Maschine vorausgesetzt wurde, was natürlich nur selten eintritt; die Annahme für die Kettendampfer bleibt jedoch weit hinter den gewöhnlichen Verhältnissen zurück. Der Neigungswinkel ergibt sich z. B. bei 120 ind. Pferdekraft bei 70 Prozent Uebertragung auf die Trommelwellen, bei $1,5$ m Geschwindigkeit des Schiffes, bei 4 m Höhe der Auflaufrolle über der Sohle des Flusses, also ca. $2,5$ m Wassertiefe,

bei 15 kg Gewicht pro Meter Kette zu ca. 10 Grad; bei nur 1 m Geschwindigkeit des Schiffes nur ca. 8 Grad.*) Die Kette hebt sich dann 8,50, bez. 10,67 m vor dem Schiffe aus dem Wasser, was mit der täglich zu machenden Beobachtung übereinstimmt. Der Cosinus von 8 Grad ist = 0,990, von 10 Grad = 0,985, der von 25 Grad aber = 0,906; da der Cosinus des Neigungswinkels der Kette gegen den Horizont den Nutzeffekt ausdrückt, der bei dem Verlust aus der geneigten Zugrichtung verbleibt, so beträgt dieser Verlust also nicht 9,40 Prozent, sondern bei einem Winkel von 8 Grad nur 1,0 Prozent, bei einem Winkel von 10 Grad nur 1,50 Prozent.

Labrousse findet zur Bewältigung des Widerstandes bei der Bergfahrt eine Arbeit von

$$15 B^2 (v + c)^2 v,$$

wobei B^2 die Summe der Schiffsquerschnitte, v die Geschwindigkeit des Schiffes und c die Stromgeschwindigkeit bezeichnen. (Die Herleitung dieser Formel würde hier zu weit führen.)

Davon rechnet er in ausführlicher Weise als Arbeitsverlust für Steifigkeit der Kette, für Reibung und Adhäsion derselben, sowie für die Neigung der Kette gegen die Richtung des Widerstandes etc.

$$2 B^2 (v + c)^2 v$$

Es beträgt demnach die verlorene Arbeit $2 : 15 = 0,133$,

die Nutzarbeit $13 : 15 = 0,867$ oder 86,67 Prozent.

Würde man, wie es der Wirklichkeit auf seichten Strömen entspricht, eine geringere Neigung der Kette annehmen, und zwar 10° statt 25° , so wird die Gesamtarbeit

$$13,7 \cdot B^2 \cdot (v + c)^2 \cdot v,$$

der gesammte Arbeitsverlust $0,7 B^2 (v + c)^2 \cdot v$

oder $7 : 137 = 0,051$ der Gesamtarbeit

und der Nutzeffekt $130 : 137 = 0,949$ oder 94,9 Prozent.

Labrousse hat ein geringes Gleiten der Kette auf den Trommeln und den Winkel, welchen die ablaufende Kette gegen den Horizont bildet, dessen Cosinus allerdings ziemlich klein ausfällt, vernachlässigt. Unter ungünstigen Verhältnissen würde man dennoch auf mindestens 90 Prozent Nutzleistung rechnen können.

Es mögen übrigens die absichtlich so gering gestellten Annahmen von Labrousse bestehen bleiben, so verhalten sich die Nutzeffekte von Ketten- und Raddampfer im ruhigen Wasser wie

$$86,67 : 60 = 1,44 : 1.$$

Der Widerstand, welchen jedes System zu überwinden hat, betrug

$$13 B^2 (v + c)^2$$

Die Arbeit gegen eine Strömung wird danach für den Raddampfer

$$13 B^2 (v + c)^2 (v + c) \frac{100}{60}$$

für den Kettendampfer, der keinen Rücklauf zu erleiden hat

$$13 B^2 (v + c)^2 v \cdot \frac{100}{86,67}$$

*) $P v = 75 \cdot 120 \cdot 0,70$, und $\sin^2 \varphi = \frac{2 p h}{P}$, wenn P die Zugkraft, v die Schiffsgeschwindigkeit, φ den Winkel der Kette gegen den Horizont, p das Gewicht der Kette pro m Länge, h die Höhe der Auflaufrolle über der Flusssohle, bezeichnen.

Die aufzuwendenden Kräfte verhalten sich also

$$\frac{Nr}{Nk} = \frac{1,666 (v + c)}{1,1538 \cdot v}$$

oder der Kraftaufwand des Raddampfers gegen den Strom wird um

$$1,44 \cdot \left(1 + \frac{c}{v}\right)$$

grösser als beim Kettendampfer. Wird die Geschwindigkeit des Zuges angenommen

| so wird der Kraftaufwand des Raddampfers | | zu 1 m | zu 1,75 m |
|--|-------|----------|-------------------|
| bei einer Stromgeschwindigkeit von | 0 m | 1,44 mal | 1,44 mal grösser, |
| „ „ „ „ | 0,5 „ | 2,16 „ | 1,92 „ „ |
| „ „ „ „ | 1,0 „ | 2,88 „ | 2,40 „ „ |
| „ „ „ „ | 1,5 „ | 3,60 „ | 2,88 „ „ |
| „ „ „ „ | 2,0 „ | 4,32 „ | 3,36 „ „ |
| „ „ „ „ | 2,5 „ | 5,04 „ | 3,84 „ „ |
| „ „ „ „ | 3,0 „ | 5,76 „ | 4,32 „ „ |

Bei gleichwerthigen Maschinen müssen auch in demselben Verhältniss mehr Kohlen verbraucht werden.

Auf der Elbe stehen meist Kettendampfer von 150 Pferdekraft Raddampfern von ca. 300 Pferdekraft gegenüber. Auf der unteren Elbe schleppen erstere etwa $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ mal, auf der oberen Elbe (oberhalb Mühlberg) 2 mal mehr wie diese. Der Kohlenverbrauch der Raddampfer müsste demnach bei gleicher Leistung, d. h. also bei $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ facher, bez. 2maliger Fahrt auf der unteren Elbe das $2\frac{2}{3}$ —3fache, auf der oberen Elbe das 4fache betragen. Diese Verhältnisse treffen annähernd zu, obgleich die Raddampfer mit Compound-Maschinen versehen sind, während die Kettendampfer nur Hochdruckmaschinen mit beschränkter Expansion und Kondensation haben. Die Versuche, die Compound-Maschine auf Kettendampfern einzuführen, haben bisher noch kein günstiges Resultat ergeben.

Es ist übrigens klar, dass, abgesehen von anderen Rücksichten, welche im einzelnen Falle in Betracht zu ziehen sind, die Einrichtung der Ketten- oder Seilschiffahrt nur dann einen Vortheil gewähren kann, wenn die Ersparnisse im Betriebe so gross sind, dass sie die Amortisation und Verzinsung von Kette oder Seil mindestens decken. Es ist leicht ersichtlich, dass dies in ruhigem Wasser oder in einem Wasser mit geringer Strömung nicht der Fall sein kann, dass bei steigender Stromgeschwindigkeit eine Grenze eintreten muss, bei welcher Raddampfer und Ketten- oder Seildampfer sich in ökonomischer Beziehung als gleichwerthig erweisen, dass über diese Grenze hinaus die Tauer mit der wachsenden Stromgeschwindigkeit an Ueberlegenheit gewinnen. Schrauben- und Raddampfer finden bald eine Grenze, bei welchen der Nutzeffekt gleich Null wird, während der Nutzeffekt der Tauer auch bei der grössten Stromgeschwindigkeit derselbe bleibt. Dieses Verhältniss wird bei den verschiedenen Projekten noch gar zu häufig übersehen.

Es ist mir mehrfach Gelegenheit gegeben gewesen von der Errichtung einer Ketten- oder Seilschiffahrt abzurathen, wenn die Stromgeschwindigkeit gering und ein anderes System zulässig war, so wie ich umgekehrt den Neckar z. B. als einen Strom bezeichnen musste, für den die Raddampfschiffahrt absolut unzulässig und die Kettenschiffahrt allein geeignet erschien. So unrichtig es ist, aus Gründen der Betriebsersparniss eine Tauerei

da zu errichten, wo eine nur geringe Strömung vorherrscht, so ungerechtfertigt ist es aber auch, aus dem angeblichen Misserfolge anderer weniger begründeten Einrichtungen einen Misserfolg der Tauerei überhaupt zu folgern, wie dies neuerdings gerade mit Rücksicht auf den Main in einem Artikel der neuen Zeitung „Das Schiff“ geschehen ist.

Der anonyme Verfasser sagt daselbst unter Anderem:

„Hier am Rhein hat man wegen der schlechten Finanzergebnisse der früheren Kölner Tauerei und des „Fiaskos, das neuerdings die holländische Tauerei machte, wenig Vertrauen zu einer Seil- oder Kettenschiffahrt.“ . . . „wie sollen auch so starke und theuere Kettendampfer auf dem Obermain zu verwenden sein?“ . . . Reservedampfer „für den Untermain „sind vorhanden, wenn auch für den Ober-Main anstatt einer Kettenschiffahrt „das Schleppen durch Raddampfer eingerichtet wird.“ . . . Nach mehreren unrichtigen Angaben, wie: „es seien 1872 für den Main Kettenschiffe von 32 indizirter Pferdekraft projektirt gewesen — der Preis pro „Zentner Kette betrage 20 \mathcal{M} (statt 14—15 \mathcal{M}), nach weiteren ganz willkürlichen Annahmen und dementsprechend „geführter Rechnung wird gefolgert: „Das Verhältniss zwischen Raddampfer und Kettenschiff stellt sich nicht zu „Gunsten des letzteren.“ . . . „Eine andauernd starke Strömung sei auf dem Main nicht vorhanden.“ „Ueberhaupt würde wohl gerade das, worauf am meisten Werth gelegt wird, häufiger Umsatz des Laderaums und „prompte Lieferung, mit einer Kettenschiffahrt am wenigsten zu erreichen sein.“ . . .

Auf diesen Artikel würde hier wohl nicht zurückzukommen sein, wenn nicht die bekannten Herren in der Frankfurter Handelskammer, welche immer noch in der irrigen Vorstellung befangen bleiben, das Streben auf Errichtung einer Kettenschiffahrt habe zum Zweck die Kanalisation des Main zu hindern, bez. aufzuhalten, auch diesen „jedenfalls von sachkundiger Hand stammenden“ anonymen Artikel unter ihren Schutz genommen und durch besonderen Abdruck verbreitet hätten. Da jedoch das Wesen der Kettenschiffahrt so wenig bekannt und der Laie darüber sehr leicht irre zu führen ist, so muss hier etwas umständlicher der Beweis erbracht werden, dass das obige Urtheil gänzlich unbegründet ist. Jeder Sachverständige wird vielmehr zuversichtlich zu schliessen haben, dass der Verfasser die Beschaffenheit des Main, den Betrieb auf kleineren seichten, rasch fließenden Strömen und die Einrichtung und den Erfolg der Kettenschiffahrt auf solchen Strömen, wie also auf Elbe und Neckar, bis dahin gar nicht gekannt hat.

Es mögen hier zur übersichtlichen Beurtheilung zunächst die mittleren Gefälle der wesentlich zum Vergleiche mit denen des Main geeigneten Stromstrecken angeführt werden.

1) Rhein

| | | | | | |
|--------------|--------------------------|----------|----------------|--------------------------|----------|
| von Ruhrort | bis Düsseldorf | 0,000177 | von Bingen | bis Rüdesheim | 0,000097 |
| „ Düsseldorf | „ Köln | 0,000169 | „ Rüdesheim | „ Biebrich | 0,000153 |
| „ Köln | „ Bonn | 0,000230 | „ Biebrich | „ Mainz | 0,000080 |
| „ Bonn | „ Linz | 0,000199 | „ Mainz | „ Ginsheim | 0,000124 |
| „ Linz | „ Andernach | 0,000221 | „ Ginsheim | „ Oppenheim | 0,000118 |
| „ Andernach | „ Coblenz | 0,000233 | „ Oppenheim | „ Gernsheim | 0,000104 |
| „ Coblenz | „ Boppard | 0,000192 | „ Gernsheim | „ Worms | 0,000096 |
| „ Boppard | „ St. Goar | 0,000200 | „ Worms | „ Boxheim | 0,000094 |
| „ St. Goar | „ Oberwesel | 0,000250 | „ Boxheim | „ Ludwigshafen | 0,000116 |
| „ Oberwesel | „ Bacharach | 0,000365 | „ Ludwigshafen | „ Altrip | 0,000130 |
| „ Bacharach | „ Bingen | 0,000499 | „ Altrip | „ Ketsch | 0,000071 |

| | | | |
|--|------------|--------------------------------------|------------|
| von Ketsch bis Speyer | $0,000227$ | von Lauterburg bis Steinmauern . . . | $0,000348$ |
| „ Speyer „ Philippsburg | $0,000101$ | „ Steinmauern „ Selz | $0,000645$ |
| „ Philippsburg „ Sondersheim | $0,000285$ | „ Selz „ Fort Louis | $0,000498$ |
| „ Sondersheim „ Leimersheim | $0,000273$ | „ Fort Louis „ Drusenheim | $0,000494$ |
| „ Leimersheim „ Neuburg | $0,000322$ | „ Drusenheim „ Wanzenau | $0,000555$ |
| „ Neuburg „ Lauterburg | $0,000348$ | „ Wanzenau „ Strassburg | $0,000594$ |

Nun ist bekannt, dass die Strecke von St. Goar bis Bingen mit den mittleren Gefällen von $0,000250$, $0,000365$ und $0,000499$ für die Raddampfer äusserst schwierig zu passiren ist, es werden die Züge in St. Goar getheilt und die Schiffe einzeln oder zu zweien weitergeschafft; im Binger Loch, dessen Gefälle mir

auf 276 m Länge zu $0,314$ m, bez. $0,000835$

„ 183 „ „ „ $0,392$ „ „ „ $0,002142$

angegeben werden, nehmen fast alle Radschleppdampfer zur Sicherheit noch einen Vorspann von Pferden. Es wird Niemand behaupten wollen, dass dieser ganze Betrieb als rationell oder vortheilhaft gelten darf.

Auf der Strecke von Emmerich nach Cöln fand die Seilschiffahrt bei den Rheinschiffern wenig Anerkennung — die mehrfachen Ursachen zu untersuchen, würde hier zu weit führen; nachdem man das Seil jedoch von Bonn bis Bingen verlegt hatte und das Seilschiff die schwierigen Stromschnellen zwischen St. Goar und Bingen leicht und sicher bewältigte, wurde ihm von den Schiffern der bezeichnende Beiname: „die Hex“ gegeben. Von mehreren Direktoren der Rheinischen Schleppschiffahrts-Gesellschaften habe ich ebenfalls die Leistungen anerkennen hören, wenn auch über das System verschieden geurtheilt wird.

Der Rhein gilt oberhalb Philippsburg als mindestens undankbar und oberhalb Lauterburg als unpraktikabel für Raddampfer, obwohl die Wassertiefen genügend sind, bez. günstiger als auf anderen Strömen mit reichem Verkehr.

2) Neckar

von Mannheim bis Diedesheim $0,000496$

„ Diedesheim „ Offenau $0,000660$

„ Offenau „ Heilbronn $0,000546$

Auf dem Neckar, der zugleich geringe Tiefen und enge Profile zeigt, können Radschleppdampfer absolut keine Dienste leisten. Dagegen war der Erfolg der Kettenschiffahrt trotz der schwierigen Verhältnisse ein vollständiger, wie aus dem folgenden Kapitel des Näheren zu ersehen, in geeigneten Fällen auch von der Direktion der „Schleppschiffahrt auf dem Neckar“ in Heilbronn, event. von der beteiligten Württembergischen Regierung gewiss bestätigt werden wird. Gegenüber mehrseitigen persönlichen Angriffen, welche mir die Berechtigung in dieser Frage mitzusprechen bestreiten wollen, darf ich mir hier wohl die bescheidene Bemerkung erlauben, dass diese Kettenschiffahrt auf Grund der von Oberbaurath von Martens, Baurath Honsel und mir erstatteten Gutachten und ganz nach meinen Angaben und unter meiner Leitung errichtet wurde.

3) Elbe

| | | | | | |
|-----------------|---------------------|----------|---------------|---------------------|----------|
| von Hamburg | bis Magdeburg . . . | 0,000141 | von Riesa | bis Meissen . . . | 0,000295 |
| „ Magdeburg | „ Barby . . . | 0,000200 | „ Meissen | „ Dresden . . . | 0,000294 |
| „ Barby | „ Wallwitzhafen | 0,000182 | „ Dresden | „ Pirna . . . | 0,000209 |
| „ Wallwitzhafen | „ Koswig . . . | 0,000203 | „ Pirna | „ Schandau . . . | 0,000254 |
| „ Koswig | „ Wittenberg . . . | 0,000203 | „ Schandau | „ Niedergrund . . . | 0,000294 |
| „ Wittenberg | „ Torgau . . . | 0,000218 | „ Niedergrund | „ Tetschen . . . | 0,000396 |
| „ Torgau | „ Mühlberg . . . | 0,000216 | „ Tetschen | „ Aussig . . . | 0,000431 |
| „ Mühlberg | „ Riesa . . . | 0,000298 | | | |

Die Elbe ist zu einem praktischen Vergleiche besonders geeignet, weil sie in der ganzen Länge von Hamburg bis Aussig sowohl von Raddampfern wie von Kettendampfern befahren wird. Die Raddampfer können von Hamburg bis Dresden und Schandau, weil die grössere Strecke in Gefällen von weniger als 0,000200 liegt, wohl konkurriren. Würde der Dienst dagegen ausschliesslich von Mühlberg bis Dresden oder Schandau auszuüben sein, so stellt sich der Vortheil zweifellos zu Gunsten der Kettendampfer. Die Raddampfer fahren ausnahmsweise wohl auch bis Aussig, doch erkennen alle Schlepsschiffahrts-Gesellschaften an, dass von Niedergrund bis Aussig bei mittleren Gefällen von 0,000396 und 0,000431 eine nachhaltige Konkurrenz der Raddampfer gegen die Kettendampfer durchaus unmöglich ist.

Die drei Ströme ergeben sonach folgende einander deckende und ergänzende allgemeine Resultate:

Die Raddampfer finden bedeutende Schwierigkeiten

| | | | |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|
| auf dem Rhein | in Gefällen von | 0,000250—0,000499 | von St. Goar bis Bingen, |
| „ | „ | 0,000273—0,000348 | „ Philippsburg bis Lauterburg, |
| auf der Elbe | „ | 0,000396—0,000431 | „ Niedergrund bis Aussig. |

Die Raddampfer müssen verzichten

| | | | | |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|
| auf dem Rhein | in Gefällen von | 0,000494—0,000645 | von Lauterburg bis Strassburg, | |
| „ | „ Neckar | „ | 0,000496—0,000660 | „ Mannheim bis Heilbronn. |

Die Seil- oder Kettendampfer sind im Vortheil

| | | | |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| auf dem Rhein | in Gefällen von | 0,000250—0,000499 | von St. Goar bis Bingen, |
| „ der Elbe | „ | 0,000294—0,000298 | „ Mühlberg bis Aussig. |

oder kürzer und ganz allgemein:

| | |
|---|----------------|
| Die Raddampfer finden den Betrieb störende Schwierigkeiten bei Gefällen von | 0,000400 |
| Die Raddampfer müssen verzichten | „ „ „ 0,000500 |
| Die Tauerei erlangt einen Vortheil | „ „ „ 0,000250 |
| Die Tauerei findet in den Gefällverhältnissen keine Beschränkung. | |

Die Gefällverhältnisse des Main sind nun folgende:

| | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------|----------|---|----------|
| zwischen Mainz | und Frankfurt | | 0,000266 | } | 0,000400 |
| „ Frankfurt | „ Aschaffenburg | | 0,000325 | | |
| „ Aschaffenburg | „ Wertheim | | 0,000407 | | |
| „ Wertheim | „ Würzburg | | 0,000340 | | |
| „ Würzburg | „ Schweinfurt | | 0,000433 | | |
| „ Schweinfurt | „ Bischberg | | 0,000518 | | |

Der Vergleich mit Rhein, Neckar und Elbe zeigt nun deutlich, was die Behauptung, der Main habe keine andauernd starke Strömung, auf sich hat.

Ein übersichtliches Bild der Gefällverhältnisse der verschiedenen Ströme ergibt sich aus der im verzerrten Maasstabe gefertigten graphischen Darstellung, welche am Schlusse dieser Schrift beigelegt ist.

Bestimmender wie die Gefälle längerer Strecken sind die Gefälle einzelner kurzer Stromschnellen. Es mögen hier zum Vergleich folgende die Verhältnisse charakterisierende, von Raddampfern befahrene Einzelgefälle Platz finden:

| | | | |
|--|-----------|---------|------------------|
| auf der Donau *) zwischen Izlasz und Tachtalia | | 0,00131 | auf 1786 m Länge |
| „ „ „ bei Swinitza | | 0,00101 | „ 1300 „ „ |
| „ „ „ „ Jucz | | 0,00231 | „ 740 „ „ |
| „ „ „ im eisernen Thore | | 0,00224 | „ 2070 „ „ |
| „ dem Rhein im Binger Loche | | 0,00084 | „ 376 „ „ |
| „ „ „ „ „ | | 0,00214 | „ 183 „ „ |

Stromschnellen auf der Elbe im Königreich Sachsen.

Durchschnittsgefälle 0,00024.

| | | bei 1 m unter 0 | bei 1,6 m unter 0 |
|------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| Postelwitzer Furth | 500 m Länge beträgt das Gefälle: | 0,00076 | |
| Prossner Furth | 500 „ „ „ „ | 0,00097 | |
| Strandt Furth | 500 „ „ „ „ | 0,00076 | 0,00124 |
| Pillnitzer Furth | 500 „ „ „ „ | 0,00060 | |
| Müktener Furth | 500 „ „ „ „ | 0,00088 | 0,00129 |

*) Der Bericht der im Jahre 1879 zur Prüfung der Regulierungsarbeiten auf den ungarischen Strömen berufenen europäischen Kommission hervorragender Techniker, welchem Berichte obige Zahlen entnommen sind, sagt noch bezüglich der Stromschnelle im eisernen Thore:

„Das auf einen kurzen Lauf konzentrirte Totalgefälle ist beträchtlich; auf eine Länge von 2091 m beträgt „das Totalgefälle 4,61 m. Die Schifffahrt ist im eisernen Thore schwierig und gefährlich, selbst bei den günstigsten „Wasserständen. Bei Niederwasser ist sie absolut unmöglich.“

Der Katarakt bei Jucz hat wie auch die anderen Stromschnellen keine vollständig gleichmässige Vertheilung des Gefälles, auf 110 m Länge ergibt sich sogar ein Gefälle von 0,707 m oder ein Verhältniss von 0,00637. Eine schon 1874 tagende europäische Kommission hoffte durch Regulierung das Gefälle im Verhältniss von 0,00231 gleichmässig gestalten zu können, die vorjährige Kommission nennt die Verbesserung, welche kein geringeres Gefälle herstellen würde, mit Recht „eine sehr mittelmässige.“

Beide Kommissionen schlagen neben entsprechenden Regulierungsarbeiten, bez. neben der Kanalisierung des eisernen Thores die Errichtung einer Kettenschifffahrt vor.

| | | | | bei 1 m unter 0 | bei 1,6 m unter 0 |
|-------------------------------|-----|---|-----|-----------------|----------------------------|
| Kaditzer Furth | 500 | " | " | 0,00063 | 0,00067 |
| | 500 | " | " | 0,00031 | |
| | 656 | " | " | 0,00058 | |
| | 344 | " | " | 0,00086 | |
| Scharfenberger Ecke | 475 | " | " | 0,00051 | } 0,00086 bei 500 m Länge. |
| | 294 | " | " | 0,00068 | |
| Rehbock Furth | 212 | " | " | 0,00084 | |
| | 170 | " | " | 0,00082 | |
| Meissner Furth | 137 | " | " | 0,00055 | 0,00050 |
| | 94 | " | " | | 0,00195 |
| | 119 | " | 613 | 0,00067 | 0,00112 |
| | 400 | " | " | | 0,00032 |
| Rauhe Furth | 250 | " | " | 0,00036 | |
| | 125 | " | " | 0,00098 | |
| | 125 | " | " | 0,00091 | |
| | 250 | " | " | 0,00005 | |
| | 250 | " | " | 0,00070 | |
| | 250 | " | " | 0,00039 | |
| | 250 | " | " | 0,00148 | |
| | 312 | " | " | 0,00038 | |
| Gohliser Leichte | 262 | " | " | 0,00060 | |
| | 238 | " | " | 0,00050 | 0,00107 |
| | 500 | " | " | 0,00030 | 0,00045 |
| Strehlaer Leichte | 212 | " | " | 0,00036 | |
| | 287 | " | " | 0,00040 | 0,00118 |
| Nix-Stein | 269 | " | " | 0,00050 | |
| | 231 | " | " | 0,00044 | 0,00060 |
| | 238 | " | " | 0,00058 | 0,00101 |

Von den angeführten Stromschnellen werden diejenigen mit 0,00082 bis 0,00124 Gefälle nur mühsam von den Radschleppdampfern passirt, häufig werden die Züge getheilt und kann man daraus den Schluss ziehen, dass bei Einzelgefällen von mehr als 0,00100 die Raddampfer nicht mehr vortheilhaft sind.

Auf der böhmischen Elbe finden sich beim Normalwasserstande folgende Einzelgefälle, welche sich, nach gefälliger Mittheilung der K. K. Statthalterei, bei niedrigen Wasserständen nur um ein geringes vermehren, bei höheren Wasserständen jedoch kleiner werden:

- am Bodenbacher Leitdamm oberhalb Tetschen 0,00141 auf 366 m Länge
- und 0,00135 " 410 " "
- in der Stromschnelle bei Pömerle 0,00199 " 415 " "

Die Schleppschiffahrts-Gesellschaften entschliessen sich nur sehr ungern, ihre Raddampfer auf der böhmischen Elbe und speziell in den vorgenannten Stromschnellen arbeiten zu lassen, denn der Effekt ist äusserst gering.

Der Main besitzt jedoch nach S. 30 von Aschaffenburg bis Bamberg 32 grössere Gefälle, darunter solche von $0,00154$, $0,00193$, $0,00199$, $0,00162$, $0,00161$, $0,00176$, $0,00155$, $0,00197$ u. s. f.

Die vorstehenden Folgerungen haben natürlich nur eine allgemeine Bedeutung; im einzelnen Falle werden die Bedingungen durch andere Faktoren, durch enges Stromprofil und geringe Tiefen noch modifizirt. Die Gefälle von Strassburg bis Steinmauern sind denen von Heilbronn bis Mannheim fast gleich, dennoch ist der Neckar weit schwieriger zu befahren wie der Rhein; das enge Stromprofil vermehrt den Schiffswiderstand und die Tiefe ist dort für Raddampfer gänzlich ungenügend.

Auf dem Main begegnet man ähnlichen Verhältnissen. Was insbesondere die erforderliche Tauchtiefe betrifft, so sind für die Beurtheilung dieser Frage die Erfahrungen auf der Elbe werthvoll. Raddampfer, die die Hälfte dessen leisten sollen, was die für den Main projektirten Kettendampfer leisten werden, müssten mindestens 250 Pferdekraft indizieren. Nach den vielen Anstrengungen auf der Elbe, solche Dampfer mit dem möglichen geringsten Tiefgang zu bauen, kann man mit Sicherheit behaupten, dass dieselben mit etwas Kohlen an Bord wenigstens $0,6$ m Tiefgang erhalten werden, d. i. $0,10$ m mehr als für die entsprechenden Kettendampfer. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass die Raddampfer bei Seitenrädern die doppelte Breite erhalten, Hinterräder vermindern den Nutzeffekt, weil sie ein Wellenthal am Achterstegen erzeugen, sowie ferner, dass die äusseren glatten Bodenkanten eines Kettenschiffes sich mit durchschnittlich $1,5$ m Geschwindigkeit bewegen, während die weit vorstehenden leichten Radschaukeln mit drei- bis vierfacher Geschwindigkeit arbeiten müssen. Nun liegt die Hauptschwierigkeit, eine Schleppdampfschiffahrt auf dem Main zu begründen, an der geringen Fahrtiefe des Stromes. Die Idee, auf dem Obermain einen Schleppdienst mit Raddampfern einzurichten, muss somit aus all den vorstehenden technischen Gründen entschieden als unbrauchbar zurückgewiesen werden.

Die Raddampfer sind auch aus anderen und eben so wichtigen Gründen nicht geeignet, die nothwendige Reform des Mainschiffahrtsbetriebes herbeizuführen. Der Betrieb der Raddampfschiffahrt bedarf keiner Konzession durch den Staat, die Schiffahrt auf dem Main ist vollständig frei wie auf dem Rhein, diese Freiheit der Schiffahrt ist durch zwischenstaatlichen Vertrag festgestellt*) und kann auch für den Betrieb frei fahrender Dampfer nicht anders beschränkt werden, als durch die allgemein gültigen strompolizeilichen und gewerbepolizeilichen Vorschriften.

Anders bei der Seil- oder Kettenschiffahrt; die Einlegung eines Seiles oder einer Kette in das dem Staate gehörige Strombett begründet, wenn auch kein gesetzlich ausgesprochenes, doch aus technischen Gründen als thatsächlich vorhanden zu betrachtendes Monopol. Zwei oder mehrere Seile oder Ketten verschiedener

*) Die Wiener Kongressakte vom 9. Juni 1815 bestimmt nach der in der Preussischen Gesetzsammlung enthaltenen deutschen Uebersetzung:

Art. 108. Die Mächte, deren Staaten durch einen und denselben schiffbaren Strom getrennt oder durchströmt werden, machen sich verbindlich . . .

Art. 109. Auf dem ganzen Laufe der im vorigen Artikel bezeichneten Ströme, von dem Punkte an, wo jeder derselben schiffbar wird, bis zu seiner Ausmündung, soll die Schiffahrt durchaus frei sein und, in Bezug auf den Handel, Niemandem untersagt werden können; es versteht sich von selbst, dass dabei die Vorschriften der Schiffahrts-Polizei beobachtet werden müssen, welche in übereinstimmender und dem Handel aller Nationen möglichst günstiger Weise abgefasst werden sollen.

Unternehmer können neben einander nicht bestehen. Das Monopol kann also vom Staate nur durch besondere Konzession verliehen werden und der Staat ist berechtigt daran alle die Bedingungen zu knüpfen, welche im Interesse der Allgemeinheit erforderlich sind und eine einseitige Ausbeutung des Monopols verhindern. Diese Bedingungen machen die Seil- oder Kettenschiffahrt zu einem gemeinnützigem Unternehmen.

Während andere Schleppdampfer ihre Kundschaft wählen, zu beliebig wechselnden Preisen fahren, diesem billige, jenem hohe Schlepplöhne anrechnen, einem Andern die Mitnahme verweigern, zu beliebiger Zeit den Betrieb unterbrechen oder auch ganz einstellen können, werden die Seil- oder Kettenschiffahrtsunternehmungen auf 30 bis 50 Jahre gehalten den Betrieb ununterbrochen so fortzuführen, dass die Betriebsmittel dem Bedürfnisse genügen, dass die Benutzung einem Jeden jederzeit und zu gleichen Bedingungen gewährt wird und dass die Schlepplöhne nur nach einem festen, von der Regierung zu genehmigenden Tarife erhoben werden.

Dadurch erst wird es möglich auch den Frachtschiffahrtsbetrieb zu reformiren. Der willkürlichen Gestellung oder Entziehung der Dampfschleppkraft preisgegeben, kann der Schiffer nicht dazu übergehen, sich ausschliesslich auf diesen Schleppbetrieb einzurichten und die zur Ermöglichung billiger Frachten so nothwendigen grösseren Fahrzeuge anzuschaffen, welche bei jeweiliger Verweigerung der Schleppkraft unbequem, bei etwaiger Einstellung des Betriebes für ihn unbrauchbar werden. Auf dem grossen Rheinstrome ist dergleichen nicht zu fürchten, die Verhältnisse führen dort von selbst eine so grosse Konkurrenz herbei, dass der Schiffer nicht in Verlegenheit geräth; dagegen ist es nur zu wahrscheinlich, ich möchte sagen gewiss, dass auf dem Main etwaige Raddampfschiffahrts-Unternehmungen gar zu bald wieder sich zurückziehen werden.

Es wird neuerdings noch der Vorschlag gemacht für Flüsse mit stärkerer Strömung Schiffe mit Gaffelrädern zu bauen, deren Flunken oder Gaffeln in die Sohle des Flussbettes eingreifen und dort einen festen Widerstand finden. Die Gaffelräder, welche sich mit der Sohle nach Bedürfniss heben oder senken können, sollen von der Maschinenwelle aus durch eine Kette ohne Ende getrieben werden. Es ist dies ein Prinzip, das in Frankreich zur Ueberwindung einzelner Stromschnellen auf der Rhône vor der Einführung der Kettenschiffahrt längst zur Ausführung gebracht, von dieser jedoch in den Hintergrund gedrängt worden ist.

Lagréné schreibt über die „Grapins“ genannten Dampfer*): „Das System hat zu einer Zeit, als die Touage noch nicht bekannt oder vernachlässigt war, gute Dienste geleistet, es kann jetzt jedoch nur noch eine beschränkte Anwendung finden.“

Für den Main kann dieses System wegen der mangelnden Steuerfähigkeit, wegen des in grösseren Tiefen geringen Nutzeffektes und wegen der Beschaffenheit der Sohle nicht ernstlich in Frage kommen.

Der zuweilen und auch für den Main wieder empfohlene Schleppdienst mit einer Strassenlokomotive mag hier nur der Vollständigkeit halber Erwähnung finden. Der grosse Effektverlust beim seitlichen Anzuge, die ungenügende Beschaffenheit der Leinpfade, die hohen Kosten einer zweckentsprechenden Herstellung derselben mit geringen Gefällen, zahlreichen Brücken, genügender Festigkeit der Fahrbahn und endlich der Zweifel, ob das Servitut eines Leinpfades auch ein gleiches für den Lokomotivdienst begründet, sind Einwand genug, um von einer weiteren Besprechung absehen zu lassen.

*) Lagréné: Cours de navigation intérieure II. pag. 107.

Unter den bewährten Systemen bleibt nur noch die Ketten- oder Seilschiffahrt. Ich habe die Frage, ob Kette oder Seil, in umfangreicher Weise erörtert, als es sich darum handelte, den Schleppdienst auf dem Neckar einzurichten. Da dieselben Gründe, welche dort zu Gunsten der Kette entschieden, auch auf dem Main obwalten, so brauche ich mich hier nur auf das dem Komité bereits vorliegende Gutachten für den Neckar zu berufen.*)

Das Prinzip der Kettenschiffahrt ist sehr einfach. Inmitten der Fahrbahn wird in der ganzen Länge des Stromes eine Kette versenkt, welche nur an den beiden Enden verankert wird. Die Kettendampfer, deren allgemeine Anordnung aus der am Schlusse beigegebenen Zeichnung zu ersehen ist, haben ein Paar durch Flanschen abgetheilte glatte Trommeln, um welche die Kette gewöhnlich in dreifacher Umwicklung gelegt wird. Diese Trommeln wirken wie die Trommel einer gewöhnlichen Schiffswinde, mittels welcher das Schiff vorwärts gewunden wird, durch Friktion, nur ermöglichen die zwei gemeinsam wirkenden Trommeln, dass die eine um ebensoviel Kette abwickelt, als die andere aufnimmt. Wollte man nur eine Trommel anwenden, so würde dieselbe entweder die abgefahrene Kette in ihrer ganzen Länge in mehreren Lagen übereinander vollständig aufwickeln müssen, oder wenn sie im selben Maasse abwickeln soll, eine ungemeine Länge haben müssen, da die Kette bei jeder Umwicklung um ihre Dicke seitlich weiter rückt. In beiden Beziehungen ergeben sich sehr bald praktische Grenzen und damit würde auch der Gang des Schiffes endlich begrenzt sein, während bei zwei Trommeln der Gang endlos fortgesetzt werden kann. Kettenscheiben, welche auf ihrem Umfange der Gliedlänge

*) Hier sei ganz in Kürze nur Folgendes angeführt: Die Seilschiffe, bei welchen das Seil über die Mitte des Schiffes geleitet wird, haben sich noch nicht bewährt, so dass nur das auf dem Oberrhein eingeführte System in Frage kommen kann, bei welchem der Anzug seitlich stattfindet. — Die Grösse der Klappenrolle ergiebt hierbei grosse Uebersetzungen und grosses Gewicht der Maschine, ebenso ist der Rollenapparat ungemein schwer; die unsymmetrische Vertheilung der Gewichte, die Durchbrechung der Bordwand erheischen einen verstärkten Schiffskörper. Das Gesamtdeplacement wird deshalb gross und die Seilschiffe können nicht mit dem geringen Tiefgang hergestellt werden wie Kettenschiffe. — Das einseitig arbeitende Seilschiff besitzt eine grosse Steuerfähigkeit nach einer Seite hin, nach der anderen Seite ist dieselbe um so viel geringer. — Das Seil wird auf eine grössere Länge vor dem Schiffe gehoben. Dadurch wird ein etwas höherer Nutzeffect erzielt, doch ist dieser Gewinn unbedeutend. Die grössere Länge des Seiles vor dem Schiffe erschwert indessen das Begegnen mit anderen Schiffen. Bei Umfahrung eines Kies- oder Sandfeldes wird das Seil wegen der grösseren gehobenen Länge eher an das oder auf das Trockene gezogen; die Schwierigkeit wird vermehrt, wenn das trockene Feld auf der schlecht steuernden Seite des Dampfers und wenn das Schiff zwischen dem Rollenapparate und dem Felde liegt. — So wie die Fahrlinie sich zuweilen verwirft oder mit dem Wechsel des Wasserstandes ändern muss und demnach auch in ihrer Länge Veränderungen unterliegt, so verändert sich andererseits die Länge des Seils oder der Kette. Bei Letzterer können mit Leichtigkeit einzelne Stücke herausgenommen oder eingeschlossen werden, beim Seile ist dies schwierig. — Beim Umfahren von Krümmungen findet sich überschüssige, oder sogenannte lose Kette und ebenso loses Seil. Letzteres kommt, indem es vom Schiffe zur Flusssohle zurückfällt, leicht zum Stauchen und bildet dann gefährliche Schlingen; bei der beweglicheren Kette ist dies ohne Belang. — Das Seil bietet entschieden grössere Sicherheit gegen das Zerreißen und wenn sonst das Seil verwendbar wäre, würde ihm aus diesem Grunde der Vorzug zu geben sein. Das Reißen der Kette ist indessen weniger gefährlich als betriebsstörend. Ein Kettenbruch ist übrigens oft in 10 Minuten durch Einsetzen eines Kettenschlosses wieder gut gemacht, während das Spleissen eines Seiles, dass nur durch Einsetzung eines Zwischenstückes bewirkt werden kann, viele Stunden in Anspruch nimmt. — Das Seil ist zwar billiger in der Anschaffung, doch muss es um so viel höher amortisirt werden, so dass ein wirklicher Vortheil daraus nicht erwächst. Die Seilschiffe sind wesentlich theurer wie die Kettenschiffe. — Das Seil bietet wegen des geringeren Gewichtes und wegen der grösseren Sicherheit grosse Vortheile bei bedeutenden Tiefen wie im Rheine zwischen Koblenz und Bingen, eine Kette würde dort weniger geeignet sein. Dagegen ist die Seilschiffahrt auf dem Main hauptsächlich wegen des grösseren Tiefgangs der Seilschiffe, wegen der relativ geringeren Steuerfähigkeit und wegen der Schwierigkeit, die Länge des Seiles der Länge der Fahrlinie stetig anzupassen, nicht zu empfehlen.

der Ketten entsprechend Mitnehmer haben und deshalb nur mit einem Theile des Umfangs mit der Kette in Berührung zu kommen brauchen, haben sich bisher wenig bewährt. In Thätigkeit sind solche Scheiben auf dem Kanale von Brüssel nach Willebroek.

Die Kette wird je nach der Kraft des Anzuges und der Wassertiefe auf eine gewisse Länge vor dem Dampfer gehoben, der Punkt, an welchem die Kette ungehoben bleibt, ist gewissermassen der Ankerpunkt des Schiffes, das Gewicht und die Reibung der fortlaufenden Kette ersetzen den Anker. Der Ankerpunkt des Schiffes rückt jedoch mit demselben stetig vorwärts.

Die aufgehobene Länge der Kette gestattet dem Schiffe, mittels der Steuer rechts oder links gierend, eine zwar begrenzte aber genügende Beweglichkeit zum Ausweichen oder zur Veränderung der Kettenlage.

Die Kette erhält nach Bedürfniss, etwa in Entfernungen von einem Kilometer oder mehr je ein zu öffnendes Glied oder Kettenschloss, um an diesen Stellen die Schiffe in die Kette oder aus der Kette treten lassen zu können. Fahren an einer Kette mehrere Dampfer, so übergibt entweder der bergwärts gekommene seinen Zug an den thalwärts entgegenkommenden Dampfer und fährt selbst zurück, oder der thalwärts kommende Dampfer tritt aus der Kette, lässt den bergwärts kommenden mit seinem Zuge passiren und nimmt dann die Kette wieder auf. Ersteres verursacht einen Aufenthalt von 10—15 Minuten, letzteres einen Aufenthalt von 30—45 Minuten für das Thalschiff und etwa 10 Minuten für das mit dem Zuge bergwärts gehende Schiff. Die damit verbundenen Betriebsstörungen sind also keineswegs grösser, als bei dem Rangiren der Güterzüge auf den Eisenbahnen. Je nach der Oertlichkeit oder der Länge der Betriebsstrecke verdient die eine oder andere Handhabung den Vorzug.

Der Umstand, dass das Schiff an der Kette einen festen Widerstand findet, lässt, wie schon dargethan, die von der Maschine abgegebene Kraft möglichst voll zur Ausnutzung gelangen. Als bemerkenswerthe, der Kettenschiffahrt eigenthümliche Arbeitsverluste ergeben sich: 1) Die Reibung im Windwerk der Maschine; 2) ein geringes Gleiten der Kette auf den Trommeln; 3) die Widerstände der Leitrollen und der Aufnahmerolle; 4) die Steifigkeit der Kette; 5) die Arbeit zur Hebung der Kette; 6) die vermehrte Eintauchung des Schiffes durch den Druck der Kette; 7) die Neigung der im Anzuge befindlichen Kette gegen den horizontal gerichteten Widerstand; 8) die Ueberwindung der Adhäsion und Reibung der Kette auf der Flusssohle.

Die Gegenströmung, welche den Effekt bei einem Raddampfer rasch mindert und schliesslich ganz aufheben kann, ist auf den Nutzeffekt eines Kettendampfers ganz ohne Einfluss.

Dagegen haften der Kettenschiffahrt mehrere Mängel an.

Der Mechanismus des Windwerks und der Trommeln ist noch unvollkommen und Kettenbrüche können nicht vermieden werden, wenn auch die Belastung der Kette durch die Zugkraft nur bis zu 5—6 kg pro qmm angenommen wird, während die Kette durchweg mit 14 kg probirt ist, die Elastizitätsgrenze erst bei 16—18 kg und die Bruchgrenze bei 25—30 kg liegt. Einen weiteren Nachtheil der Kettenschiffahrt gegen Rad- oder Schraubendampfer bilden das durch die Kette erhöhte Anlagekapital und die erhöhte Verzinsung und Amortisation. Auf die Frage, wie weit die genannten Nachtheile den Erfolg der Kettenschiffahrt zu beeinträchtigen vermögen, werden vor Allem die Erfahrungen auf anderen Strömen Antwort geben können.

Geschichte und Erfolg der Kettenschiffahrt auf anderen Strömen.

Die Entstehung der Kettenschiffahrt.

Die Franzosen nennen die Kettenschiffahrt mit Vorliebe eine ausschliesslich französische Erfindung. Es darf den französischen Ingenieuren das Verdienst, dieselbe zuerst zur umfangreichen praktischen Verwerthung gebracht zu haben, nicht bestritten werden. Indem dieselben jedoch als den Urheber der Idee den Marschall Moritz von Sachsen bezeichnen, welcher schon im Jahre 1732 bei Strassburg Versuche vornehmen liess, so führen sie unbewusst, wie ich schon anderwärts dargethan habe, die Erfindung auf die deutsche Urquelle zurück. Vor dem Eintritte des Herzog Moritz in französische Dienste lag derselbe besonders den Studien der Befestigungskunst und der mathematischen Wissenschaften ob und muss hierbei unzweifelhaft mit dem in Dresden lebenden Mathematiker Marperger in Berührung gekommen sein. In dessen schon 1723 erschienenen Werke: „Wasserfahrt auf Flüssen und Kanälen“ findet sich nun folgende Stelle:

„Wir können nicht umbhin, der, von dem berühmten Mechanico, und Math. Prof. Herrn Nicolaus Molwitz „zu Magdeburg zwar angegebenen, aber nicht zum Gebrauch gekommenen Maschine, vermittelst welcher die schwer „beladene die Elb hinaufkommende Schiffe durch etwan 5 biss 6 Mann, da dermahlen wohl 50 nöthig seyn, über den „schnellen Wasserfall unter der Magdeburgischen Brücken hätten herauff gezogen werden sollen, noch einmal zu „gedenken, es besteht aber solche Maschine in 2 liegenden Wellen, worauff die Taue oder funes Tractorii gewickelt „werden, und zwar vermittelst sechs auswechselnder Vectium-Homorodromorum, oder gleich auflaufender Hebel, wobey „denn dieser Umstand, dass die Tauen, wie sie umb die vordere Welle umbgeschlagen werden, sich „immer wieder von derselben ab und auff die hintere auffwickeln, die ganze Maschine aber auf einen „Ponton oder Prahm gar füglich kann angebracht werden.“

Mit dieser Beschreibung ist das Prinzip der heutigen Kettenschiffahrt dargestellt, denn die Winden-
vorrichtung der Kettenschiffe unterscheidet sich von den gewöhnlichen Schiffswinden nur dadurch, dass zwei
Trommeln vorhanden sind, welche es ermöglichen, die gleiche Länge, welche auf der einen Seite aufgewickelt
wird, auf der anderen Seite abzuwickeln und somit an einer Kette von unbegrenzter Länge einen kontinuier-
lichen Betrieb herzustellen.

Von einem inzwischen verstorbenen Ingenieur wurde mir mitgetheilt, in der Königl. Bibliothek in Dresden
sei ein Bericht, der den Nachweis enthalte, dass die ersten praktischen Versuche mit der oben beschriebenen
Maschine in Dresden stattgefunden hätten, doch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, einen solchen Bericht aus-
findig zu machen.

Die Strassburger Versuche des Marschalls von Sachsen fanden nachher in Frankreich öftere Fortsetzung
und in den Stromschnellen der Rhône leisteten von einem Göpelwerk getriebene Tauschiffe gute Dienste. Der
erste Ingenieur, der in den zwanziger Jahren die Dampfkraft auf ein Kettenschiff zu übertragen suchte und die

Grundzüge der heutigen Kettenschiffahrt entwarf, war Tourasse, doch fand das System damals wenig Anerkennung; 1839 wurde endlich der erste Erfolg bringende Kettendampfer gebaut und im Innern von Paris bis zur Port-à-l'Anglais in Dienst gestellt.

Die Kettenschiffahrt in Frankreich.

Eine grössere Ausbreitung fand die Kettenschiffahrt

| | | | |
|------|--|--------|------------------------|
| 1854 | durch die Compagnie de la basse Seine et de l'Oise auf | 72 km | — Annales 1864 S. 345. |
| 1856 | „ „ „ de la haute Seine | 105 „ | — „ 1856 S. 463. |
| 1860 | „ „ „ de touage de Conflans à la mer „ | 171 „ | |
| 1873 | „ „ „ de touage sur l'Yonne | 93 „ | |
| | | <hr/> | |
| | | 441 km | |

welche zusammenhängen, zumeist jedoch kanalisirte Strecken darbieten.

Mit Ausnahme der touage de Conflans à la mer, welche von einer anfangs verschwenderischen Wirthschaft sich erst allmähig erholt hat, machen die anderen Gesellschaften von Anfang an gute, theils glänzende Geschäfte. Sie haben vor Allem dem Verkehre einen grossen Dienst geleistet und beherrschen den kolossalen Verkehr auf der Seine vollkommen.

Ausserdem fand die Kettenschiffahrt noch Anwendung

| | | |
|---------------|---|--------------------------------|
| 1861 | in den beiden Tunnels des Kanals von St. Quentin | 8 km. |
| 1862 | in der Kanalhaltung des Arsenal auf dem Kanal St. Martin | — Annales 1863, 2. Sem. |
| 1865 und 1869 | auf der kanalisirten Oise von ihrer Mündung bei Conflans bis Condé | — Annales 1865, August. |
| 1866 | auf Kosten des Staates in dem Tunnel von Pouilly und in den Einschnitten der Scheitelhaltung des Kanals von Burgund | 6,1 km — Annales 1868 S. 544. |
| 1868 | auf dem Kanal von Caen zum Meere | 14 km — Annales 1869, Februar. |
| 1869 | auf der Loire zwischen dem Lateralkanal bei Décise und dem Kanal du Nivernais | — Annales 1869, Mai. |

Die Kettenschiffahrt auf der Elbe.

In Deutschland wurde ein erstes Versuchsschiff 1866 vom Direktor der Vereinigten Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrtscompagnie Herrn Graff für den Lokaldienst durch die Magdeburger Brücken in Dienst gestellt. Die erste Ausdehnung auf eine grössere Strecke des nicht kanalisirten Elbstromes fand durch die Ketten-Schleppschiffahrt der Ober-Elbe statt

| | | |
|-----------|---|--------|
| 1869—1871 | von Magdeburg bis zur böhmischen Grenze auf | 331 km |
| dann 1872 | von der böhmischen Grenze bis Aussig durch die Prager Dampf- und Segel- | |
| | schiffahrts-Gesellschaft auf | 39 „ |
| 1870—1874 | von Magdeburg bis Hamburg durch die Vereinigte Hamburg-Magdeburger Dampf- | |
| | schiffahrts-Compagnie auf | 298 „ |

so dass seit 1874 die Elbe mit 668 km Kette belegt ist, an welcher gegenwärtig 28 Dampfer laufen. Auf der unteren Saale schliessen sich noch 22 km an.

Der finanzielle Erfolg ist zufriedenstellend. Die Ketten-Schleppschiffahrt der Ober-Elbe, welche bis vor 2 Jahren ausschliesslich dem Kettenbetriebe oblag, zahlte nach Ueberwindung grosser technischer Schwierigkeiten folgende Dividenden:

| | | | |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 1870 | 2 $\frac{1}{2}$ Prozent | 1875 | 6 $\frac{1}{2}$ Prozent |
| 1871 | 2 „ | 1876 | 7 „ |
| 1872 | 5 $\frac{1}{2}$ „ | 1877 | 7 $\frac{1}{2}$ „ |
| 1873 | 6 $\frac{1}{2}$ „ | 1878 | 5 $\frac{1}{2}$ „ |
| 1874 | 4 „ | 1879 | 6 $\frac{1}{2}$ „ |

mit Ausschluss der Einrichtungsjahre also durchschnittlich 6 $\frac{1}{8}$ Prozent. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Gesellschaft einer kräftigen älteren gut fundirten Raddampfer-Konkurrenz gegenüber steht. Im wasserarmen Jahre 1874 war die Gesellschaft die einzige, welche aus den Betriebsergebnissen eine Dividende überhaupt zahlen konnte. Das Unternehmen geniesst allgemeines Vertrauen, wie schon daraus hervorgeht, dass der Kurs der Aktien zur Zeit der Krisis nicht unter 92 ging, während derselbe jetzt seit lange über 130 steht.

Die Bedeutung für den Verkehr hat sich auf der Elbe in überraschender Weise dargethan. Während der Zeit des kommerziellen Niederganges nahm doch die Schiffahrt einen enormen Aufschwung. In Hamburg entwickelte sich mit den Orten der Ober-Elbe folgender Schiffahrtsverkehr:

| thalwärts angekommen: | | bergwärts abgegangen: | |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1874 . . . | 3472 belad. Fahrz. mit 5,340,048 Ztr. | 3618 belad. Fahrz. mit 6,020,614 Ztr. | |
| 1875 . . . | 3422 „ „ „ 5,981,761 „ | 3636 „ „ „ 7,516,353 „ | |
| 1876 . . . | 3699 „ „ „ 6,974,086 „ | 3940 „ „ „ 8,237,857 „ | |
| 1877 . . . | 5460 „ „ „ 10,212,385 „ | 4934 „ „ „ 9,597,421 „ | |
| 1878 . . . | 6088 „ „ „ 11,649,425 „ | 5804 „ „ „ 10,513,985 „ | |

Diese Zahlen gewinnen an Werth, wenn man berücksichtigt, dass in demselben Zeitraume der Güterverkehr der Berlin-Hamburger Bahn bergwärts von 7,966,921 Ztr. im Jahre 1874 allmähig auf 7,252,480 Ztr., 6,701,600 Ztr., 6,160,820 Ztr., 5,787,680 Ztr. zurückging. *)

Noch bedeutender ist die Verkehrszunahme auf der Ober-Elbe selbst; so passirten **)

| in Riesa: | | in Riesa: | |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| thalwärts: | | bergwärts: | |
| 1874 . . . | 2064 Kähne mit 5,829,500 Ztr. | 1848 Kähne mit 1,802,050 Ztr. | |
| 1875 . . . | 2648 „ „ 9,878,300 „ | 2116 „ „ 2,524,200 „ | |
| 1876 . . . | 3137 „ „ 11,179,728 „ | 2685 „ „ 2,291,836 „ | |
| 1877 . . . | 3185 „ „ 12,455,900 „ | 2885 „ „ 2,525,400 „ | |
| 1878 . . . | 3512 „ „ 14,965,500 „ | 3141 „ „ 2,337,500 „ | |
| 1879 . . . | 3705 „ „ 18,442,800 „ | 3418 „ „ 3,240,350 „ | |

*) Hamburger Statistisches Bureau.

**) Aufzeichnungen der Königl. Wasserbau-Inspection Riesa.

in Meissen:

| thalwärts: | | bergwärts: | |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1874 . . . | 2126 Kähne mit 7,939,000 Ztr. | 2141 Kähne mit 1,806,000 Ztr. | |
| 1875 . . . | 2613 „ „ 9,933,000 „ | 2378 „ „ 2,214,000 „ | |
| 1876 . . . | 2610 „ „ 12,485,000 „ | 2785 „ „ 2,249,000 „ | |
| 1877 . . . | 3630 „ „ 14,034,000 „ | 3519 „ „ 2,101,000 „ | |
| 1878 . . . | 4041 „ „ 15,656,000 „ | 3501 „ „ 2,066,000 „ | |
| 1879 . . . | 4040 „ „ 20,780,000 „ | 3634 „ „ 2,837,000 „ | |

Die Raddampfschiffahrt, welche vor den umfangreichen Regulierungsarbeiten mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, mit dem Fortschreiten derselben sich indessen ebenfalls sehr entwickeln konnte, hat an dieser Steigerung des Verkehrs einen ehrenvollen Antheil; doch hätte diese allein die mächtige Entwicklung nicht zu Wege bringen können, weil ihr der Charakter der Gemeinnützigkeit fehlt. Die Raddampfschiffahrts-Gesellschaften waren auch vorher in Thätigkeit, ohne diese Wirkung hervorzubringen; dieselben schlepten zunächst ihre eigenen Fahrzeuge und andere nur nach Gelegenheit und zu hohen Preisen. Die ungeheure Zahl der Einzelschiffer konnte von der seltenen, theueren und willkürlich gebotenen Schleppgelegenheit keinen Nutzen ziehen und der Sächsische Schiffer-Verein beklagte noch im Jahre 1869 den Niedergang der Schiffahrt und forderte zu eifriger Unterstützung des Kettenschiffahrts-Projektes auf, „das die einzige Möglichkeit biete, die Schiffahrt vor dem gänzlichen Ruin zu bewahren.“ Die damalige Situation auf der Elbe war der gegenwärtigen auf dem Main auch in dieser Hinsicht ziemlich ähnlich.

Die Kettenschiffahrt, ausgestattet mit einem Halbmonopol, das nur die Ausnutzung eines bestimmten Systems, nicht etwa die alleinige Gestellung der Schleppkraft umschliesst, gewährte nun jedem Schiffer ein rasches Fortkommen zu einem nicht nur billigen, sondern auch festen Tarife und jeder Schiffer konnte infolge dessen dazu übergehen, an Stelle der kleineren Segelfahrzeuge von 2000—4000 Ztr. grosse Schleppkähne zu bauen von 7000—9000 Ztr. Tragkraft.

Hauptsächlich die Einführung der grossen Kähne hat die Billigkeit des Transportes begründet und Rohprodukte transportfähig gemacht, die ohne die erzielte Billigkeit ungehoben und unverkäuflich geblieben wären.

Noch ist die Elbschiffahrt weit von der Entwicklung entfernt, welche sie bei einer besseren von dem Staate und der Gesetzgebung zu fördernden Organisation nehmen könnte, gleichwohl sind die Frachtsätze, welche sie jetzt schon zu bieten vermag, wohl beachtenswerth.

Es betragen z. B. im verflossenen Jahre*) die Bergfrachten

| | beim vollschiffigen Wasserstande | beim niedrigsten Wasserstande |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| von Hamburg nach Dresden für Eisen | 0,42 — 0,50 ₤ | 0,42 — 0,45 ₤ |
| „ für andere Massengüter | 0,45 — 0,52 „ | 0,52 — 0,55 „ |
| „ „ Stückgüter | 0,58 — 0,65 „ | 0,58 — 0,65 „ |
| | pro Zentnermeile; | |

*) Jahresbericht der Ketten-Schleppschiffahrt der Ober-Elbe für 1879.

die Thalfrachten

| | beim vollschiffigen Wasserstande | beim niedrigsten Wasserstande |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| von Aussig nach Magdeburg für Kohlen | 0,33 \mathcal{E} , | 0,46 \mathcal{E} , |
| „ „ „ Hamburg „ „ | 0,28 „ | 0,34 „ |
| „ Dresden nach Hamburg „ Massengüter | 0,22 — 0,32 \mathcal{E} , | 0,40 — 0,44 \mathcal{E} , |
| „ „ „ „ „ Stückgüter | 0,39 — 0,52 „ | 0,62 — 0,65 „ |

Vor zehn Jahren waren die Frachtsätze meistens zweimal höher.

Die Kettenschiffahrt auf der Brahe,

seit 1870 im Betriebe, vermittelt den Verkehr auf der ca. 15 km langen Strecke vom Ende des Bromberger Kanals bis zur Weichsel. Die genannte Strecke zeichnete sich durch ungemein häufige und scharfe Krümmungen aus, der Transport betrifft hauptsächlich schwer lenkbare und grossen Widerstand bietende Flösse, nichtsdestoweniger wurden die grossen Schwierigkeiten mit bestem Erfolg überwunden. Die fragliche Strecke ist gegenwärtig besser korrigirt. Das von einem Privatmann errichtete Unternehmen soll sich als sehr lohnend erweisen.

Die Kettenschiffahrt auf dem Neckar.

Im Jahre 1878 wurde endlich die seit 1871 erstrebte Kettenschiffahrt auch auf dem Neckar errichtet, nachdem die Württembergische Regierung sich bereit erklärt hatte, auf 30 Jahre einen Jahreszuschuss zu gewähren bis zu 5 Prozent des Aktienkapitales, insofern die Einnahmen zur Zahlung einer 5prozentigen Dividende nicht zureichen, während die Gesellschaft die Hälfte des 6 Prozent übersteigenden Reingewinnes an die Regierung abzuführen hat.

Im Vergleich zu der Aufgabe auf dem Main konnte die Durchführung dort, wenigstens in technischer Beziehung, als ein Wagniss erscheinen, denn unter gleich schwierigen Verhältnissen war die Kettenschiffahrt noch nirgends zur Ausführung gelangt; dennoch habe ich geglaubt, dieselbe befürworten und die Verantwortung für den Erfolg übernehmen zu dürfen.

Es galt gutsteuernde Dampfer von 130 indizirter Pferdekraft, 6,5 m Breite und nur 0,47 m Tiefgang zu konstruiren; die Aufgabe ist indessen zur vollen Zufriedenheit gelöst worden:

Der Stand der Schiffahrt war vor Legung der Kette derselbe wie früher auf der Elbe und jetzt auf dem Main. Herr Oberbürgermeister Wüst von Heilbronn, der Namens des Komités eine Denkschrift über das neue Projekt verfasste, berichtete: „all die zahlreichen Schiffer, die ich darüber hörte, haben einstimmig bestätigt, dass „das gänzliche Aufhören der Neckarschiffahrt, wenn sie fernerhin vom Pferdezuge abhängen soll, nur noch die „Frage einer sehr kurzen Zeit sein wird;“ — dass sie durch die Frachten kaum mehr zum Ersatze ihrer baaren „Ausgaben gelangen, dass sie an Verzinsung und Amortisation ihres Fuhrmateriales gar nicht mehr denken können „und dass sie nur deshalb noch zögern, ihr „Gewerbe einzustellen, weil Aussicht auf Einführung eines rationellen „Betriebes besteht und weil sie verhüten wollen, dass der Verkehr inzwischen andere Wege aufsuche.“

Inzwischen ist die Kette von Mannheim bis Heilbronn auf eine Strecke von 116 km gelegt und der Betrieb in Mitte des Jahres 1878 eröffnet worden. Alle technischen Bedenken waren bald beseitigt. Auch der finanzielle Erfolg ist hinter den Erwartungen nicht zurückgeblieben, nach dem ersten Halbjahre konnte eine Dividende von 6 Prozent gewährt und an die Regierung ein Gewinnantheil von \mathcal{M} 1548.11 ausgezahlt werden, für das verflossene Jahr gelangte eine Dividende von 5 Prozent zur Vertheilung, während \mathcal{M} 7327.41 verfügbar blieben und hauptsächlich für Bildung eines Schiffs-Versicherungs-Contos verwandt werden sollen. Hiernach ist kaum zu erwarten, dass die Zinsgarantie des Staates je in Anspruch zu nehmen sein wird.

Es ist ferner gelungen, die Schifffahrt sofort wieder konkurrenzfähig zu machen, obwohl die Reform bis jetzt nur zum Theile zur Durchführung gelangt ist. Die andere Reformarbeit, welche sich als Folge der ersten nur allmähig entwickeln kann, der Ersatz der kleineren Transportschiffe durch grosse Fahrzeuge wird bald wie anderwärts so auch auf dem Neckar den eigentlich volkwirtschaftlichen Gewinn, eine ausserordentliche Reduzirung der Frachten, zur Verwirklichung bringen. Bis jetzt hat diese Reduzirung nur etwa 10—12½ Prozent betragen, sie genügte jedoch, um dem Neckar nicht nur das ihm bisher bestrittene Gut zurückzuführen, sondern auch neue Transporte zu gewinnen. So ist die Thatsache bemerkenswerth, dass die Württembergischen Eisenbahnen nunmehr einen Theil ihrer Kohlen zu Wasser bis Heilbronn beziehen, im vorigen Jahre 177,700 Zentner, und diesen Bezug nach in jüngster Zeit gegebenen Mittheilungen erheblich vermehren werden, wenn noch ein weiterer Dampfkrahn aufgestellt sein wird. Bei allgemeiner Einführung der zulässigen grossen Fahrzeuge von 4000—5000 Ztr. werden die Frachtsätze nachweislich eine Ermässigung bis zu 35 Prozent erleiden können, ohne dem Schiffer einen geringeren Gewinn zu bringen wie früher.

Ueber andere Unternehmungen gleicher Art in Russland u. s. w. liegen genauere Nachrichten nicht vor.

VI.

Die Kettenschiffahrt auf dem Main.

Die raschere Beförderung, die kürzere und sichere Lieferzeit und die Billigkeit des Transportes sind im Allgemeinen zur Genüge durch die Erfahrungen auf anderen Strömen bewiesen.

Für die Beförderung eines Fahrzeuges kann man nach den Erfahrungen auf der Elbe annehmen, dass der Kettenzug zu Berg pro Sekunde 1,5—1,75 m, pro Stunde 5,4—6,3 km, pro Tag im Lokalverkehr 50—60 km, bei durchgehenden Zügen 70—90 km zurücklegt.

Es würden demnach erforderlich sein

| | | |
|---|---------------|---------|
| von Mainz bis Frankfurt (unkanalisiert) | auf 35 km ca. | 1/2 Tag |
| „ „ „ Aschaffenburg | 87 „ „ | 1 „ |
| „ „ „ Wertheim | 156 „ „ | 2 „ |
| „ „ „ Würzburg | 251 „ „ | 3 „ |
| „ „ „ Schweinfurt | 337 „ „ | 4 1/2 „ |
| „ „ „ Bamberg | 395 „ „ | 5 „ |

Zum Vergleich sei angeführt, dass die Fahrten von Magdeburg bis Dresden, 278 km, unter normalen Verhältnissen in 52—72 Stunden zurückgelegt werden, wobei die Zeit der Nachtruhe eingerechnet ist.

Inwieweit durch die raschere Fahrt auch die Lieferzeit zu verkürzen ist, hängt wesentlich noch von der Dauer des Ladens und Löschens ab. Im Lokalverkehr mit Steinen und Holz geht dies auf der Elbe z. B. ziemlich rasch vor sich, so dass die Kähne bei durchschnittlich täglich zweimaliger Fahrgelegenheit die doppelte Anzahl von Fahrten erreichen wie früher. Ebenso hat sich die Zahl der Reisen bei Kohlenladungen vermehrt. Schiffer, welche von Aussig bis Magdeburg, 366 km ausschliesslich Kohlen fahren, erreichen 11—13 Reisen pro Jahr, während früher höchstens 5—6 Reisen gemacht werden konnten. In einer verhältnissmässig kurzen Zeit hat sich dabei die Natur des Schiffers wesentlich geändert. Musste derselbe früher mit einem guten Theile von Phlegma ausgestattet sein, um mit ruhigem Gemüth 8—14 Tage unverrückt vor dem Winde liegen zu können, so verräth derselbe nun ein arges Ungestüm, wenn er bei lebhaftem Andränge einmal ein oder zwei Tage auf Beförderung warten muss. Auch die Fahrt kann nicht rasch genug von Statten gehen und während früher der Schiffer bei gelindem Frost schon den Betrieb einzustellen pflegte, wartet derselbe jetzt ruhig die Zeit eines stärkeren Eisganges ab, da das Kettenschiff ihn immer noch zu einem sicheren Hafen führt.

Auf dem Main wird die Bergfahrt schon bei einer Wasserhöhe von + 2 m unterbrochen, dieselbe würde jedoch ebenso wie die Thalfahrt bis auf + 3 m ausgedehnt werden können. Diese Fügigkeit ist weniger von Bedeutung wegen Verlängerung der Betriebszeit im Allgemeinen als dadurch, dass die bei steigendem Wasser einmal begonnenen Transporte nicht sofort unterbrochen zu werden brauchen, sondern in den meisten Fällen zum Ziele geführt werden können.

Von Mainz nach Würzburg und zurück werden jetzt höchstens 8 Reisen gemacht, doch dürfte man bei der Kettenschiffahrt mit Sicherheit auf 12 — 15 Reisen rechnen.

Für den Schiffer sind dabei der regelmässige Dienst, der feste Tarif, der ihm gestattet im Voraus sämtliche Reisekosten genau zu berechnen, von besonderem Vortheile. Sodann ermöglicht die kurze Dauer der Fahrt eine wasserstandsgemässe Ladung zu nehmen, ohne eine Ableichtung vorsehen zu müssen, wie überhaupt die genaue Einhaltung der Fahrinne, welche beim Leinzug nicht möglich ist, die Sicherheit erhöht.

Handel und Industrie haben unmittelbar nur an rascher Lieferung und an der Billigkeit des Transportes Interesse. Die Billigkeit wird zumeist herbeigeführt durch die Anwendung grosser Schiffe, welche allerdings nur unter dem Schutze eines staatlich verpflichteten Unternehmens entstehen können. Die zukünftige Leitung der Kettenschiffahrt wird ihrerseits im eigenen Interesse auf deren Einstellung Gewicht legen müssen.

Für den Main werden die grossen Fahrzeuge ganz besondere Bedeutung erlangen, weil dieselben auch mit Vortheil den Rhein befahren und Massengüter wie Kohlen, direkt, ohne Umladung in Mainz oder Frankfurt, nach den Stationen des Obermain transportiren können.

Unter IIB wurde dargelegt, wie die grossen Krümmungen des Main die Konkurrenzfähigkeit gegen die Eisenbahnen beeinträchtigen. Die Unterschiede in den Transportentfernungen verringern sich jedoch mehr und mehr, wenn grosse Rheinstrecken in Mitbenutzung genommen werden.

So betragen die Entfernungen

| | von Rotterdam | | | von Ruhrort | | | von Cöln | | |
|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| | auf der | | | auf der | | | auf der | | |
| | Eisenbahn km | Wasserstrasse km | Mehrlänge in km | Eisenbahn km | Wasserstrasse km | Mehrlänge in km | Eisenbahn km | Wasserstrasse km | Mehrlänge in km |
| nach Mainz | 446 | 493 | 47 | 264 | 278 | 14 | 184 | 187 | 3 |
| „ Frankfurt | 479 | 528 | 49 | 297 | 313 | 16 | 217 | 222 | 5 |
| „ Aschaffenburg | 521 | 580 | 59 | 339 | 365 | 26 | 259 | 274 | 15 |
| „ Wertheim | 588 | 649 | 61 | 406 | 434 | 28 | 326 | 343 | 17 |
| „ Gemünden | 573 | 704 | 131 | 391 | 489 | 98 | 311 | 398 | 87 |
| „ Würzburg | 611 | 744 | 133 | 429 | 529 | 100 | 349 | 438 | 89 |
| „ Marktbreit | 637 | 769 | 132 | 455 | 554 | 99 | 375 | 463 | 88 |
| „ Schweinfurt | 625 | 830 | 205 | 443 | 615 | 172 | 363 | 524 | 161 |
| „ Bamberg | 692 | 888 | 196 | 510 | 673 | 163 | 430 | 582 | 152 |

Beim Vergleich der Mehrlängen findet man, dass dieselben betragen

| | von Rotterdam % | von Ruhrort % | von Cöln % | von Mainz % |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| nach Mainz | 10,5 | 5,3 | 1,6 | — |
| „ Frankfurt | 10,2 | 5,4 | 2,3 | 6,0 |
| „ Aschaffenburg | 11,3 | 7,6 | 5,7 | 16,0 |
| „ Wertheim | 10,4 | 6,9 | 5,2 | 9,9 |
| „ Gemünden | 22,8 | 25,0 | 28,0 | 74,0 |
| „ Würzburg | 21,7 | 23,3 | 25,5 | 52,1 |
| „ Marktbreit | 20,7 | 21,7 | 23,5 | 44,5 |
| „ Schweinfurt | 32,8 | 38,4 | 44,3 | 88,3 |
| „ Bamberg | 28,3 | 31,9 | 35,3 | 60,6 |

Im Jahre 1878 betragen die Durchschnittsfrachten nach dem Jahresbericht der Zentral-Kommission für die Rheinschiffahrt:

| | von Rotterdam nach Mainz | von Ruhrort nach Mainz |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| für Massengüter pro Zentner | 34,2 Pfg. | für Kohle pro Zentner 23,5 Pfg. |
| „ Stückgüter „ „ | 82 „ | |

Die „Mainzer Schleppschiffahrts-Gesellschaft“ theilt mit, dass die Durchschnittsfrachten für Stückgüter von Rotterdam nach Mainz nach ihren Erfahrungen nur 39,2 Pfg., für Kohlen von Ruhrort nach Mainz nur 20,4 Pfg. pro Zentner betragen haben.

Bei einem durchgehenden Verkehr von den wichtigen Rheinhäfen nach den Häfen des Main wird man nach Einrichtung der Kettenschiffahrt und auf Grund der mitgetheilten Erfahrungssätze von der Elbe darauf rechnen dürfen, dass Massengüter, insbesondere Kohle, pro Zentnermeile mit 0,5 Pfg., Stückgüter mit 0,65 Pfg. transportirt werden können, zumal wenn berücksichtigt wird, dass bei durchgehenden Ladungen weder eine erneute Ladezeit zu bestehen ist, noch die Kosten des Ladens zu entrichten sind.

Vorausgesetzt selbst, die Frachten auf dem Main seien höher, und zwar:

| | |
|---|----------|
| bei Massengütern, auch Kohlen, pro Zentnermeile | 0,6 Pfg. |
| bei Stückgütern | 0,8 „ |

so würden sich darnach mit Berücksichtigung obiger Rheinfrachten von 34,2 Pfg., 82 Pfg. und 23,5 Pfg. folgende nach oben abgerundete Gesamtfraachten ergeben:

| | Meilenzahl ab Mainz | von Rotterdam | | von Ruhrort |
|---------------------------|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| | | für Massengüter | für Stückgüter | für Kohlen |
| nach Frankfurt | 4,7 | 37 Pfg. | 86 Pfg. | 26,5 Pfg. |
| „ Aschaffenburg | 11,67 | 41 „ | 92 „ | 30,5 „ |
| „ Wertheim | 20,80 | 47 „ | 99 „ | 36,0 „ |
| „ Gemünden | 28,13 | 51 „ | 104 „ | 40,5 „ |
| „ Würzburg | 33,47 | 54 „ | 109 „ | 43,5 „ |
| „ Marktbreit | 36,80 | 56 „ | 112 „ | 45,5 „ |
| „ Schweinfurt | 44,93 | 61 „ | 118 „ | 50,5 „ |
| „ Bamberg | 52,67 | 66 „ | 125 „ | 55,0 „ |

Die durchschnittliche Eisenbahnfracht für Ruhrkohlen beträgt bis Würzburg 57 Pfg., bis Schweinfurt 61 Pfg., bis Bamberg 65 Pfg., für Zwickauer Kohlen bis Bamberg 35 Pfg., bis Schweinfurt 42 Pfg., bis Würzburg 48,5 Pfg.

Bis Wertheim ist die Konkurrenzfähigkeit von Rotterdam sowohl wie von Ruhrort zweifellos, von Rotterdam können Massen- und Stückgüter bis zu den oberen Stationen mit Vortheil verführt werden, während für Kohlen die Konkurrenzfähigkeit vorläufig bei Marktbreit ihre Grenze finden dürfte.

Hierbei ist natürlich vorauszusetzen, dass der Transport in grossen Fahrzeugen von 5000—6000 Zentner geschieht und dass volle Ladungen nach einem Orte vorhanden sind, was bei den Rotterdamer aus Massen- und Stückgut zusammengesetzten Ladungen wohl nur für wenige Orte zutreffen wird. Sodann sind die obigen Sätze als erreichbare Durchschnittssätze zu betrachten, welche bei vollschiffigem Wasser ermässigt werden können, bei kleinem Wasser erhöht werden müssen. Bei Kohlen werden volle Ladungen in fast allen Fällen anzunehmen sein.

Die vorgehende Untersuchung bezog sich vorzugsweise auf Transporte, die der Main noch nicht besitzt, sondern ihm bei besserem und billigerem Betriebe erst zuwachsen werden. Den Hauptverkehr werden jedoch immer die Materialien bilden, welche bisher schon die Mainstrasse benutzten und für diese wird man auf eine erhebliche Zunahme mit noch grösserer Zuversicht rechnen können.

VII.

Die lokalen Bedingungen für die Ausführung der Kettenschiffahrt.

Nach den vorhergegangenen Erörterungen aller die Anordnung und Konstruktion bestimmenden Umstände sind die Bedingungen der Ausführung bald gezogen. Im Allgemeinen ist es vorthellhaft, eine möglichst grosse Kraft in einem Schiffe zu konzentriren; Tiefgang, Breite, Länge und Höhe des Kettenschiffes finden jedoch eine bestimmte Grenze.

Für Mainz bis Würzburg wurde eine Minimalfahrtiefe von 55 cm, für Würzburg bis Bamberg eine solche von 45 cm gefunden. Da sich für die obere Strecke auch wegen der weiteren Abmessungen eine grössere Beschränkung ergibt wie auf der unteren, so wird man zwei Klassen von Dampfern unterscheiden müssen. Dieselben werden voraussichtlich auch den niedrigsten Wasserständen genügen, wenn sie einen Tiefgang von 50, bez. 45 cm erhalten.

Die Breite des Schiffes ist unterhalb Würzburg kaum beschränkt. In der Kaiserlaye findet sich eine Stromenge von 10 bis 15 m, die lichte Weite der alten Sachsenhäuser Brücke wird zu 12 bis 15 m, der Main-Neckar-Bahnbrücke in Frankfurt zu 16,8 m angegeben, die Aschaffener Brücke hat bei niedrigstem Wasserstande 13,1 m lichte Weite; alle anderen Brücken und Stromengen haben bedeutend grössere Durchlässe. Die lichte Weite der Würzburger Schleuse beträgt 6,421 m. Man könnte sich auf eine entsprechende Schiffsbreite beschränken wollen, um die unteren Dampfer nöthigenfalls auch noch bis Schweinfurt verkehren zu lassen, wo eine Schleusenweite von nur 5,83 m kräftigeren Schiffen jedenfalls Halt gebietet. Die Würzburger Schleuse mit ihren unzweckmässigen Zugängen ist indessen auf die Dauer unhaltbar; wenn nicht sofort, so wird doch das Wehr beseitigt werden müssen, sobald der Verkehr etwas mehr Leben erhalten hat. Da nun bei Annahme der durch die Schleuse zugelassenen äusseren Länge von 39 m und Breite von 6,4 m das Displacement bei nur 0,5 m Tauchung zu klein ausfällt (ca. 94 t), um die wünschenswerthe Grösse von Maschine und Kessel herzustellen, so kann ich eine Rücksichtnahme auf die Würzburger Schleuse nicht empfehlen.

Will man die bewährte Grösse und Leistung der Neckardampfer auch für den Main zu Grunde legen, dabei das Mehrgewicht einer verbesserten Maschinenkonstruktion und eine hier zulässige Verstärkung einzelner Schiffstheile in Rechnung ziehen, so mag man statt eines Displacements der Neckardampfer von 112,5 t ein solches von etwa 122,5 t für die Maindampfer annehmen. Im Interesse einer guten Steuerfähigkeit darf man hierbei die Länge nicht zu gross nehmen. Ein zweckmässiges Verhältniss erhält man bei

42 m Länge, 6,9 m Breite und 0,5 m Tiefgang.

Die Maschinen der Neckardampfer arbeiten mit Hochdruck und Kondensation. Sie mussten kontraktlich bei 0,3 Füllung der Zylinder 130 Pferdekraft indizieren; diese Bedingung wurde gut erfüllt. Die im Dienste stattfindende mittlere Leistung wird etwa 130 Pferdekraft betragen.

Der auf die Kette ausgeübte Zug ist danach bei einer Geschwindigkeit des Schiffes

von 1,25 m = 5460 kg, von 2 m = 3412 kg;

dafür genügt erfahrungsmässig eine Kette von 1000 qmm Querschnitt oder 25,3 mm Eisendurchmesser, deren Gewicht pro Meter Länge 15 kg beträgt.

Für die oberhalb Würzburg, bez. Schweinfurt fahrenden Dampfer werden die Abmessungen der Schweinfurter Schleuse maassgebend; dieselben gestatten

38,8 m Länge, 5,8 m Breite, während 0,45 m Tiefgang

gegeben sind.

Der Schiffskörper kann ein Displacement von 85 t und eine Maschine von 95 Pferdekraft erhalten. Die Kette ist dann zu 750 qmm Querschnitt oder ca. 22 mm Eisenstärke zu bemessen; das Gewicht dieser Kette beträgt pro Meter Länge 11,25 kg.

Die Schifffahrt wird thalwärts ausgeführt bis zu 3 m, bergwärts nur bis zu 2 m über dem niedrigsten Wasserstande. Nach Errichtung der Kettenschifffahrt müsste jedoch auch der Bergverkehr bis zu 3 m über dem niedrigsten Wasserstande erhalten werden können und ist danach die äusserste Höhe des Dampfers bei niedergelegten Schornsteinen zu bemessen.

Als bedeutendstes Hinderniss findet sich über dem Umlaufkanale bei Schweinfurt eine gewölbte Brücke von 8,2 m Radius, die bei höchstem Schifffahrtswasser eine freie Höhe von nur 2 m lässt. Es ist nicht möglich, auf diese kleine Brücke derart Rücksicht zu nehmen, dass der Durchgang bis zum höchsten Schifffahrtswasser erhalten bleibt. Es ist dies auch nicht von Wichtigkeit, da der kleinere oberhalb stationirte Dampfer bei Hochwasser die Schleuse nicht zu passiren braucht. Uebrigens können auch die grösseren leeren Mainfahrzeuge, welche etwa 2,5 m über Wasser hervorragen, die Schweinfurter Brücke bei jenem Wasserstande nicht mehr passiren.

Die nächst niedrige Brücke ist bei Kissingen, die lichte Weite von 11,9 m ist überspannt mit steinernen Bögen von 7 m Radius, die freie Höhe beträgt im Scheitel bei hohem Schifffahrtswasser 4,0 m. Der Schiffskörper selbst erhält mit Rücksicht hierauf eine zweckmässige Höhe von 2,4 m in der Mitte, so dass letztere bei 0,5 m Tauchung um 1,9 m über Wasser hervorragt. Die Schiffstheile über Deck, niedergelegte Schornsteine, Hilfsmast, Windevorgelege, Steuerräder etc., dürfen also in Schiffsmitte nicht mehr als 2 m, an den Bordseiten mit Rücksicht auf kleine Abweichungen von der Brückenmitte nicht mehr als 1,2 m hervorragen. Bei der Eigenthümlichkeit der Kettendampfer, in Stetigkeit dezimeterweise vorrücken zu können, erhält man damit für das Passiren dieser Brücke volle Sicherheit; alle anderen Brücken sind dann mit Leichtigkeit zu durchfahren.

Der Schiffsboden muss mit Rücksicht auf Felsen und grobe Gerölle aus 10 cm starken Holzpfosten gebildet, die Bodenkante muss besonders kräftig ausgeführt werden. Als Holzart ist die Fichte zu empfehlen, welche zugleich leicht und elastisch ist und sich unter Wasser sehr gut hält. Die gewöhnlich eisernen Boden-

spanten sind dann zweckmässig durch Pfosten von Eiche oder Pitchpine zu ersetzen, weil hierbei ein besserer Verband des Holzbodens mit dem Maschinenfundament erreicht wird.

Die Geschwindigkeit des Schiffes ist gleich der Kettenlänge, welche die Trommeln in einer Sekunde abwickeln und ist also in allen Fällen den Umdrehungen der Maschine proportional. Während nun für die Bergfahrt eine Minimalgeschwindigkeit von etwa 1,1 m wünschenswerth ist, wird für die Thalfahrt eine solche von ca. 3 bis 4 m erforderlich, um dem Schiffe bei den vorkommenden Stromgeschwindigkeiten von 1,7 bis 3,0 m (vergl. S. 33) eine genügende Steuerfähigkeit zu sichern. Es ist nicht rathsam, die Geschwindigkeit der Maschine in so weiten Grenzen wechseln zu lassen und werden deshalb für die Uebertragung der Bewegung von der Maschinenwelle zu den Trommelwellen für Thal- und Bergfahrt je besondere Vorgelege nothwendig. Nimmt man die mittlere Umdrehungszahl der Maschine zu 55 an, so erhält man

| | in starken Gefällen | | im Mittel | in schwachen Gefällen | |
|------------------|---------------------|------|-----------|-----------------------|------------------------|
| | bei 40 | 50 | 55 | 60 | 70 Umdrehungen |
| in der Bergfahrt | 1,09 | 1,36 | 1,50 | 1,64 | 1,91 m Geschwindigkeit |

und für die Thalfahrt je nach Wahl etwa die doppelte Geschwindigkeit, wechselnd zwischen 2,18 und 3,82 m.

Alle übrigen Anordnungen bezüglich Schiff und Maschine sind von der Beschaffenheit des Stromes und den weiteren örtlichen Verhältnissen unabhängig und müssen der Detailkonstruktion überlassen werden.

Bei den betheiligten Uferstaaten sind irgend welche besondern Bauten für die unkanalisierte Mainstrecke nicht zu beantragen, nur muss dringend gewünscht werden, dass die Korrekionsarbeiten im allgemeinen Interesse eine Beschleunigung erhalten, in Preussen und Hessen besonders für die gemeinsame kurze Strecke von Frankfurt bis Kahl (30 km), in Bayern, bez. auch Baden, vornehmlich durch weitere Vertiefung der Fahrrinne mittels Bagger.

Von dem Wehre bei Würzburg ist vorauszusetzen, dass die ohnehin geplante Beseitigung mit dem Inslebentreten der Kettenschiffahrt um so eher verwirklicht werde.

Eine besondere Beachtung erfordern schliesslich noch die Fährn, welche zur Erleichterung ihres Betriebes quer durch den Strom eine Kette oder ein Drahtseil gespannt haben, deren Fortbestand mit dem Betriebe einer Längskette unverträglich ist. Von den S. 25 aufgeführten 85 Fährn haben

13 Fährn Querkette mit Genehmigung des Staates, jedoch auf Widerruf;

1 „ „ ohne nachweisliche Genehmigung;

1 „ „ geht demnächst ein;

6 „ Querseil mit Genehmigung, jedoch auf Widerruf;

1 „ „ ohne Genehmigung.

Sa. 22 Fährn mit Querkette oder Querseil.

Diese 19 genehmigten Fährn müssen, wie auf der Elbe und dem Neckar, auf Kosten der Kettenschiffahrt in Langseilfährn umgewandelt werden, wobei anzurathen, die auf dem Main üblichen Bognachen, wenigstens in der Mitte des Stromes oder im Bereiche der Fahrrinne, durch Bober zu ersetzen, welche das

Langseil unter Wasser schwebend erhalten, so dass die übrige Schifffahrt durch das Seil nicht behindert wird. Die 2 Fähren, welche ohne staatliche Genehmigung errichtet wurden, haben keine Ansprüche zu erheben.

Man muss voraussetzen, dass die betr. Regierungen von dem Rechte des Widerrufs Gebrauch machen, wenn die Fähribesitzer, bez. Pächter auf die kostenfreie Umwandlung nicht eingehen sollten, denn eine Schädigung ist mit derselben nicht verbunden, die Langseilfähren gehen eben so gut wie die Querketten- oder Querseilfähren, während die Unterhaltungskosten eher geringer ausfallen als bei diesen; andernfalls würde die Aufrechthaltung des Querbetriebes die Kettenschifffahrt unmöglich machen.

Für die 20 schon bestehenden und noch weiter zu errichtenden Längsseilfähren würde im Interesse der Kettenschifffahrt noch eine strompolizeiliche Verordnung zu erlassen sein, wonach beim Herannahen eines Ketten dampfers auf vorher gegebenes Signal die betr. Fähre rechtzeitig auf jene Uferseite gebracht werden muss, bei welcher das Längsseil die Fahrrinne nicht sperrt bez. die Hebung der Schleppkette nicht hindert, wonach ferner bei Nacht die Fähre ebenfalls nur so gelegt werden darf, dass die Schleppkette vom Längsseil nicht gekreuzt wird.

| in der Rhein | 0 - 61 | 270,190 m | 8125 m |
|--------------|---------|-----------|--------|
| im Rhein | 0 - 61 | 270,190 m | 8125 m |
| 1800 | 64,430 | 270,190 m | 8125 m |
| 336,420 | 64,430 | 270,190 m | 8125 m |
| insgesamt | 336,420 | 270,190 m | 8125 m |

Die Kette, durchwegs in allen Gliedern mit 14 kg pro mm, also nahe bis zur Elastizitätsgrenze probirt und mit garantirt Bruchfestigkeit von 25 kg. kosten gegenwärtig frei Rotterdam bei 25 mm Durchmesser pro 100 kg 27 W bei 22 mm Durchmesser 28 W. so dass die Ketten fertig verlegt höchstens auf 29 und 30 W. zu stellen kommen, doch sollen mit Rücksicht auf Preischwankungen 30 und 32 W. angenommen werden. Von den verbindenden etwa 300 Paar Kettenabschlussm. kostet das Paar 6 W.

Für die Zahl der gegenwärtig einzustellenden Dampfer ist in der Verkehrstatistik des deutschen Reiches (vergl. die graphische Darstellung), sowie in den durch den Jahresbericht der Schiffschiffahrt auf dem Necker pro 1878 nachgewiesenen Leistungen der ganz gleichen Dampfer ein Anhalt gegeben, was auf 1878 hinweist. Zunächst ist zu konstatiren, dass die durchschnittliche Grösse der Mainfahrzeuge mit der Neckerfahrzeuge fast genau übereinstimmt. Nach den genannten dem Königlich Preussischen Bureau in München

VIII.

Anlage- und Betriebskosten.

Die bis Bamberg projektirte Kettenschiffahrt erfüllt ihren Zweck, wenn sie die Züge bis zur Spinnereischleuse bei Bamberg bringt, bei welcher demnach die Kette ihren Anfang zu nehmen hätte. Dieser Punkt liegt 3425 m über km 0, d. i. die Mündung der Regnitz in den Main. Es möge angenommen werden, die Beseitigung des Wehres bei Würzburg sei gesichert, so dass die grösseren Dampfer direkt bis Schweinfurt fahren können und die 25,3 mm Kette bis dahin zu legen sei. Die Kette braucht nicht durch die Schweinfurter Schleuse gelegt zu werden, die 22 mm Kette endigt dann bei km 52,920 und die 25,3 mm Kette beginnt bei km 52,975.

Es empfiehlt sich die Kette im Bette des Rhein von der Mainmündung ab wenigstens bis zur Mainzer Schiffbrücke fortzuführen und auch hierfür die Konzession nachzusuchen, um zu verhindern, dass die Schiffer genöthigt werden, einen Separatdampfer zu miethen, der sie erst bis zur Mainmündung fährt. Die betreffende Rheinstrecke ist für den Kettenbetrieb nicht ungünstig, sie besitzt eine wenig wechselnde Tiefe von 1,25 bis zu 3 m bei Nullwasser; da der Rhein bei + 2,5 bis 3,5 m ufervoll ist und die Rheinschiffahrt bei + 4,5 m eingestellt wird, so würde man auf eine grösste Tiefe von ca. 7—8 m zu rechnen haben. Die Kettenlänge bis zur Schiffbrücke ist mit 1800 m zu berechnen.

An Kette sind dann erforderlich:

| | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------|
| von der 22 mm Kette | in der Regnitz | 3425 m | |
| | und von km 0— 52,920 | 52,920 „ | 56,345 m |
| von der 25,3 mm Kette | „ „ 52,975—323,165 | 270,190 m | |
| auf der Preussisch-Hessischen Strecke | „ „ 0— 64,430 | 64,430 „ | |
| | im Rhein | 1800 „ | 336,420 „ |
| | | insgesamt 392,765 m | |

Die Ketten, durchweg in allen Gliedern mit 14 kg pro qmm, also nahe bis zur Elastizitätsgrenze probirt und mit garantirter Bruchfestigkeit von 25 kg, kosten gegenwärtig frei Rotterdam bei 25,3 mm Durchmesser pro 100 kg 27 *M.*, bei 22 mm Durchmesser 28 *M.*, so dass die Ketten fertig verlegt höchstens auf 29 und 30 *M.* zu stehen kommen, doch sollen mit Rücksicht auf Preisschwankungen 30 und 32 *M.* angenommen werden. Von den verbindenden etwa 300 Paar Kettenschlössern kostet das Paar 6 *M.*

Für die Zahl der gegenwärtig einzustellenden Dampfer ist in der Verkehrsstatistik des deutschen Reiches (vergl. die graphische Darstellung), sowie in den durch den Jahresbericht der Schlepsschiffahrt auf dem Neckar pro 1879 nachgewiesenen Leistungen der ganz gleichen Dampfer ein Anhalt gegeben.

Zunächst ist zu konstatiren, dass die durchschnittliche Grösse der Mainfahrzeuge mit der der Neckarfahrzeuge fast genau übereinstimmt. Nach den genauen, dem Königlichen Statistischen Bureau in München

entliehenen Aufzeichnungen der Fahrzeuge, welche 1874 die Aschaffenburger Brücke passirt haben, stellen sich die Fahrzeuggrössen im Vergleich zu denjenigen, welche auf dem Neckar an der Kette befördert wurden, wie folgt:

| Fahrzeuge bis zu | auf dem Main | auf dem Neckar |
|------------------|---------------|----------------|
| 30 t | 13,33 Prozent | 13,89 Prozent |
| 50 „ | 40,73 „ | 43,98 „ |
| 75 „ | 17,09 „ | 33,64 „ |
| 100 „ | 22,03 „ | 6,93 „ |
| 150 „ | 6,82 „ | 1,64 „ |
| darüber | — „ | 0,20 „ |

Man kann darum die durchschnittliche Leistung für das Schleppen eines Fahrzeuges auf beiden Strömen als gleich annehmen; in Wirklichkeit wird dieselbe auf dem Neckar wegen der grösseren Schwierigkeiten höher sein. Auf dem Neckar wurden geschleppt 4864 Fahrzeuge auf durchschnittlich 59,34 km, giebt 288,628 Fahrzeugkilometer. Ausserdem wurden befördert 95,590 Tonnen auf durchschnittlich 89,4 km oder 8,516,740 Tonnenkilometer. Ein Fahrzeug brachte durchschnittlich pro Kilometer 47,2 ₤, ein Tonnenkilometer kostet 1 ₤. Nun ist der Tarif, so weit dies möglich ist, so berechnet, dass die zu leistende Arbeit für das Schleppen leerer Fahrzeuge wie für die Ladung gleichen Schlepplohn tragen. Man kann danach 47,2 Tonnenkilometer einem Fahrzeugkilometer der durchschnittlichen Grösse gleichsetzen und erhält dann statt

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 8,516,740 Tonnenkilometer | 180,440 übersetzte Fahrzeugkilometer, |
| dazu obige | 288,628 wirkliche „ |
| als Gesamtleistung | 469,068 Fahrzeugkilometer. |

Die Leistung vertheilt sich auf 4 Kettenschiffe, so dass für jedes derselben 117,267 Fahrzeugkilometer gerechnet werden müssen. Dividirt man diese Zahl in die zu ermittelnde Zahl der Fahrzeugkilometer, welche auf dem Main zu befördern sind, so erhält man die Zahl der zu beschaffenden Kettendampfer.

Man darf bei dieser Ermittlung nicht den Verkehr zu Grunde legen, wie er in den letzten traurigen Jahren sich ergeben hat; die Kettenschiffahrt würde keine Berechtigung haben, wenn sie keine Steigerung desselben hervorbrächte. Als Minimum muss der Verkehr von 1873 angenommen werden.

Derselbe gestaltet sich nach der Statistik des Deutschen Reiches für die einzelnen Strecken wie folgt:

| | Tonnenkilometer | Fahrzeugkilometer | Summe der Fahrzeugkilometer | Zahl der erforderlichen Kettendampfer |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Von Mainz bis Frankfurt | | 63,480 | | |
| „ „ „ „ | 1,662,375 = | 35,220 | 98,700 | 0,84 |
| „ Frankfurt bis Wertheim | | 1,016,487 | | |
| „ „ „ „ | 2,475,000 = | 52,436 | 1,068,923 | 9,11 |
| „ Wertheim bis Würzburg | | 141,220 | | |
| „ „ „ „ | 1,491,250 = | 31,595 | 172,815 | 1,47 |
| „ Würzburg bis Schweinfurt | | 64,393 | | |
| „ „ „ „ | 715,095 = | 15,150 | 79,543 | 0,68 |

Sa. 12,10

Ferner:

| | Tonnenkilometer | Fahrzeugkilometer | Summe der Fahrzeugkilometer | Zahl der erforderlichen Kettendampfer |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Von Schweinfurt bis Bamberg | | 66,958 | | |
| „ „ „ „ | 464,280 = | 9837 | 76,795 | 0,90 |

Sonach wären erforderlich 12 Kettendampfer und ein kleinerer Dampfer, der nach dem projektirten Verhältniss 85,605 Schiffskilometer leisten würde.

Der Bergverkehr von 1877 ergibt:

| | Tonnenkilometer | Fahrzeugkilometer | Summe der Fahrzeugkilometer | Zahl der erforderlichen Kettendampfer |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Von Mainz bis Frankfurt | | 35,017 | | |
| „ „ „ „ | 494,625 = | 10,479 | 45,496 | 0,39 |
| „ Frankfurt bis Wertheim | | 682,877 | | |
| „ „ „ „ | 1,106,500 = | 23,443 | 706,320 | 6,02 |
| „ Wertheim bis Würzburg | | 77,175 | | |
| „ „ „ „ | 539,000 = | 11,419 | 88,594 | 0,76 |
| „ Würzburg bis Schweinfurt | | 54,985 | | |
| „ „ „ „ | 452,400 = | 9585 | 64,570 | 0,55 |
| | | | | Sa. 7,72 |

Ferner:

| | | | | |
|---------------------------------------|-----------|--------|--------|------|
| Von Schweinfurt bis Bamberg | | 27,492 | | |
| „ „ „ „ | 214,600 = | 4547 | 32,039 | 0,37 |

Es wären hiernach erforderlich 7 grössere und ein kleiner Dampfer.

Die dieser Berechnung zu Grunde liegenden, dem Neckarbetriebe entlehnten Annahmen sind eigentlich zu ungünstig, denn erstens ist der Main leichter zu befahren wie der Neckar und gestattet grössere Anhänge, zweitens gehen die Leistungen auf dem Neckar selbst zweifellos noch einer Steigerung entgegen.*) Das Unternehmen befand sich gewissermassen selbst noch in den Lehrjahren; die Gewohnheit in den Hantirungen, die fortschreitende Organisation und besonders die Eingewöhnung der Schiffer, welche sich dem Zuge anhängen oder dem Zuge beegnend in den Weg treten, wird noch manche Zeitvergeudung vermeiden lassen. Zum Beweise dessen dienen folgende Zahlen:

Die Kettenschiffe legten pro Nutztage in Berg- und Thalfahrt zurück:

| | im 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. Betriebsjahre |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| auf der Ober-Elbe | 57,00 | 71,00 | 69,74 | 71,84 | 79,20 | 84,74 | 77,24 | 87,14 | 90,30 km |
| 1. Halbjahr | | | | | | | | | |
| auf dem Neckar | 59,58 | 64,64 | — | — | — | — | — | — | — |

Die Fahrleistung ist sonach auf der Elbe vom 2. zum 9. Jahre von 71,00 km allmählig auf 90,30 km, also um 28 % gestiegen. Im Jahre 1872 dauerte die Fahrt von Magdeburg nach Dresden 4 bis 5 Tage, seit

*) Bis Ende Juni dieses Jahres wurden vereinnahmt M 134,000 statt M 111,000 im Vorjahre.

dem Jahre 1875 selten mehr als 3 Tage, zumeist jedoch weniger. Statt der berechneten dreizehn Schiffe für den Main würden also vielleicht zehn oder elf genügen, besonders wenn inzwischen der Transport statt von den ungünstigen kleinen Fahrzeugen von grösseren übernommen wird.

Andererseits ist es rätlich das Gesellschaftskapital reichlich genug zu bemessen, um auch einer Steigerung über den 73er Verkehr hinaus gewachsen zu sein. Mit Beibehaltung von dreizehn Schiffen ergibt sich dann folgendes

Anlagekapital. *)

| | | |
|---|----------|-----------------|
| 336,420 m 25,3 mm Kette wiegt 5,046,300 kg. Fertig verlegt pro 100 kg | M 30. —. | M 1,513,890. —. |
| 56,200 „ 22,0 „ „ „ 632,250 „ „ „ „ „ „ 31. —. | | „ 195,998. —. |
| 300 Paar Kettenschlösser zu M 6. — | | „ 1,800. —. |
| 12 Kettenschiffe zu M 84,000. — | | „ 1,008,000. —. |
| 1 Kettenschiff zu M 54,000. — | | „ 54,000. —. |
| Kohlenschiffe | | „ 20,000. —. |
| Reservetheile zu den Kettenschiffen | | „ 25,000. —. |
| 19 neue Fähreneinrichtungen zu M 1,500. — | | „ 28,500. —. |
| Bureau-Inventar | | „ 6,000. —. |
| Vorarbeiten, Zeichnungsspesen und Unvorhergesehenes | | „ 46,812. —. |
| | | M 2,900,000. —. |
| Ferner eine Reparaturwerkstätte | | „ 100,000. —. |
| | | M 3,000,000. —. |

Die Betriebskosten lassen sich nach dem anderthalbjährigen Betrieb auf dem Neckar ziemlich genau feststellen. Es betrug 1879 der Kohlenverbrauch der 4 Dampfer 2,588,000 kg; pro Dampfer 647,000 kg, welche bis auf das Schiff M 7,437. 44. kosteten, 100 kg sonach 113,1 S. Pro Nutztage wurden gebraucht 2,921 kg, die Zahl der Dienststunden ist nicht angegeben. Aus dem Bericht des Jahres 1878 lässt sich aber ersehen, dass in der Stunde 219,3 kg verbrannt wurden, was bei durchschnittlich ausgeübter 130 Pferdekraft 1,61 kg pro Pferdekraft und Stunde ergibt. Die sonst übliche Compound-Maschine hat sich bei den Kettenschiffen bisher nicht bewährt, die Kolben arbeiten nur bei einer bestimmten Dampfspannung und bestimmten Füllung

*) Die Kettenpreise sind um etwas höher, als gegenwärtig in ähnlichen Fällen für geringere Quantitäten abgeschlossen wurde. In diesem Monate, Juli 1880, schwanken die Offerten auf 20,000 m gleicher Kette zwischen M 26. —. und M 28. 50. frei Hamburg. — Die Kettenschiffe auf dem Neckar wurden abgeschlossen zu M 69,800. —. Die angenommenen Reservetheile sind: Dampfzylinder mit Deckel, Stopfbüchse, Schieberkasten und Schieber, dann Kolben, Kolbenfedern, Schieberstangen, Maschinenwelle, mit Kurbelscheibe und Zapfen, 1 grosses und 1 kleines zweitheiliges Triebrad, 1 Apparat zum Ausrücken der Triebräder, 2 Trommelwellen mit Trommeln und Rädern, alle Lager, Hähne und Ventile je zweimal, 2 Steuer mit Quadrant, 1 grosser und 1 kleiner Ausleger, Auslegerbuffer, Boller etc. Alle Schiffe einer Klasse sind genau gleichmässig auszuführen, so dass die Reservetheile auf jedes Schiff passen und nur einmal zu beschaffen sind. — Der Fährenumbau auf der Elbe hat bei grösseren Normalbreiten den Betrag von M 1500. —. nicht überschritten. — Eine eigene Reparaturwerkstätte ist in jeder Hinsicht empfehlenswerth. Die Reparaturen werden nicht nur billiger, sondern vor Allem einheitlich und rascher ausgeführt und kommt dies letztere besonders der Betriebstüchtigkeit zu Gute. Bei billigeren Reparatursätzen, als sonst zu erlangen, verzinst sich die Anlage mit Leichtigkeit, so dass für die Rentabilitätsberechnung nur obige M 2,900,000. —. in Frage kommen.

gleichmässig, während die fast fortwährend abweichenden Verhältnisse einen unruhigen, ruckweisen Gang hervorrufen, ausserdem ist die Manipulation bei langsamem Angehen etc. schwierig. Für die Mairdampfer ist jedoch eine Kombination vorgesehen, welche mit der Kohlenersparniss der Compound-Maschine den gleichmässigeren Gang der Hochdruckmaschine und gute Manipulationsfähigkeit verbindet. Bei vorliegendem Anschlage soll die zu erwartende Ersparniss nicht berücksichtigt, vielmehr die Ausgabe für Kohlen, einem höheren Einheitspreise von 120 Pfg. entsprechend, auf *M* 7891. 18, rund *M* 7900. —. erhöht werden.

Materialien und Maschinenspeise stellen sich pro Schiff auf dem Neckar sehr hoch auf *M* 2012. 65. sollen aber mit rund *M* 2000. —. auch hier angenommen werden.

Tau- und Leinenzeug, auf dem Neckar *M* 368. —., mögen auf *M* 600. —. erhöht werden.

Die Reparaturen, auf dem Neckar *M* 2623. —., müssen mit Rücksicht auf spätere Jahre zu etwa *M* 6000. —. normirt werden.

Das Neckar-Lohn-Conto ergibt *M* 40,225. 71. Wahrscheinlich sind hierbei noch andere Mannschaften als die des Schiffes berechnet, z. B. Zimmerleute etc. Die Schiffslöhne können indessen nach Rheinischen Beispielen jedenfalls wie folgt bestritten werden:

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1 Kapitän | <i>M</i> 1800. —. |
| 1 Maschinenführer | „ 1500. —. |
| 1 Bootsmann I. Classe | „ 1100. —. |
| 1 Bootsmann II. Classe | „ 1040. —. |
| 2 Heizer | „ 2080. —. |
| 1 Schiffsjunge | „ 480. —. |

M 8000. —., welche Summe

noch um *M* 800. —. höher ist wie auf der Elbe.

Die Betriebsausgaben betragen demnach für ein Schiff

| | |
|---|-------------------|
| für Brennmaterialien | <i>M</i> 7900. —. |
| „ Materialien und Maschinenspeise | „ 2000. —. |
| „ Tau- und Leinenzeug | „ 600. —. |
| „ Reparaturen | „ 6000. —. |
| „ Schiffslöhne | „ 8000. —. |
| ferner Hafengeld, Versicherung | „ 300. —. |

M 24,800. —.

gegen *M* 22,738. —. auf dem Neckar.

Die Betriebsausgaben des einen kleineren Schiffes können nur bei den Kohlen um etwa $\frac{1}{4}$ = *M* 2000. —. und bei den Reparaturen um etwa *M* 1500 billiger veranschlagt werden; die anderen Ausgaben bleiben nahezu dieselben.

An Generalunkosten erwachsen noch etwa:

| | |
|---|---------------------|
| für einen technischen und einen kaufmännischen Direktor, drei Inspektoren, einen Contoristen, einen Hülfschreiber und einen Materialien-Verwalter | <i>M</i> 22,000. —. |
| für Handlungs- und Betriebsunkosten, Reisen, Steuern etc. | <i>M</i> 20,000. —. |

Die Abschreibungen werden für die Kettenschiffe mit 6 % des Anschaffungswerthes durchaus genügend berechnet, besonders wenn durch die vorgesehenen jährlichen Reparaturen die Schiffe in dauernd gutem Zustande erhalten werden. Die Abschreibung für Schiffsinventar ist hierbei eingeschlossen. Für Kette ist eine Abschreibung von 7 % hinreichend. Es liegen hierüber genügende Erfahrungen vor. Auf der Elbe wurde vor 11 Jahren auf Grund französischer Angaben, weil in Deutschland noch kein Anhalt gegeben war, für Schiffe von 150 indizirter Pferdekraft und mehr eine Kette von nur 22,25 mm ($\frac{7}{8}$ " engl.) beschafft. Ein grosser Theil der Kette ist nach 10 Jahren, wenn auch an der Grenze der Tauglichkeit angekommen, noch in Betrieb. Von den theilweise beschafften einzölligen Ketten ist jedoch noch nichts zur Auswechslung gekommen. Die 25,3 mm Kette kann von ihrem Querschnitt, 1005 qmm, 23 Prozent verlieren, ehe sie den Querschnitt der 22,25 mm Kette erreicht. Sodann ist zu berücksichtigen, dass die abgenutzte Kette immer noch einen gewissen Werth hat. Im vorigen Jahre wurden ca. 60,000 m alte Schleppkette zu \mathcal{M} 8. 20, in diesem Jahre 20,000 m zu \mathcal{M} 16. — pro 100 kg verkauft. Als Verkaufswerth \mathcal{M} 9. — angenommen, bleiben von \mathcal{M} 30. — nur \mathcal{M} 21. — zu amortisiren. Setzt man auch für die 25,3 mm Kette eine zehnjährige Dauer an, so sind jährlich zu amortisiren $2,1 : 30 = 0,07$ oder 7 Prozent. Diese bewährte Abschreibung wird für den Main um so eher genügen, als ein so intensiver Verkehr wie auf der Elbe für längere Zeit wohl nicht erwartet werden darf.

Von Materialschiffen sind 15 Prozent abzuschreiben.

Man erhält danach folgende

Jahreskosten.

| | |
|--|---|
| Betriebskosten für 12 Kettenschiffe zu \mathcal{M} 24,800. — | \mathcal{M} 297,600. —. |
| „ „ 1 Kettenschiff „ „ 21,300. — | „ 21,300. —. |
| Generalunkosten | „ 42,000. —. |
| | <u>\mathcal{M} 360,900. —.</u> |

Ferner Abschreibungen:

| | |
|--|---|
| für Kette 7 % von \mathcal{M} 1,709,888. | \mathcal{M} 119,692. —. |
| „ Kettenschiffe 6 % von „ 1,062,000. | „ 63,720. —. |
| „ Kohlenschiffe 15 % von „ 20,000. | „ 3000. —. |
| „ Bureau-Inventar 10 % von „ 6000. | „ 600. —. |
| | <u>\mathcal{M} 187,012. —.</u> |
| | \mathcal{M} 547,912. —. |

IX.

Die Rentabilität.

Eine jede Rentabilitätsberechnung begiebt sich mehr oder minder in's Ungewisse; besonders bei einem Verkehrsunternehmen können die Voraussetzungen über die zu erwartende Verkehrsvermehrung leicht angezweifelt oder bestritten werden, da ein absolutes, überall zutreffendes Gesetz für diese Vermehrung nicht existirt und schwerlich gefunden wird. Für die Eisenbahnen hat man auf Grund der spezifischen Bevölkerung der durchschnittlichen Gebiete gewisse Durchschnittszahlen für den Personen- wie für den Güterverkehr ermittelt, für den besonderen Fall treffen diese Durchschnittszahlen jedoch selten zu. Der Glaube an die Entwicklungsfähigkeit des Verkehrs muss hier das beste thun, und wo eine direkte Rentabilität nicht zu erweisen ist, da muss der Hinweis auf den indirekten Nutzen, auf die Verbilligung der nothwendigsten Bedürfnisse, auf die Hebung der Steuerkraft den neuen Unternehmungen zur Stütze dienen. Bei der Rente, welche gegenwärtig die Eisenbahnen und namentlich die jüngeren unter ihnen abwerfen, dürfte man nicht daran denken, noch irgend eine neue Linie aufzuthun, wenn das Zustandekommen an den Nachweis der direkten Rentabilität gebunden werden sollte. Glücklicherweise ist dies nicht der Grundsatz, nach welchem der Staat, dem jetzt fast allein jeder Neubau zufällt, die Errichtung neuer Eisenbahnwege beurtheilt.

Was für die Eisenbahnen gilt, darf auch für die Wasserstrassen in Anspruch genommen werden, zumal das letzte Jahrzehnt bei ihnen einen Aufschwung erkennen lässt überall, wo nur die geringste Förderung ihnen zu theil wurde. Es muss in erhöhtem Maasse für den Main gelten, der früher schon einen so bedeutenden Verkehr getragen hat. Und so wie bei den Eisenbahnen aus Analogieen eine Verkehrsvermehrung vorausgesetzt wird, müssen auch die Erfolge der Kettenschiffahrt auf anderen Strömen als beweiskräftig dafür angesehen werden, dass eine bedeutende Steigerung des Mainverkehrs in sicherer Aussicht steht.

Bei dem vorliegenden Projekt braucht man sich jedoch nicht mit dem Hinweise auf den indirekten Nutzen zu begnügen, der bestehende und gewesene Verkehr lässt vielmehr bezüglich der zu erwartenden direkten Rente durch Anlehnung an die Resultate auf dem Neckar ziemlich sichere Schlüsse ziehen. Will man nur die Voraussetzung zulassen, dass nach Errichtung der Kettenschiffahrt der schon sehr reduzirte Verkehr des Jahres 1873, der fast allein auf dem lokalen Austausch basirt, wiedererreicht wird, so ergiebt sich schon eine Rente von 5,24 Prozent.

Nach dem Neckartarif sind zu vereinnahmen für die pro 1873 durch die Reichsstatistik nachgewiesenen 1,352,538 Fahrzeugkilometer (s. S. 69 sowie die graphische Darstellung des Verkehrs) und auf Grund des nachgewiesenen prozentalen Antheils der einzelnen Fahrzeugklassen

| von Fahrzeugen | deren Prozentantheil | Fahrzeug- kilometer | Durchschnitts- preis | |
|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| bis zu 30 t | 13,33 % | = 180,293 | zu 33 ₤ | <i>M</i> 59,496. 69. |
| " " 50 " | 40,73 " | = 550,889 | " 39 " | " 214,846. 71. |
| " " 75 " | 17,09 " | = 231,149 | " 49 " | " 113,263. 01. |
| " " 100 " | 22,03 " | = 297,964 | " 58 " | " 172,819. 12. |
| " " 150 " | 6,82 " | = 92,243 | " 74 " | " 68,259. 82. |
| 1,352,538 | | | | <i>M</i> 628,685. 35. |

Dazu für 6,808,000 Tonnenkilometer zu 1 Pf. 68,080. —.

M 696,765. 35.

Eine andere Rechnung ergibt Folgendes: Ein Neckardampfer vereinnahmte *M* 56,561. —.; nimmt man einen gleichen Ertrag für die 12 grösseren Mairidampfer an und für den kleineren Dampfer, dem Kraftverhältnisse entsprechend, *M* 38,000. —., so ergibt dies eine Gesamteinnahme von *M* 716,732. —. Das Plus von ca. *M* 20,000. —. gegen obige Rechnung hat seine Ursache darin, dass die Klasseneintheilung nicht genau zutreffend (auf dem Neckar werden mehr als 30 Klassen unterschieden), dass die grösseren Fahrzeuge die grösseren, die kleineren Fahrzeuge die kleineren Strecken fahren, besonders jedoch darin, dass Fahrzeug und Ladung bei Fahrten unter 60 km noch Zuschläge zahlen. Man darf deshalb auch hier die Durchschnitts-Einnahme der Dampfer ansetzen und erhält dann eine Gesamt-Einnahme von *M* 716,732. —.

Die Betriebsausgaben und Abschreibungen betragen S. 73 „ 547,912. —.

Somit Reingewinn *M* 168,820. —.

Hiervon 10 Prozent für Reservefonds und Tantiemen mit „ 16,882. —.

so bleiben zur Dividendenzahlung *M* 151,938. —.

oder 5,24 Prozent von *M* 2,900,000. —.

Dieselbe Rechnung für den 1877er Verkehr und für 8 Dampfer auf die ganze Länge von 393 Kilometer durchgeführt würde allerdings nur eine Dividende von 1,17 % erwarten lassen.

Wollte man annehmen, dass die Kettenschiffahrt gegenüber dem jetzigen Pferdebetrieb keine Steigerung hervorrufe, so würde danach kein weiterer Grund vorhanden sein, sie einzuführen, denn einen entsprechenden Unternehmerrgewinn würde der heruntergekommene Verkehr nicht abwerfen. Man wird nicht die ganze Länge mit einem Male in Betrieb nehmen, sondern zunächst die Strecken, welche noch einen grösseren Verkehr aufweisen. Für Frankfurt-Würzburg ergibt z. B. der 1877er Verkehr nach der gleichen Rechnung wie oben schon 4,20 Prozent. Man braucht also nicht zu befürchten, dass etwa die ersten Jahre ein so schlechtes Resultat abwerfen, dass dies abschrecken dürfte oder besondere finanzielle Vorkehrungen erheischen würde. Die gleichzeitige Steigerung des Verkehrs auf der ersten Strecke mit dem allmähig fortschreitenden Ausbau der ganzen Linie wird verhindern, dass man für die noch unbelebten Theile grosse Opfer zu bringen hat. Obwohl die ganze Linie bequem in einem Jahre ausgebaut werden könnte, würde es sich deshalb doch empfehlen, den Bau auf etwa 3 Jahre zu vertheilen und somit auch die Einübung der Mannschaft nicht zu überstürzen.

Es ist bisher nur mit den ersten Jahresresultaten des Neckars gerechnet worden. Bei Berechnung der Anlage- und Betriebskosten wurde jedoch schon darauf hingewiesen, dass die Leistungen der Schiffe auf der Elbe

von Jahr zu Jahr gewachsen sind, derart, dass die pro Tag zurückgelegten Strecken vom zweiten bis zum neunten Betriebsjahre allmählig um 28 Prozent stiegen. In ähnlicher Weise nahmen übrigens auch die Einnahmen zu.

Dieselben betragen nämlich pro Nutztag:

| im 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. Betriebsjahre |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 186.65 M, | 252.85 M, | 253.88 M, | 291.75 M, | 314.70 M, | 333.06 M, | 314.54 M, | 287.70 M, | 313.15 M |

in den letzten 5 Jahren durchschnittlich M 312.63. oder 67,5 % mehr als im ersten und 23,6 % mehr als im zweiten Jahre. Auch auf dem Neckar hat sich vom ersten Halbjahr in 1878 zum nächsten Jahre schon eine Steigerung von 7 % bemerklich gemacht*). Dabei wachsen die Ausgaben nur unbedeutend.

Zieht man gebührender Weise auch diese Verhältnisse in Rechnung, so wird man eine nach wenigen Jahren zu erzielende Steigerung der Einnahmen von mindestens 20 % annehmen müssen. Dies auf den 1873er Verkehr angewandt, ferner für Kohlen, für Materialien und Maschinenspeise, für Reparaturen und den Theil der Schiffslöhne, welche sich aus den zu zahlenden Kilometergeldern zusammensetzen, ebenfalls 20 % Mehrkosten in Ansatz gebracht, so erhält man eine Mehreinnahme von M 144,149. — gegen eine Mehrausgabe von M 52,040.

und der Reingewinn steigt von M 168,337. 30. auf M 260,446. 30.

davon 10 % für Reservefonds und Tantiemen mit „ 26,044. 60.

bleiben zur Vertheilung M 234,401. 70.

oder 8,08 Prozent von M 2,900,000. —.

Eine solche Dividende hätte auf der Ober-Elbe längst gezahlt werden können, wenn nicht die ursprünglich zu schwach bemessene Kette durch schwerere zu ersetzen gewesen wäre und wenn nicht von Jahr zu Jahr grössere Beträge verwandt worden wären zur Erweiterung der Betriebsmittel, so dass z. B. statt der projektirten 10 Dampfer jetzt deren 15 beschafft sind, ohne dass hierfür das Aktienkapital vermehrt wurde.

Die Erörterung der Rentabilität hat dargethan, dass für die gemeinnützige Durchführung des Unternehmens auf der ganzen Strecke von Mainz bis Bamberg zum Anschlusse an den Main-Donau-Kanal vorerst keine solche Rente erwartet werden darf, wie sie ein industrielles, des blossen direkten Gewinnes wegen zu gründendes Unternehmen zur Voraussetzung haben muss;

dass dagegen die Herstellung dieser fast 400 km langen Betriebsstrecke der Unterstützung durch den Staat wohl werth ist und dass die Wahrscheinlichkeit des direkten Nutzens für den Staat die andere Chance, welche ihm irgend namhafte oder dauernde Opfer auferlegen könnte, weit übersteigt, während ein enormer indirekter Nutzen ausser Zweifel steht.

*) Nach den neuesten Mittheilungen vom Neckar sind die Einnahmen bis Ende Juni dieses Jahres gegen die gleiche Zeit im Vorjahre um 20,7 % gestiegen. Auch auf der Elbe hat das gegenwärtige Jahr einen neuen Zuwachs an den Einnahmen ergeben.

X.

Die Beförderung auf der demnächst zu kanalisirenden Mainstrecke von Mainz bis Frankfurt.

Die bisherige Besprechung beschäftigte sich nur mit den Zuständen des freien unkanalisierten Stromes; für die Strecke von Mainz bis Frankfurt steht jedoch eine grosse Umänderung bevor. Nachdem die Bestrebungen, einen Kanal zu bauen, der Frankfurt mit dem Rheine verbände, so dass jederzeit grössere Rheinschiffe bis zum Hafen von Frankfurt gelangen könnten, ohne Erfolg geblieben, hat sich die Preussische Regierung entschlossen, auf ihre alleinige Kosten den Main selbst zu kanalisiren. Der Main wird demnach durch fünf bei Kostheim, Flörsheim, Okriftel, Höchst und unterhalb Frankfurt anzulegende Nadelwehre so aufgestaut, dass in demselben auch bei kleinstem Wasser eine Minimaltauchtiefe von 2 m erhalten werden kann.

Solche Nadelwehre bestehen aus einer festen, aus Quadern gebildeten horizontalen Sohle, auf welcher in einem Falze in Entfernungen von etwa je einem Meter eiserne Böcke stehen, die seitlich umgeklappt werden können. Sind die Böcke aufgerichtet, so wird darüber eine leichte Laufbrücke gelegt, gegen welche zum Aufstau des Wassers, nahezu vertikal, nebeneinander leichte Holzpfosten, die Nadeln, gestellt werden. Diese Nadeln, gewöhnlich von quadratischem Querschnitt von ca. 0,09 m Seite, müssen den Druck des von ihnen aufgestauten Wassers aushalten können und andererseits doch möglichst leicht sein, damit das Wehr ohne Mühe von Hand geöffnet und wieder aufgerichtet werden kann.

Je nach dem Wasserstande werden die Nadeln dicht neben einandergestellt oder so, dass sie durch kleine oder grössere Lücken das überflüssige Wasser durchströmen lassen, bis endlich, wenn der Strom die nöthige Wassertiefe ohne Aufstau hergibt, das ganze Wehr beseitigt wird.

Für die Bergfahrt erwächst aus dem Wehre nicht nur der Vortheil der grösseren Tauchtiefe, sondern es wird auch die Stromgeschwindigkeit gemindert. Mit dem Wachsen der Wassermenge und dem theilweisen Oeffnen des Wehres nähert sich die mittlere Geschwindigkeit allerdings derjenigen des ungehinderten Stromes und wird bis dahin, wo das Wehr gänzlich niederzulegen ist, bei einem Wasserstande von etwa 1,4 bis 1,5 m über Niederwasser, 1 bis 1,10 m erreichen.

Bei stehendem Wehre sind die Schiffe durch einen seitwärts geführten Kanal zu leiten, in welchem der Uebergang von einer Niveauhöhe zur anderen durch eine Kammerschleuse vermittelt wird. Die Schleusen sollen Schiffen von 65 m Länge, 8 m Breite und 2 m Tauchung, also von etwa 12,000 Ztr. Ladungsfähigkeit, den Durchgang gestatten. Für die Flösse wird im Flussbette selbst eine stets geöffnete Fahrrinne belassen mit Gefällen von 0,010 und 0,00625 und von 12 m Breite.

Der Bau, der mit Einrechnung der von Frankfurt selbst zu errichtenden Hafenbauten mit 5 Millionen Mark veranschlagt ist, hat die Genehmigung des Landtages erhalten und ist pro 1880 eine Rate von \mathcal{M} 800.000 dafür bereits bewilligt. Während das gegenwärtige Jahr noch mit der Ausarbeitung der speziellen Pläne und der Ordnung des Grunderwerbs hingeht, kann im nächsten Frühjahr mit dem eigentlichen Baue begonnen werden, der dann in 3 Jahren beendet werden soll.

Deutschland besitzt zwar schon mehrere derartige Kanalisationen, es ist jedoch die des Untermain die erste, welche auf einem grösseren Strome, für grosse Schiffe und in Erwartung eines bedeutenden Verkehrs ausgeführt wird und ist darum von allen Freunden der Schifffahrt mit besonderer Freude begrüsst worden.

Die Frankfurt und der gesammten Mainschifffahrt erwachsenden Vortheile sind bedeutend. Es werden danach nicht nur die Kosten der bisherigen Umladung in Mainz und die damit verbundene Minderung der Qualität oder Quantität der Waare vermieden, sondern auch die mit der Umladung und der Zusammensetzung ganz neuer Ladungen verbundene Verzögerung in der Beförderung wird in Wegfall kommen. Man darf mit Recht erwarten, dass der intensive Rheinverkehr sich auch auf die in einem noch vorzüglicheren Zustand gebrachte Mainstrecke ausdehnen wird, wenn zugleich ! die andere Bedingung zur Erfüllung gelangt, dass die Beförderung auf derselben eine so rasche und zuverlässige wird, wie sie den Anforderungen des heutigen Verkehrs entspricht.

Leider ist diese Bedingung bei so vielen kostbaren Wasserstrassen ausser Acht gelassen worden; für den Bau von Kanälen wurden Millionen ausgegeben, während man den Betrieb, so wie es hergebracht, dem Zufalle überliess. Wer sich mit dem Kanalwesen etwas näher beschäftigt hat, weiss, dass die übermässige Lieferfrist nicht nur viele Güter dem Schiffstransporte abwendig macht, sondern dass die lange Reisedauer vor Allem den Transport derartig vertheuert, dass die Entwicklung des Kanalwesens nicht allein von Neubauten, sondern vor Allem von einer Reform des Betriebes abhängig ist. Es verlohnt sich nicht, die enormen Baukosten aufzuwenden, wenn nicht zugleich Vorsorge getroffen wird, dass die Anlage durch einen intensiven Betrieb zur vollsten Ausnutzung gelangt.

Die Frage, wie der Betrieb am besten zu organisiren sei, ist ebenso für den kanalisirten Main von hervorragender Wichtigkeit, sie gewinnt sogar mit Rücksicht auf etwa nachfolgende Kanalisationspläne eine gewisse prinzipielle Bedeutung. Wenn es nicht gelingen sollte, mit der vermehrten Tauchtiefe auch eine rasche Beförderung zu verbinden, wenn deshalb eine gegen den Verkehr auf freien Strömen zu erwartende grosse Steigerung nicht eintreten sollte, so würde damit weiteren Kanalisationsplänen das Urtheil gesprochen sein.

Die Strecke von der Schiffsbrücke in Mainz bis zur Mündung des Mainstromes beträgt annähernd 1,7 km, von der Mündung bis zur Alten Brücke in Frankfurt 35,8 km; die gesammte Länge ist demnach = 37,5 km oder 5 Meilen. Für eine so kurze Strecke ist die schnelle Gangart noch nicht von entscheidender Wirkung, dagegen ist es wichtig, dass die Beförderungsmittel in stets genügendem Maasse vorhanden sind. Im Allgemeinen darf man verlangen,

- 1) dass die Fahrt von Mainz bis Frankfurt mit den Aufenthalten in den Schleusen in etwa 10 Stunden zurückgelegt wird;
- 2) dass die Beförderungsmittel ausreichend vorhanden sind, um auch bei dem zeitweilig zu erwartenden grösseren Andränge in Mainz jedes angemeldete Fahrzeug in einem Tage nach Frankfurt zu schaffen.

Ich habe mich über die zweckmässigste Beförderung schon in einem im December vorigen Jahres erstatteten Berichte ausgesprochen und soll derselbe mit geringen Erweiterungen sowie mit Rücksichtnahme auf eine inzwischen herausgegebene Entgegnungsschrift von Regierungsbaumeister Herrn P. Werneburg: „Kette oder Schleppdampfer auf dem kanalisirten Main“ hier folgen.

Bevor die verschiedenen Systeme miteinander in Vergleich kommen, möge festgestellt werden, welcher Kraftaufwand zum Schleppen der grossen Rheinkähne von 12,000 Zentner erforderlich.

Zieht man nach der zweiten Tabelle S. 40 die Dauer der verschiedenen Wasserstände zu Rathe und vertheilt dieselben prozentual auf 295 Nutztage, berechnet man nach dem mittleren Gefälle für die verschiedenen Wasserstände die mittleren Stromgeschwindigkeiten (wiederum als Mittel der Resultate nach Grebenau und Darcy und Bazin), multipliziert diese mit dem Inhalt eines Normalprofils, dividirt die gewonnene Wassermenge durch den Inhalt des gestauten Wasserquerschnittes, so erhält man die mittlere Geschwindigkeit im gestauten Wasser für die bei verschiedenen Wasserständen zuströmenden Wassermengen. Die Strömung, welche die Schiffe zu überwinden haben, darf um ein Drittel höher genommen werden, wie die ermittelten Geschwindigkeiten. Nimmt man den Querschnitt eines 12,000 Zentner Schiffes zu $12,8 \text{ qm}$, den Widerstandskoeffizienten zu $0,3$ an, so erhält man danach in folgender Tabelle für eine vorzusetzende Schiffsgeschwindigkeit von $1,5 \text{ m}$, ein Bild der Arbeitsleistungen, auf welche die Beförderungsmittel einzurichten sind.

| Wasserstand | Wassermenge | Natürliche Stromgeschwindigkeit | Geschwindigkeit im gestauten Wasser | Strömung, welche das Schiff zu überwinden hat | Widerstand des geschleppten Schiffes bei $1,5 \text{ m}$ Geschwindigkeit | Mittlere Dauer der entsprechenden Wasserstände |
|--------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|
| | cbm | m | m | m | kg | Tage |
| Niederwasser . . . | 70 | $0,60$ | $0,25$ | $0,33$ | 656 | 55 91 64 45 40 |
| N. W. + 28 cm | 93 | $0,68$ | $0,32$ | $0,43$ | 728 | |
| N. W. + 58 „ | 135*) | $0,78^*)$ | $0,47$ | $0,63$ | 888 | |
| N. W. + 93 „ | 192 | $0,88$ | $0,66$ | $0,88$ | 1108 | |
| N. W. + 143 „ | 289 | $1,00$ | $1,00$ | $1,33$ | 1566 | |
| N. W. + 300 „ | — | $1,36$ | — | $1,81$ | 2145 | |

Diese Annahmen sind allerdings nur überschläglich begründet, in Ermangelung genauerer Unterlagen sind dieselben jedoch nicht zu entbehren. Mögen die Berechnungen von den späteren wirklichen Ergebnissen auch um zehn Prozent oder mehr abweichen, so giebt doch die Tabelle eine Vorstellung über das Verhalten der

*) Herr Regierungs- und Baurath Cuno, dem das Projekt der Kanalisation des Main zu verdanken ist, giebt für Mittelwasser von $+ 1,5 \text{ m}$ am Frankfurter Staatspegel, welches mit 58 cm über N. W. ziemlich übereinstimmt, eine Wassermenge von 142 cbm und eine mittlere Geschwindigkeit von $0,80 \text{ m an}$. Dies lässt vermuthen, dass die den obigen Resultaten zu Grunde gelegten Annahmen von der Wirklichkeit nicht weit abweichen und eher zu niedrig wie zu hoch sind.

zu überwindenden, wechselnden Widerstände und es folgt daraus, dass es nicht genügt, eine durchschnittliche Stromgeschwindigkeit von $0,5$ m anzunehmen. Eine solche wird, schwankend zwischen $0,33$ und $0,63$ m, für vielleicht 5 Monate gelten, für die weiteren 5 Betriebsmonate wird man aber auf einen Wechsel zwischen $0,63$ bis $1,81$ m rechnen müssen. Der Widerstand eines zu schleppenden Rheinschiffes wird nicht durchschnittlich wie für $0,5$ m Stromgeschwindigkeit 783 kg, sondern 1050 kg betragen und wird bei höheren Wasserständen bis auf 2145 kg anwachsen. In der Fuhrt unterhalb Frankfurt, welche auf 2000 m ein Gefälle von $1,19$ m, also ein Gefällverhältniss von $0,000595$ hat, wird die zu überwindende Stromgeschwindigkeit bei niedergelegtem Wehre sogar auf $1,54$ bis $2,11$ m zu schätzen sein. Den gewonnenen Zahlen gegenüber lassen sich nun die verschiedenen Beförderungssysteme um so sicherer beurtheilen.

1) Beförderung durch Pferde.

Die auf den Kanälen noch vielfach übliche Beförderung durch Pferde wird von Allen, welche eine Reform des Kanalwesens anstreben, nur als ein Nothbehelf angesehen, für welchen auf den alten für Dampftrieb nicht besonders eingerichteten Kanälen leider noch kein Ersatz gefunden ist; die Haltungen sind zu kurz, der Schleusen sind zu viele. Erst in neuerer Zeit projektirt man Kanäle mit Konzentration der Gefälle auf wenige Punkte und damit zu erlangende längere Haltungen. Die noch bestehende umfangreiche Anwendung des Pferdezeuges kann danach nicht als ein Beleg für seine Zweckmässigkeit vorgebracht werden. Noch weniger wie für alte Kanäle, auf denen sich in wirklichem Stauwasser schneckenartig meist nur kleinere Fahrzeuge vorwärts bewegen — in Frankreich rechnet man 25 km pro Tag — kann der Pferdezug für den Main, auf dem grosse Fahrzeuge in Verkehr kommen, als zweckdienlich angenommen werden.

Zunächst muss man auf eine Fahrgeschwindigkeit von $1,5$ m verzichten. Als Leistungen eines Pferdes werden angegeben:

| | Zugkraft | Geschwindigkeit | Dauer der Arbeit | Arbeitsleistung pro Tag |
|-------------------|----------|-----------------|------------------|-------------------------|
| von Dupin | 90 kg | $1,11$ m | 8 Stunden | 2,880,000 mkg |
| Migout | 70—80 „ | $1,00$ „ | 9—10 „ | 2,880,000 „ |
| Morin | 70 „ | $0,90$ „ | 10 „ | 2,268,000 „ |
| d'Aubuisson | 65 „ | $0,954$ „ | 11 „ | 2,457,000 „ |

(speziell für Schiffszug ermittelt)

Eine Geschwindigkeit von $0,95$ m angenommen, gestalten sich die Schiffswiderstände für die oben genannten Wasserstandshöhen:

| | 28 cm über N. W. | 58 cm über N. W. | 93 cm über N. W. | 143 cm über N. W. |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Niederwasser, | 28 cm über N. W. | 58 cm über N. W. | 93 cm über N. W. | 143 cm über N. W. |
| zu | 321, | 346, | 489, | 654 und 1018 kg |
| wozu erforderlich | 5, | 5—6, | 8, | 10 und 16 Pferde. |

Dabei ist dem seitlichen Zuge, der je nach den Umständen einen grösseren Verlust, mindestens aber 10 Prozent mit sich bringt, nicht Rechnung getragen. Ausserdem ist bekannt, dass die Nutzleistung des einzelnen Pferdes bei wachsender Kopffzahl stark abnimmt. Nach Bokelberg beträgt die Leistung zweispännig $97,8$ %, vierspännig 80 %, sechsspännig $64,4$ %, achtpännig nur $48,8$ % dessen, was die zusammengespannten Pferde einzeln leisten würden. Die Kopffzahl könnte danach bei höherem Wasser auf das Doppelte steigen. Bei 2 m über Niederwasser müsste der Betrieb überhaupt eingestellt werden.

Schiffe, welche von Mainz abgehen wollen, würden bis zur Mainmündung jederzeit erst einen Dampfer zu engagiren haben. Die Fahrzeit würde, abgesehen von den Schleusungen, statt $6\frac{1}{2}$ Stunden ca. 10 Stunden dauern. Das System ist theuer und sonach unvollkommen in jeder Beziehung.

2) Beförderung durch Rad- oder Schraubendampfer.

Für jede Art von Dampftrieb ist es vortheilhaft, eine möglichst grosse Kraft in einer Maschine zu konzentriren, 150 Pferdekraft in einer Maschine arbeiten ausserordentlich viel billiger, als 5 . 30 Pferdekraft auf 5 Schiffe vertheilt. Die Anschaffungs- und somit die Amortisationskosten sind geringer, ebenso die Reparaturen, die Kohlenmengen, sowie die Kosten für die Bedienung, welche letztere für ein grösseres Schiff kaum mehr Personen erfordert, wie für ein kleineres.

Ausserdem verringert sich beim Schleppen in Zügen auch der Widerstand. Werden die Fahrzeuge enge hintereinander gekuppelt, so dass ein jedes derselben in dem Kielwasser des voraufgehenden fährt, so ist nach Bazin bei n Fahrzeugen der Widerstand des Zuges nicht n mal, sondern nur $(n + 1) : 2$ mal grösser als der des einzelnen Fahrzeuges, also bei 5 Fahrzeugen nicht 5 mal, sondern nur 3 mal grösser; die Ersparniss an Zugkraft beträgt also dann 40 Prozent.

Es fragt sich nur, ob die Bildung von Schleppzügen auch auf einer von Schleusen unterbrochenen Strecke zweckmässig ist. Als Schleppdampfer für grössere Züge kommen Raddampfer, welche zu breit ausfallen, um die Schleusen passiren zu können, kaum in Betracht. Auch für Schraubendampfer ergibt sich bald eine Grenze, welche zweckmässiger Weise nicht überschritten werden kann, weil der zulässige Schraubendurchmesser zu dem grossen Widerstande eines Zuges nicht in angemessenem Verhältnisse bleibt und damit der Wirkungsgrad der Schraube herabgezogen wird.

Anfangs hiess es, und zwar wurde mir dies von kompetentester Seite mitgetheilt, es sei projektirt, zwischen den einzelnen Schleusen kleine Schleppdampfer zu stationiren. Ich habe daraufhin 3 Fälle besprochen, wonach diese Dampfer 1) zwischen den Schleusen stationirt bleiben, oder 2) mit ihrem Anhang durchgeschleust werden, so dass erst der Dampfer, dann der Anhang die Schleuse passirt, oder 3) Dampfer und Anhang die entsprechend verlängerte Schleuse gleichzeitig durchfahren. Der letzte Fall stellte sich dabei als der günstigste heraus, während der erste Fall schon deshalb ungünstig wurde, weil die Strecken zwischen den Schleusen von sehr ungleicher Länge sind und einzelne Dampfer dadurch zu vielfachem Stillliegen verurtheilt wurden.

Neuerdings hat nun Herr Werneburg das Projekt aufgestellt, die ganze Fahrt in drei Strecken zu theilen, welche eine fast gleiche Länge erhalten können. Es betragen nämlich die Längen:

| | | | |
|---|-----|----------|------------------|
| von der Brücke in Mainz bis Schleuse Kostheim | ca. | 3,000 m | } zus. 13,200 m. |
| „ Schleuse Kostheim „ „ Flörsheim | „ | 10,200 „ | |
| „ „ Flörsheim „ „ Okriftel | „ | 6,900 „ | } „ 13,500 „ |
| „ „ Okriftel „ „ Höchst | „ | 6,600 „ | |
| „ „ Höchst „ „ Frankfurt | „ | 7,400 „ | } „ 10,300 „ |
| „ „ Frankfurt „ zur Alten Brücke | „ | 2,900 „ | |

Es soll nun ein Dampfer je zwei auf einander folgende Strecken, also z. B. Mainz-Flörsheim und die dazwischen liegende Schleuse — Kostheim — hin und zurück befahren, die nächste Schleuse — Flörsheim — jedoch nicht passiren. Die Dampfer sollen kräftig genug sein, um 2 grosse Rheinschiffe mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m zu Berg zu schleppen. Nachdem somit ein bestimmtes Programm gegeben, das als das vorzüglichere erkannt ist, braucht nur noch dieses einer Besprechung unterzogen zu werden.

Ich werde mir jedoch erlauben, die Voraussetzung, dass die Dampfer auf den Drittel-Strecken stationirt bleiben, bei Seite zu lassen. Nach meiner auf vielfache Erfahrungen gegründeten Ueberzeugung darf man im Schiffahrtsdienste, der nicht nur von den wechselnden Wasserständen und Windrichtungen, sondern von so vielen anderen Zufällen abhängt, auf eine solche Regelmässigkeit, wie sie für obige Voraussetzung erforderlich ist, durchaus nicht rechnen. Die geringste Betriebsstörung auf einer Strecke theilt sich bei Stationirung der Dampfer den anderen Strecken sofort mit. Zudem wird durch die Stationirung der Dampfer die Leistungsfähigkeit nicht gefördert. Herr Werneburg rechnet zwar für die Bergfahrt 11 Std. 34 Min., für die Thalfahrt 8 Std. 50 Min. und deshalb die Gesamtfahrt zu 20 Std. 24 Min. Da indessen die thalwärts gekommenen Dampfer an den Endschleusen ihrer Strecke jedesmal warten müssen, bis die Bergdampfer heran sind, so ist die raschere Thalfahrt nutzlos, die Wartezeit muss der Reisedauer zugerechnet werden und wird dieselbe sonach $2 \times 11 \text{ Std. } 34 \text{ Min.} = 23 \text{ Std. } 8 \text{ Min.}$, d. i. um 10 % höher. Zur Ersparung von Schleusenwasser ist gar kein Grund vorhanden. Man fährt also besser, wenn man dem alten praktischen Schiffergrundsatz folgt, jeden gebotenen Moment zum Vorwärtskommen zu benutzen und somit ohne Beachtung irgend eines Dienstplanes jeden Dampfer ohne Zeitverlust die Schleusen passiren lässt. Die Stationirung der Dampfer muss dann natürlich fortfallen.

Der Widerstand eines Rheinschiffes war für eine Strömung im gestauten Wasser von 0,5 m zu 783 kg ermittelt, für 2 hintereinanderhängende Schiffe wird derselbe $783 \times 3 : 2 = 1174 \text{ kg}$. Die zu leistende Arbeit beträgt demnach für 1,5 m Geschwindigkeit des Schiffes 2348 mkg und bei einem durchschnittlichen Nutzeffekt von 33 % *) muss die Maschine indiziren $2348 \frac{100}{33} = 7115 \text{ mk}$ oder 94,87 Pferdekraft.

*) Herr Werneburg hat mein Gutachten in seiner schon erwähnten Schrift einer Kritik unterzogen, deren verletzende Art es mir schwer macht, näher darauf einzugehen, ohne selbst von der ruhigen, objektiven Beurtheilung abzuweichen. Im Interesse der Sache ziehe ich es vor, nur die sachlichen Einwände zu besprechen. Herr Werneburg schreibt bezüglich des von mir angenommenen Nutzeffekts: „Nebenbei fällt uns noch ein anderer höchst sonderbarer Widerspruch des Gutachtens und des Werkes des Herrn B. in die Augen. Auf derselben Seite seines Werkes (Studien über Bau und Betriebsweise eines deutschen Kanalnetzes) berechnet er die indizirten Pferdekkräfte eines Schraubenschiffes, welches 12,12 effektive Pferdekkräfte leisten soll, zu 25 ind. H. P.; ein anderes mit 16,12 effekt. H. P. zu 33 ind. H. P., d. h. er setzt bei diesen Schiffen also einen totalen Nutzeffekt von 50 % voraus.“

„Dagegen sagt er in seinem Gutachten: „„Der Nutzeffekt der kleineren Rad- und Schraubendampfer darf als gleichstehend angenommen werden““, woraus wiederum folgt, dass Herr B. auch für den Raddampfer in seinem Gutachten 50 % Nutzeffekt hätte annehmen sollen, nicht 33 $\frac{1}{3}$ %, wie er wirklich gethan hat.“

Diese Folgerung ist nicht richtig, Herr Werneburg übersieht, dass zwei ganz verschiedene Aufgaben vorliegen. Im ersten Falle handelt es sich um ein Kanalschiff, dessen Schraube nur dieses Schiff zu treiben hat; der Schleppdampfer auf dem Main soll aber ausser dem Widerstande des eigenen Körpers noch einen um ca. 5mal grösseren Widerstand des Anhanges bewältigen. Dadurch wird der Rücklauf der Schraube vergrössert, bez. der Wirkungsgrad verringert. In welchem Grade mit dem Werthe $\sqrt{K F}$, worin K der konstante Koeffizient und F den Schiffsquerschnitt bez. die Summe der Schiffsquerschnitte bedeutet, der Rücklauf der Schraube wächst, hat Herr Professor Lewicki im Civilingenieur, XXII. Band näher nachgewiesen. Dazu gesellt sich aber im gegenwärtigen Falle noch eine zweite Ursache, welche den Wirkungsgrad vermindert. Im Kanale

Für eine etwas über 100 pferdige Maschine bedarf man nach bekannten Beispielen eines Schiffskörpers von etwa 7 qm Fläche des Hauptspants, der Widerstand wird bei denselben Bedingungen wie vorher, bei einem günstigeren Widerstandskoeffizienten von $0_{,15}$, 214 kg, die Nutzarbeit 428 mkg, die zu indizirende Pferdekraft $17_{,3}$, so dass man auf insgesamt rund 112 Pferdekraft wird rechnen müssen.

Die Gesamtarbeit setzt sich dann für den Dienst im ruhigen Wasser zusammen wie folgt:

$$\left(\frac{2 + 1}{2} \cdot k F + k_1 F_1 \right) \frac{1000}{2 g} v^3 = 0_{,455} \cdot 112 \cdot 75$$

worin $k = 0_{,30}$, $F = 12_{,8}$ qm, $k_1 = 0_{,15}$, $F_1 = 7$ qm, $0_{,455} = 0_{,7} \times 0_{,65}$ der Koeffizient für den Verlust der Maschinenkraft bei Uebertragung auf die Welle und für den Rücklauf der Schraube in ruhigem Wasser; die Arbeit wird für die Bergfahrt gegen eine Strömung c

$$\left(\frac{2 + 1}{2} k F + k_1 F_1 \right) \frac{1000}{2 g} (v + c)^3 = 0_{,455} \cdot 112 \cdot 75$$

woraus

$$v + c = 2_{,234} \text{ m.}$$

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Man erhält danach für | $c = 0$ | $0_{,33}$ | $0_{,43}$ | $0_{,63}$ | $0_{,88}$ | $1_{,33}$ | $1_{,81}$ | $2_{,11}$ m |
| | $v = 2_{,23}$ | $1_{,90}$ | $1_{,80}$ | $1_{,60}$ | $1_{,35}$ | $0_{,90}$ | $0_{,42}$ | $0_{,12}$ „ |

Die Axialgewindigkeit ist $2_{,23} \times 100 : 65 = 3_{,43}$ m, für die verschiedenen Fälle wird dann

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| der Nutzeffekt der Schraube | $= 0_{,65}$ | $0_{,55}$ | $0_{,52}$ | $0_{,46}$ | $0_{,39}$ | $0_{,26}$ | $0_{,12}$ | $0_{,03}$ |
| die Nutzarbeit der Maschine | $= 0_{,455}$ | $0_{,385}$ | $0_{,364}$ | $0_{,322}$ | $0_{,273}$ | $0_{,182}$ | $0_{,084}$ | $0_{,024}$ |

bewegt sich das Schiff in nahezu stillem Wasser, im fließenden Main jedoch gegen eine Strömung, deren Maass den Rücklauf vermehrt. Ist die Geschwindigkeit des Schiffes in ruhigem Wasser, entsprechend 50 Prozent der Maschinenkraft, z. B. gleich $1_{,5}$ m, und entspricht die Axialgeschwindigkeit der Schraube 70 Prozent der indizierten Kraftäusserung im Zylinder, so ist die Axialgeschwindigkeit $= 2_{,1}$ m, d. h. das Schiff würde sich mit $2_{,1}$ m fortbewegen, wenn die Schraube auf eine feste Mutter wirkte, während im Wasser $0_{,6}$ m als Rücklauf verloren gehen. Tritt dieselbe Schraube mit der gleichen Arbeit vom ruhigen Wasser in eine Strömung von z. B. $0_{,5}$ m, so vergrössert sich der Rücklauf um dieses Maass, die Axialgeschwindigkeit bleibt $2_{,1}$ m, die Schiffsgeschwindigkeit reduziert sich aber auf $1_{,0}$ m und der Rücklauf, der vorher $0_{,6} : 2_{,1} = 0_{,286}$ betrug, wird $1_{,1} : 2_{,1} = 0_{,524}$ der Axialgeschwindigkeit, dagegen die Nutzwirkung der Schraube $1_{,5} : 2_{,1} = 0_{,714}$ und $1_{,0} : 2_{,1} = 0_{,476}$. Bezogen auf die indizierte Kraft, welche angenommener Weise in beiden Fällen 70 Prozent an die Schraubenwelle abgibt, hat man einen Nutzeffekt

$$\text{im ersten Falle } 0_{,70} \times 0_{,714} = 0_{,4998}$$

$$\text{im zweiten Falle } 0_{,70} \times 0_{,476} = 0_{,3332}$$

Das projektirte Mainschiff soll bei $0_{,5}$ m Stromgeschwindigkeit $1_{,5}$ m Schiffsgeschwindigkeit haben, die Geschwindigkeit im ruhigen Wasser wäre dann 2 m, die Axialgeschwindigkeit unter denselben Voraussetzungen $2_{,8}$ m, die Nutzwirkung der Schraube bei $0_{,5}$ m Strömung $1_{,5} : 2_{,8} = 0_{,536}$, bezogen auf die indizierte Kraft $0_{,70} \times 0_{,536} = 0_{,3752}$. Auf eine mittlere Strömung von $0_{,5}$ m ist nur während 5 Monate zu rechnen, während dieselbe in weiteren 4 Monaten von $0_{,68}$ bis zu $1_{,4}$ m steigt und während mehr als 1 Monat über $1_{,4}$ m beträgt. Für 1 m Stromgeschwindigkeit wird der Nutzeffekt $1_{,0} : 2_{,8} \times 0_{,70} = 0_{,25}$, für $1_{,4}$ m, $0_{,6} : 2_{,8} \times 0_{,7} = 0_{,15}$.

Es giebt noch keine zuverlässige Methode, nach welcher es möglich wäre, die Arbeitsverhältnisse eines Schraubendampfers mit der nöthigen Sicherheit voraus zu bestimmen, namentlich nicht für die komplizirteren Verhältnisse auf einem Kanale oder im Strome. Wenn man indessen die Annahme eines 50prozentigen Nutzeffektes auf dem Kanale anerkennen will, so ist es danach nicht nur gerechtfertigt, die Annahme für den vorliegenden Fall erheblich zu ermässigen, es ist vielmehr die Annahme eines durchschnittlichen $33\frac{1}{3}$ prozentigen Effektes, bezogen auf die indizierte Pferdekraft, eher zu hoch wie zu niedrig gesetzt.

Die Maschine ist hiernach nicht zu gross gewählt. Hängt man bei höheren Wasserständen statt zweier Fahrzeuge nur ein Fahrzeug von 12,000 Ztr. an, so wird

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|------|------|------|
| bei $v =$ | — | — | — | — | — | 1.15 | 0.67 | 0.37 |
| der Nutzeffekt der Maschine = | — | — | — | — | — | 0.33 | 0.19 | 0.10 |

Daraus lässt sich mit Berücksichtigung der Wasserstände schliessen, dass durchschnittlich gefahren wird

| | mit 2 Schiffen | mit 1 Schiffe |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|
| während | 55 Tage mit 1.85 m Geschwindigkeit | 40 Tage mit 0.91 m Geschwindigkeit |
| | 91 „ „ 1.70 „ „ | bei niedergelegtem Wehre. |
| | 64 „ „ 1.48 „ „ | |
| | 45 „ „ 1.12 „ „ | |
| | oder 255 Tage mit 1.55 m | |

Die theoretische Leistungsfähigkeit lässt sich nun wie folgt veranschlagen. Rechnet man den Aufenthalt an einer Schleuse für einen Dampfer mit 2 Schiffen mit Einrechnung der Verzögerung durch Anlauf und Endlauf zu $1\frac{1}{4}$ Stunde, für 5 Schleusen zu $6\frac{1}{4}$ Stunde, für einen Dampfer mit 1 Schiffe zu 50 Minuten, bez. 4 Stunden 10 Minuten; für An- und Abhängen zum Beginne und Schlusse einer Fahrt 20 Minuten; nimmt man ferner an für die Thalfahrt bei stehendem Wehre eine Geschwindigkeit von 3 m, bei gelegtem Wehre oder wenn bei höheren Wasserständen thalwärts die im Wehre befindlichen Oeffnungen passirt werden können, 4 m; rechnet man den Tag ferner zu 15 Dienststunden, so ergibt sich

| | Tage oder Dienststunden | Bergfahrt | Thalfahrt | Anhang | Zahl aller Schiffe |
|---------|-------------------------|---------------|--------------|-----------|----------------------|
| während | 255 „ 3825 | 13 Std. 19 M. | 7 Std. 59 M. | 2 Schiffe | 359 |
| | 40 „ 600 | 11 „ 45 „ | 3 „ — „ | 1 „ | 40 |
| | | | | | zusammen 399 Schiffe |

von 12,000 Ztr. oder eine entsprechende Zahl anderer Schiffe. Ist statt der grossen Fahrzeuge eine Mehrzahl kleinerer anzuhängen, so dauern die Schlessungen länger wie angenommen. Die Zahl drückt wohlbemerkt nur die theoretische Leistungsfähigkeit aus und hat nur insofern Werth, als darauf ein Vergleich mit anderen Systemen begründet werden kann.

Für Schraubendampfer der berechneten Grösse mit den eingebauten Wohnräumen für 6 Mann und mit der Ausrüstung muss ein Anschaffungspreis von mindestens 36,000 \mathcal{M} veranschlagt werden.

Die Jahreskosten dieses Schraubendampfers stellen sich unter der Voraussetzung, dass derselbe während 80 Prozent der verfügbaren Tage Dienst thue, wie folgt:

$$\text{Kohlen*}) 295 \text{ Tage} \cdot 0.8 \cdot 15 \text{ Stdn.} \times 112 \cdot 1.61 \text{ kg} = 638,332 \text{ kg zu } \mathcal{M} 1,20 \dots \mathcal{M} 7,660. —$$

*) Pro ind. Pferdekraft und Stunde 1.61 kg, wie sich bei den Neckardampfern ergeben hat, während Herr Werneburg 1.8 kg ansetzt. Herr Werneburg giebt über meinen früheren fast doppelt so hohen Ansatz für kleinere Dampfer eine grosse Entrüstung kund. Er legt seinen Annahmen eine Compound-Maschine zu Grunde und ist der Ansicht, dass die Arbeit der letzten 20 Jahre, Maschinen von möglichst geringem Gebrauche zu konstruiren, von solchem Erfolg gekrönt war, dass jetzt nach Anwendung der Compound-Maschine ein Kohlenverbrauch von ca. 1 kg als Norm anzusehen sei, allerdings zugebend, dass für eine grosse Maschine der Kohlenkonsum geringer als für eine kleinere. In ganz bedingter Weise ist Herrn Werneburg beizupflichten, nämlich dann, wenn es sich

| | | | |
|---|-----------|---|------------|
| | Transport | M | 7,660. —. |
| Oil, Talg, Dichtungsmaterial | „ | | 750. —. |
| Tau- und Leinenzeug | „ | | 300. —. |
| Löhne***) Kapitän 1800 M, Maschinist 1500 M, 2 Bootsleute 2080 M, 2 Heizer 2080 M | „ | | 7,460. —. |
| Reparaturen***) | „ | | 3,000. —. |
| Hafengeld, Versicherung | „ | | 200. —. |
| | | M | 19,370. —. |

darum handelt, das Güteverhältniss einer Maschine zu messen; die Kalkulation für den praktischen Gebrauch erfordert jedoch ganz andere Grundlagen. Praktiker wissen, dass der Betriebskonsum je nach den Betriebsverhältnissen oft weit höher ist, als er unter besonders vorbereiteten normalen Verhältnissen und gewöhnlich bei neuen Maschinen gemessen wird. Wenn Herr Werneburg sagt: „Das allein richtige und allgemein übliche Maass für Bestimmung des Kohlenverbrauchs ist die Zahl Kilogramm Steinkohlen, welche die Maschine pro indizierte Pferdekraft und Stunde gebraucht,“ so bin ich allerdings der Meinung, dass dies weder üblich noch richtig ist.

Die Indikatormessung, welche Herr Werneburg meint, hat vornehmlich den Zweck, das Güteverhältniss einer Maschine festzustellen, und dafür muss die Maschine unter normale Arbeitsverhältnisse gebracht und alle Störungen, wie sie im dauernden Betriebe unvermeidlich sind, wie Undichtigkeiten, Spiel im Steuerungsmechanismus, ungleiche oder unvortheilhafte Gangart etc. müssen fern gehalten werden; man sucht mit einem Worte die höchste Leistung unter den günstigsten Bedingungen. Es dient aber auch die Indikatormessung zur Untersuchung der Fehler, welche durch Abnutzung der bewegten Theile im Steuerungsmechanismus, durch Aenderungen in der Schieberstellung, durch unrichtige Reparaturen, durch Undichtigkeit der Kolben etc. eintreten, und dabei hat man Gelegenheit zu sehen, wie weit das Resultat von dem nach erster Art gewonnenen abweicht.

Die Betriebsverhältnisse der Fluss-Dampfschiffahrt sind ganz besonders ungünstige. Da kommt ein plötzlicher grosser Andrang von Schiffen, welche geschleppt sein wollen und die Konjunktur muss ausgenutzt werden, gleichgültig um welchen Preis. Die Maschine bedürfte vielleicht einer Revision, doch dazu bleibt keine Zeit, sie muss verschoben werden, bis die Arbeit weniger drängt. Gegenüber dem Gewinne, welchen die Konjunktur bringt, fällt der Mehrverbrauch an Kohlen nicht in's Gewicht; zugleich hat der Unternehmer Verpflichtungen zu lösen und der Schiffer würde zu anderer Zeit sich an die Konkurrenz wenden, wenn er zur Zeit guten Wasserstandes oder guter Frachten im Stiche gelassen würde. Dann treten aussergewöhnliche Betriebshindernisse ein, sei es durch Sturm, Hoch- oder Niederwasser; die Hindernisse müssen genommen werden durch übermässige Anstrengung der Maschine. Wer hätte schon vermocht, die Maschinenführer anzuhalten, Maschine und Kessel nur in der als zweckmässig erachteten vorgeschriebenen oder gesetzlichen Grenze auszunutzen? Es ist ein offenes Geheimniss, wie vielfach die Ventile der Schlepddampfer überlastet werden; freilich, wenn die Revision an Bord kommt, ist Alles in Ordnung. Im Gegensatz zu der zeitweisen Ueberanstrengung müssen die Dampfer unvermeidlich oft stundenlang ohne Arbeit unter Dampf liegen, der Kohlenverbrauch, der auf die Dienststunden geworfen wird, ist dabei nicht gering. Das Stillliegen unter Dampf kommt um so häufiger vor, je kürzer die zu befahrenden Strecken sind.

Gegen alle diese Missstände kann auch die Compound-Maschine nicht schützen. Im Gegentheile erweist sie sich gegen häufig wechselnde Arbeitsverhältnisse ziemlich empfindlich, die Kolbendrucke sind nur unter normalen Verhältnissen im Gleichgewicht, das Manipuliren ist bei den vielen Kommandos schwieriger, wie bei den Hochdruckmaschinen, die Compound-Maschine geräth leicht in Unordnung, verliert dann ihren Nutzeffekt und es giebt viele Praktiker, welche für kleinere Dampfer die Sicherheit in der Bedienung, das leichte Anschmiegen an die Betriebsverhältnisse für wichtiger, das Nichtstören des Betriebes für ökonomischer ansehen, als die Kohlenersparniss, die um so geringer wird, je mehr die Arbeitsverhältnisse unregelmässig sind. Die Kohlenersparniss der Compound-Maschinen ist übrigens nichts Neues, schon Watt indizierte seine Maschinen und erreichte pro indizierte Pferdekraft einen Kohlenverbrauch, der dem der besten neueren Maschinen gleichkommt; das Prinzip der Compound-Maschinen war schon in der alten Woolfschen Maschine verwirklicht. Wenn gleichwohl andere Systeme in Aufnahme kamen, so lag darin kein Rückschritt, sondern mancherlei andere Faktoren verlangten ebenmässige Berücksichtigung.

Auf die angefochtenen Beispiele von Dampfer „Cornelius“ und „Lessing“ lege ich kein Gewicht, da ich die Dampfer aus eigener Anschauung nicht kenne und nur in gutem Glauben weiter berichtet habe. Ich will hierzu nur bemerken, dass mir im vorigen Jahre ein 1876 auf einer renommirten Werfte gebauter, nur wenig gebrauchter Dampfer zum Kaufe angeboten wurde, der ursprünglich 90 Pferdekraft indizierte und bei seiner vorjährigen Probefahrt pro Stunde 300 kg gute englische Steinkohlen gebrauchte. Vor Kurzem wurden in einem Wettstreit auf der Ausstellung in Magdeburg die Lokomobile gebremst und dabei ergab sich pro

Der ökonomische Werth der Schraubenschlepper lässt sich erst mit dem der Kettenschiffahrt vergleichen, nachdem auch hierfür die erforderlichen Zahlen genau in derselben Weise festgestellt sind.

3) Die Beförderung durch Kettendampfer.

Will man auf Rad- oder Schraubendampfer verzichten, so kann die Beförderung zweckmässiger Weise nur nach demselben Systeme geschehen, das für den Obermain als vortheilhaft erkannt worden ist, denn gerade der nach Bedarf zu ermöglichende Austausch der vorhandenen Dampfkraft und die gemeinsame Verwaltung bilden besondere, nicht zu ersetzende Vortheile. Von einer Besprechung des Seilsystems kann also um so eher abgesehen werden, als die ökonomischen Vorzüge bei Kette und Seil einander die Wage halten.

Bei den Kettendampfern, die über eine grosse Schleppkraft verfügen, kann die Beförderung natürlich nur in grösseren Zügen geschehen und da es unvortheilhaft sein würde, den Zug bei jeder Schleuse aufzulösen und wieder zusammen zu hängen, so müssen statt der einfachen Schleusen grosse Zugschleusen vorausgesetzt werden, welche den geschlossenen Zügen gestatten, in derselben Zeit ein- und auszulaufen wie sonst einzelne Schiffe. Es wird sich nur fragen, ob die Vortheile des Systems die Mehrkosten rechtfertigen.

Einen Zug von fünf grossen Rheinschiffen von 12,000 Ztr. Tragfähigkeit angenommen, erhält man mit dem Kettendampfer eine Zuglänge von 400 m. Für jedes der Schiffe war ein Querschnitt $F = 12,8$ qm und ein Widerstandskoeffizient $k = 0,3$ in Rechnung gestellt. Der Kettendampfer hat (vergl. S. 64) $F_1 = 3,45$ qm Querschnitt, der Widerstandskoeffizient k_1 möge für ihn reichlich mit $0,4$ eingesetzt werden.

Die zur Verfügung stehende Kraft betrug 130 H. P., wovon $0,7 \times 0,867 = 0,607$ Prozent nutzbar werden. Man erhält danach

$$\left(\frac{5 + 1}{2} k F + k_1 F_1 \right) \frac{1000}{2 g} (v + c)^2 v = 0,607 \cdot 130 \cdot 75$$

$$\text{und } (v + c)^2 v = 9,00 \text{ m.}$$

gebremste Pferdekraft und Stunde bei 3 Hochdruckmaschinen ein Kohlenverbrauch von 2,08, 2,28 und 2,84 kg, dann kam die Compound-Maschine einer Fabrik, welche den Bau dieser Art Maschinen zu ihrer Spezialität gemacht hat, mit 3,02 kg, dann wieder Hochdruckmaschinen mit 3,13 und 4,1 kg. Soll man nun für den praktischen Dienst dieser Lokomobilen 2,08 kg oder 4,1 kg kalkulieren? Keines von beiden, da die Maschinen die auf der Ausstellung gegebenen Versprechungen nicht halten werden. Wer so rechnen wollte, würde einer argen Täuschung entgegen gehen. Für den vorliegenden Fall liegen genau passende Beispiele der Praxis nicht vor und muss man sich deshalb mit einer Annahme für Pferdekraft und Stunde behelfen. Die Annahme von 1,61 kg. schliesst jedenfalls eine Benachtheiligung der Schraubendampfer aus.

**) Obige Sätze gründen sich auf Mittheilungen des Herrn Direktor Kessler in Mannheim und sind dieselben annähernd wie die S. 72 für die Kettenschiffe angenommenen, jedoch noch um \mathcal{M} 540 niedriger. Auch sind wie dort 2 Heizer vorgesehen, da ein Heizer für einen intensiven Betrieb dieser grösseren Dampfer nicht genügt. Herr Werneburg rechnet \mathcal{M} 4440.

**) Herrn Werneburg erscheinen die mit \mathcal{M} 3000 angesetzten Reparaturkosten zu hoch. Er sagt: „Wenn man bedenkt, dass jede Fabrik ein Jahr für ihre Maschinen Garantie leistet und dass jede nur einigermaassen solid ausgeführte Maschine mindestens fünf Jahre arbeiten muss, ohne einer nur irgend nennenswerthen Reparatur zu bedürfen, so wird man zugeben, dass \mathcal{M} 1500 für einen Schraubendampfer vollkommen genügend sind.“ Das ist für eine Landmaschine zu viel; für einen Schiffskörper mit Wohnungen, für Maschine und Kessel, sowie für Schiffsinventar sind die durchschnittlichen Reparaturen mit \mathcal{M} 3000 sehr knapp bemessen. Man muss hierbei die Betriebsweise im Auge behalten. Schon bei den Lokomotiven sind die Reparaturen von ganz anderem Belang wie bei einer feststehenden, gleichmässig arbeitenden Landmaschine. Die Zahl der Reparaturtage betrug z. B. 1877 bei den 680 Lokomotiven der sächsischen Staatsbahnen 15 Prozent der 365 Jahrestage (wie viel Tage die Lokomotiven ohne Beschäftigung standen, ist nicht zu ersehen).

Die Zuggeschwindigkeit v wird also für die

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Stromgeschwindigkeit $c = 0$ | 0,33 | 0,43 | 0,63 | 0,88 | 1,33 | 1,81 | 2,11 | m |
| im Anhang 5 Schiffe $v = 2,08$ | 1,87 | 1,81 | 1,69 | 1,54 | 1,30 | 1,08 | 0,96 | " |
| 4 " | — | — | — | — | 1,41 | 1,18 | 1,06 | " |
| 3 " | — | — | — | — | — | 1,31 | — | " |

wobei der Nutzeffekt stets unverändert bleibt.

Bei der stets genügenden Zugkraft des Kettendampfers und bei der Fähigkeit, ohne Unterbrechung der Fahrt in die Schleuse einzulaufen und die Geschwindigkeit des Zuges ganz allmähig bis auf Null herabzumindern und bei einem bestimmten Punkte genau anzuhalten, ohne dass der Anhang noch einen störenden Endlauf hat, sowie ebenso sicher auszulaufen, kann mit Sicherheit garantiert werden, dass das Aus- und Einlaufen nicht nur eben so schnell, sondern rascher von Statten geht, wie bei einem einzelnen Fahrzeuge ohne Betriebsmaschine. Die Durchschleusung kann nur durch die Zeit, welche die Füllung der grossen Schleuse erfordert, verlängert werden, doch ist durch entsprechende Erweiterung der Umläufe die Füllungsdauer einer 400 m langen Schleuse auf $12\frac{1}{2}$ Minuten zu beschränken. Die Dauer einer Schleusung wird danach mit Einrechnung des Endlaufes und Anlaufes des Zuges mit 30 Minuten reichlich bemessen. Für 5 Schleusen erwächst daraus ein Aufenthalt von $2\frac{1}{2}$ Stunden. Für Anhängen eines Zuges und Uebergabe desselben an ein anderes Schiff möge noch 1 Stunde in Ansatz gebracht werden.

Mit Berücksichtigung der verschiedenen Wasserstandsperioden kann man danach rechnen, dass gefahren wird

| | mit 5 Schiffen | mit 3 Schiffen |
|---------------|---------------------|---------------------------|
| während . . . | 55 Tage mit 1,84 m | 40 Tage mit 1,31 m |
| | 91 " " 1,75 " | bei niedergelegtem Wehre, |
| | 64 " " 1,61 " | die Kette ist aus dem Um- |
| | 45 " " 1,42 " | laufkanale in den Strom |
| | 255 Tage mit 1,67 m | verlegt. |

Die Thalfahrt zu 3 m und 4 m angenommen, so ergibt sich als theoretische Leistungsfähigkeit

| | Tage oder Dienststunden | | Bergfahrt | Thalfahrt | Anhang | Zahl aller Schiffe |
|---------|-------------------------|------|--------------|-------------|-----------|-----------------------|
| während | 255 | 3825 | 9 Std. 45 M. | 7 St. 40 M. | 5 Schiffe | 1961 |
| | 40 | 600 | 9 " 1 " | 3 " — " | 3 " | 49 |
| | | | | | | zusammen 2010 Schiffe |

von 12,000 Zentner oder eine entsprechende Anzahl anderer Schiffe. Die grössere oder geringere Zahl der Fahrzeuge eines Zuges ist auf die Durchschleusung ohne Einfluss, da der Zug im Ganzen durchgeführt wird.

Die Anschaffungs- und Betriebskosten sind in Kap. VIII schon gegeben. Ein Kettendampfer kostet \mathcal{M} 84,000. —. 37,500 m Kette von 25,3 mm wiegen 562,550 kg und kosten mit den Kettenschlossern \mathcal{M} 169,000. —.

Die jährlichen Betriebskosten sind nachgewiesen mit \mathcal{M} 24,800. —.

jedoch unter Anlehnung an die Neckardampfer, welche nur 67 % der nutzbaren Tage in Thätigkeit waren. (Auf der Elbe 77 — 78 %.) Um die vorausgesetzte Thätigkeit mit der der Schraubendampfer in Einklang zu bringen, sollen die Ausgaben für Brennmaterialien, Maschinenspeise, Tauzeug und Reparaturen, entsprechend 80 %, erhöht werden um " 3,200. —.

ferner für erhöhte Meilengelder der Mannschaft " 600. —.

so betragen die Gesamtausgaben \mathcal{M} 28,600. —.

4) Vergleich der jährlichen Betriebskosten.

Die seit meiner ersten schriftlichen Aussprache ermöglichte genauere Ermittlung der Vorbedingungen für die Betriebsweise und Leistung dieses oder jenen Systems hat gestattet, der Untersuchung eine sicherere Grundlage zu geben. Insbesondere war es wichtig, das Verhalten der Systeme bei den verschiedenen Wasserständen kennen zu lernen.

Danach ergibt sich, dass die theoretische Leistung eines Kettendampfers 2010 Schiffen, eines Schraubendampfers 399 Schiffen entspricht, so dass ähnlich wie bei der früheren Untersuchung für 1 Kettenschiff rund 5 Schraubendampfer eingestellt werden müssen.

Die Gesamtkosten gestalten sich demnach vergleichsweise wie folgt:

| Zahl der beschäftigten Dampfer: | 1 Kettenschiff = 5 Schraubendampfer | | 2 Kettenschiffe = 10 Schraubendampfer | |
|---|-------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|
| Anlagekapital für Kette | M 169,000. | | M 169,000. | |
| Schiffe*) | „ 84,000. | M 253,000. | „ 168,000. | M 337,000. |
| Verwaltungs-Unkosten**) | M 3,000. | | M 3,000. | |
| Betriebskosten eines Schiffes | „ 28,600. | „ 19,370. | „ 28,600. | „ 19,370. |
| Gesamt-Betriebskosten | M 31,600. | | M 60,200. | |
| Dazu Amortisation der Kette***) 7% | M 11,830. | | M 11,830. | |
| der Dampfer 6% | „ 5,040. | „ 16,870. | „ 10,080. | „ 21,910. |
| Verzinsung des Anlagekapitals 6% . . | „ 15,180. | | „ 20,220. | |
| Summe der Jahreskosten | M 63,650. | | M 102,330. | |
| Die Differenz von | M 63,600. | | M 144,770. | |
| entspricht einem Baukapital von | M 1,272,000. | | M 2,895,400. | |

*) Herr Werneburg bemängelt den früheren Ansatz von 80,000 M für ein Kettenschiff als zu niedrig, denn: in einem 1877er Aufsatz der Deutschen Bauzeitung wird als Preis eines solchen Schiffes von „ganz ähnlichen“ Dimensionen 90,000 M genannt. Letztere Zahl kann ich um so sicherer bestätigen, als ich zu jenem Aufsätze einen Theil der Unterlagen geliefert habe. Die Behauptung aber, es sei das dort gemeinte Schiff von ganz ähnlichen Dimensionen, ist unrichtig; die Elbdampfer haben ein Displacement von 140—160 t, die Neckardampfer 112, t. Die Offerten für die Neckardampfer schwankten zwischen 64,000 und 85,000 M, sie wurden vergeben zu M 69,800. — Ganz ähnliche Schiffe sind mit geringen Verstärkungen und mit einem Displacement von 122, t für den Main projektirt.

**) Herr Werneburg tadelt die Ansätze für die allgemeinen Unkosten in folgender Weise: „Herr B. setzt für den Dampferbetrieb (auf die Einzelsätze brauchen wir uns hier nicht weiter einzulassen) im Ganzen 10,200 M; für die Kettenschiffe dagegen setzt er, mit der Motivirung, dass diese ja unter dem Direktor u. s. w. der Obermain-Kettenschiffahrts-Gesellschaft stehen und von diesem nebenbei mitverwaltet werden könnten, nur 3000 M!! Wir haben schon oben bemerkt, dass diese Kettenschiffahrt, dessen Direktor, nach Herrn B., so gütig sein soll, ohne besondere Entschädigung auch die Kettenschiffahrt des Untermain zu verwalten, nicht existirt. Wir könnten nun zwar, ebenso wie Herr B., die Güte dieses noch nicht existirenden Direktors in Anspruch nehmen . . . etc.“ Ich war bisher der Meinung, dass ein Direktor gegen ein zu vereinbarendes Gehalt seine gesammten technischen und kaufmännischen Kenntnisse zur Verfügung stelle, nicht einen Theil desselben, sowie umgekehrt, dass die Kenntnisse, welche zur Leitung eines Unternehmens mit 8 oder 10 Dampfern genügen, auch für 10 oder 12 Dampfer ausreichen. Die Idee, den Direktor eines solchen Unternehmens wie einen Handarbeiter gewissermassen auf Akkordsätze zu stellen, ist neu; ich vermag jedoch nicht mich ihr anzuschließen, so lange nicht dieser Modus ein allgemein üblicher geworden ist. Dass die Kettenschiffahrt

Die Kettenschiffahrt erweist sich danach bedeutend überlegen und dies Resultat wird durch noch so günstige Annahmen für die Schraubendampfer nicht wesentlich geändert.

Während der vorgeführten Rechnung musste der Einfachheit und Gleichmässigkeit halber vorausgesetzt werden, dass die Dampfer jeden Nutztage 15 Stunden ununterbrochen im Dienst seien und stets die günstigsten Züge, bestehend aus Fahrzeugen von 12,000 Zentnern fertig vorfinden. Die wirkliche Leistung muss hinter dieser theoretischen Leistung natürlich weit zurückbleiben. Man berechne beispielsweise die theoretische Leistung einer Güterzuglokomotive und man wird finden, dass die wirkliche Leistung in Bezug auf die Kilometerzahl nur etwa 20 % erreicht, während die Achsen durchschnittlich nur mit 40—45 % belastet sind. Es galt hier nur, das Verhältniss der Leistungen festzustellen, die Abweichung von den Voraussetzungen bleibt jedoch für beide Systeme dieselbe und das Verhältniss der Leistungen bleibt unverändert.

Damit ist auch der unbegreiflich missverständlichen Auffassung zu begegnen, als ob die Einstellung von ein oder zwei Kettendampfern das mögliche Bedürfniss so enorm übersteigen würde, dass die Anlage gewissermassen als eine Verschwendung anzusehen sei. Berechnet nach dem Neckartarif würde ein Schiff von 12,000 Ztr. für 35 km 323 \mathcal{M} zu zahlen haben; statt dessen 240 \mathcal{M} angenommen = 2 Pf. pro Ztr., würden 2000 Anhänge 480,000 \mathcal{M} bringen, während ein Neckarkettenschiff nur 56,561 \mathcal{M} , ein Elbkettenschiff 70,000 \mathcal{M} vereinnahmte. Auf Seite 69 ist nachgewiesen, dass der geringe 1873^{er} Verkehr zwischen Mainz und Frankfurt die praktische Leistung eines Kettenschiffes schon mit 0,84, der 1877^{er} Verkehr mit 0,39 in Anspruch nimmt. Auf dem Neckar ist gegenwärtig auf je 19 km ein Kettenschiff in Thätigkeit. Es würde demnach doch thöricht sein, 5 Millionen Mark für die Kanalisation des Main zu verausgaben, wenn nicht auf der 35 km langen Strecke mindestens 2 Kettendampfer lohnende Beschäftigung finden sollten. Als man 4 Millionen Mark vom Staate begehrte, konnte die Verkehrs-

auf dem Untermain nur als ein Theil des für den ganzen Main projektirten Unternehmens gedacht ist, versteht sich doch von selbst. Ob jedoch auch das Unternehmen einer Schraubendampfschiffahrt auf dem Untermain mit einer Kettenschiffahrt für den Obermain verschmolzen werden kann, die ihrerseits in der projektirten gemeinnützigen Form und Ausdehnung bis Bamberg voraussichtlich nur mit Staatsunterstützung zu Stande zu bringen ist, bleibt doch fraglich. Für die Mitleitung des Untermain durch die Verwaltung der oberhalb Frankfurt gedachten Kettenschiffahrts-Gesellschaft genügt ein Schiffahrtsinspektor und ein Schreiber vollkommen und dafür ist der obige Ansatz weder zu hoch noch zu niedrig. Uebrigens ist die Höhe des Ansatzes für das Gesamtergebniss ohne Bedeutung.

***) Die Abschreibung, früher zu 6 Prozent angesetzt, ist hier mit 7 Prozent angenommen. (Vergl. S. 73.) Herr Werneburg hat auch hier zu berichten, er sagt hierzu: „Endlich bleibt noch zu erwähnen, dass nach unseren Ermittlungen die Dauer einer im Wasser liegenden Kette, welche in so hohem Grade beansprucht und abgenutzt wird, wie dies bei der Kettenschiffahrt der Fall ist, auf höchstens 7 Jahre berechnet werden darf. Wir nehmen daher für unsere Kostenberechnung für Amortisation der Kette 14 Prozent.“ — Herr Werneburg hätte doch etwas zögern dürfen, Berichtigungen zu geben, die die Verwaltungsorgane aller bestehenden Kettenschiffahrts-Gesellschaften entweder als unwissend oder als gewissenlos hinstellen. Nach dem Vorgange der französischen Gesellschaften wurde anfänglich von den Elbschiffahrtsgesellschaften 5 Prozent Abschreibung vom Anschaffungswerthe angesetzt. Da die Kette jedoch zu schwach beschafft worden war, so wurde behufs rascherer Auswechslung für die schwache Kette, und weil dieselbe im nicht kanalisirten Strome bei den vielen Krümmungen der Fahrinne mehr leidet, wie auf der kanalisirten Seine, 7 Prozent abgeschrieben und erst in diesem Jahre wurden auch für die 25 mm Kette 7 Prozent vom Anschaffungswerthe eingestellt. Die Vereinigte Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrts-Compagnie schreibt insgesamt 7 1/2 Prozent vom Buchwert ab. Die Prager Dampfschiffahrts-Gesellschaft hat bisher 6 Prozent abgeschrieben. Die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft rechnet nach den in der letzten Generalversammlung vom 24. Mai ds. Js. gegebenen Erläuterungen für die von Pressburg bis Wien liegende Kette von nur 22,25 mm auf eine zwölfjährige Dauer. Die „Schleppschiffahrt auf dem Neckar“, welche für schwächere Schiffe als auf der Elbe sofort 25 mm Kette beschafft hat, schreibt 5 Prozent ab.

entfaltung nicht genug hervorgehoben werden; jetzt, wo es sich um Errichtung der Kettenschiffahrt handelt, ist den Gegnern derselben die geringste Annahme schon zu viel.

Die Leistungen wurden theoretisch berechnet, um das Verhältniss der Dampferzahl bei verschiedenen Systemen festzustellen; die Jahresausgaben sind aber der Wirklichkeit angepasst, so dass auch die Betriebsersparnisse von $\text{M } 63,600$ für 1 Kettenschiff gegen 5 Schraubendampfer oder $\text{M } 144,770$ für 2 Kettenschiffe gegen 10 Kettendampfer als wirkliche Ersparnisse anzusehen sind, welche die Mehrkosten für Verlängerung der Schleusen auf 400 m reichlich verzinsen. Diese Mehrkosten wurden von mir mit berechtigter Vorsicht gegenüber der bekannten Gegnerschaft sehr reichlich veranschlagt mit $\text{M } 1,250,000$, wobei alle Erweiterungsbauten sehr solide projektirt waren; an kompetentester Stelle wurde mir gesagt, dass man glaube die Erweiterungsbauten für $\text{M } 600,000$ herstellen zu können.

5) Die Zugschleusen.

Es wird vielfach auf die bewährten Erfahrungen hingewiesen, wonach das Schleppen der Fahrzeuge im Stauwasser am zweckmässigsten mittelst kleiner Schraubendampfer erfolgen soll; weil dies in Holland und namentlich in England üblich ist, so soll es eben das Zweckmässigste sein. Mir scheint diese Begründung nicht genügend. Man vergisst zu bemerken, dass es sich in den zitierten Fällen um die Ausnutzung alter Kanalanlagen handelt, die auf einen intensiven modernen Betrieb nicht eingerichtet sind. Der jüngste der englischen Kanäle ist nebenbei über 50 Jahre alt. Ein Kanal ist übrigens auch nicht zu vergleichen mit einem kanalisirten Strom, den man während einer erheblichen Zeit und gerade dann, wenn die grösste Strömung auftritt, die Fesseln wieder abnehmen muss. In Frankreich, wo man zuerst und am umfänglichsten die Ströme kanalisirt hat, geschieht die Beförderung zumeist durch die Kettenschiffahrt, die Kettenschiffahrt besteht sogar zum grössten Theile nur auf kanalisirten Strecken.

In dem neuesten Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften von Franzius und Sonne (1879, III. S. 326) heisst es: „Auf kanalisirten Flussstrecken findet eine erfolgreiche Anwendung der Kettenschiffahrt statt, sobald die Bauwerke unter besonderer Berücksichtigung der Schlepsschiffahrt konstruirt sind und wenn der Betrieb den Anforderungen derselben entsprechend organisirt ist.“

Nach Molinos „La Navigation intérieure de la France“ (1875) haben die entsprechenden Schleusen in Frankreich folgende Dimensionen:

| | Länge | Weite |
|---|-------|-------|
| Auf der basse Seine von Rouen bis Paris | 113 m | 12 m |
| „ „ haute Seine von Paris bis Montereau | 185 „ | 12 „ |
| „ „ grande Saône | 160 „ | 16 „ |

Nach Lagréné: „Cours de la navigation intérieure“ (1873) wird übrigens über die ungenügende Grösse dieser Zugschleusen viel geklagt. Auf der Seine verkehren hauptsächlich 2 Typen von Fahrzeugen, die flaemischen péniches, welche 5 m Breite und die marnois, von der Marne kommend, welche 7,40 m Breite haben, so dass diese beiden Fahrzeuge nicht einmal nebeneinander Platz finden. Auch die Länge genügt dem Verkehre nicht. Man muss hierbei berücksichtigen, dass bei den ersten Anlagen dieser Art die Entwicklung der Kettenschiffahrt nicht vorausgesehen werden konnte und dass man naturgemäss bei dem ersten Schritte in dieser Richtung etwas vorsichtig zu Werke ging.

Die oben genannten französischen Anlagen heute zu kopiren, würde nicht rathsam sein. Die Maassverhältnisse der Seineschleusen wurden noch durch den Umstand bedingt, dass dort die Schiffe grösstentheils leer zu Berg gehen, so dass die Schleppzüge, um nicht eine allzugrosse Länge zu erhalten, in Doppelreihe formirt werden. Auf dem Untermain wird der Bergverkehr grösstentheils Ladungsfahrzeuge bringen, für welche sich einreihige Züge besser eignen und es empfiehlt sich, die Schleusen in einfacher Breite von 8 m, oder besser noch etwas mehr, aber in hinreichender Länge herzustellen, wofür etwa 400 m genügen mögen.

Die örtlichen Verhältnisse sind einer solchen Anlage sehr günstig und speziell das gegenwärtige Projekt lässt eine solche Längenausdehnung ohne bedeutende Kostenvermehrung zu. Es haben nämlich die Kanäle, welche die Wehre umgehen, folgende Längen:

| | |
|------------------------|--------|
| bei Kostheim | 2905 m |
| „ Flörsheim | 720 „ |
| „ Okriftel | 610 „ |
| „ Höchst | 950 „ |
| „ Frankfurt | 1700 „ |

Von diesen Längen wird also ein Theil von 400 m auf Schleusenweite einzuengen sein, während an den Aus- und Eingängen der Kanäle, welche im Uebrigen 16 m Sohlenbreite haben, für einen sanften Uebergang in den Fluss, möglichst mit 1000 m Radius, Sorge zu tragen ist, doch ist dieser Radius keineswegs Bedingung. Sodann dürfte es sich empfehlen, die Schleuse in 2 Kammern zu theilen, von welchen die eine, 70 m lang, für die rasche Durchschleusung einzelner Schiffe dienen kann, während die zweite, 330 m lang, mit der ersten Kammer gemeinsam benutzt wird, wenn ein Zug durchschleust werden soll.

Die erste Kammer ist in der ganzen Anordnung den üblichen Kammerschleusen ähnlich, die zweite entsteht durch Wiederholung des Unterhauptes auf 330 m Entfernung. Dabei ergiebt sich der Vortheil, dass die zweite Kammer ungleich leichter ausgeführt werden kann; besonders dann, wenn man die Rücksicht nimmt, das Wehr möglichst in Höhe des Oberhauptes oder noch weiter aufwärts anzubringen. Die Sohle der zweiten Kammer ist dann vom Oberwasser so weit entfernt, in der Baugrube für die erste Kammer ferner durch Spundwände unter den Häuptern von ihm so abgetrennt, dass ein die Sohle der zweiten Kammer gefährdender Auftrieb kaum zu befürchten ist.

Es wird auch genügen, die Wände der zweiten Kammer in Deichform auszuführen, wenn der Fuss des Dammes gut gesichert und die Böschung abgepflastert wird. In der Nähe der Umläufe wird das Pflaster in hydraulischen Mörtel zu setzen sein.

Im Uebrigen dürfte eine derartige Konstruktion der zweiten Kammer unbedenklich sein, wenn man andere neuere Ausführungen in Holland in Vergleich zieht, wo selbst die Hauptschleuse in höchst einfacher Weise hergestellt wurde. (Siehe Annales des ponts et chaussées 1867, II. p. 309.) Zwei Schleusen dieses Systems mit äusserster Ersparniss des Mauerwerks finden sich in einem Durchstiche der Maas bei Gorcum und Moerdyck.

Die Kammern mit Deichwänden haben nicht nur den Vortheil grösserer Billigkeit, auch der Widerstand für die aus- und einlaufenden Schiffe wird vermindert. Reparaturen können zwar eher vorkommen als bei Kai-mauern, sind aber auch rascher und billiger zu bewirken.

Die Füllung würde nach gewöhnlichen Verhältnissen zwar länger dauern, doch kann man diesem Umstande durch grössere Umläufe begegnen. Eine schnelle Senkung des Oberwassers kommt bei den gestauten Flüssen nicht in Betracht, sowie auch irgend welche Beschränkung im Wasserkonsum unnöthig ist.

Die Zeit, welche zur Füllung einer solchen Schleuse erforderlich ist, berechnet sich nach Lagréné:

$$t = \frac{S + l \cdot a + 2 \cdot l \cdot (H + \frac{2}{3} h)}{n \cdot \omega} \sqrt{\frac{2 h}{g}}$$

wenn S den Horizontalschnitt der erster Kammer, l die Länge der zweiten Kammer, a die Sohlenbreite der zweiten Kammer, H die Höhe des Niederwassers über der Sohle der zweiten Kammer, h die Stauhöhe, ω den Querschnitt der Zuflussöffnungen, n den Kontraktionskoeffizienten und t die Zeit in Sekunden bezeichnen.

Für eine Schleuse von $S = 576$ qm, $l = 328$ m, $H = 2,5$ m, $h = 2,7$ m (grösste vorkommende Stauhöhe bei Frankfurt), $a = 8,5$ m, Koeffizient $n = 0,62$ und $\omega = 10,74$ qm und zwar für die Thorschützen 2 qm, für je einen Umlauf $4,37$ qm, wird

$$t = 11 \text{ Minuten } 27 \text{ Sekunden,}$$

welche Zeit mit Rücksicht auf die noch nicht berechnete Reibung in den Umläufen (nach Analogie des berechneten Verlustes in dem grossen Umlaufe der Schleuse nach dem System de Caligny, bei Aulois am Lateralkanal der Loire) auf insgesamt $12\frac{1}{2}$ Min. angenommen werden mag.

Solche Umläufe sind sehr gut ausführbar. Die Amerikaner geben für derartige Verhältnisse ein gutes Beispiel. Nach Malézieux und Anderen nimmt in Nord-Amerika die gesammte Schleusung mit Ein- und Ausfahren der Schiffe je nach Gefällshöhe nur 5 bis 8 Min. in Anspruch. Auf dem Erie-Kanal wurde beispielsweise die Alexanderschleuse nach der Jahresbotschaft des Gouverneurs Tilden an die Legislatur des Staates New-York, 1875, in einem Jahre bei sechsmonatlichem Dienste von 34,977 Schiffen passirt.

Auch Lagréné verwendet sich für grössere Umläufe, als bisher in Frankreich üblich, obwohl die französischen Kanalfahrzeuge ungleich leichter gebaut sind wie Rhein- und Mainfahrzeuge und eine vermehrte Erschütterung durch den heftigeren Wasserschwall weniger würden ertragen können.

Uebrigens steht die Zeit nach obiger Formel im umgekehrten Verhältnisse zum Zuflussquerschnitte und kann danach leicht eine beliebige andere Zeitdauer geschaffen werden.

Die Entleerung der kombinierten Kammern geht etwas rascher vor sich wie die Füllung.

Berücksichtigt man nun, dass ein von einem Kettenschiffe geführter Zug mindestens eben so rasch und sicher ein und ausfährt wie ein einzelnes nicht von Dampfkraft bewegtes Schiff, so ergiebt sich, wenn man nach hiesiger noch äusserst langsamer Betriebsweise setzt:

für Ein- und Ausfahren des Zuges 10 Min.

„ Schliessen und Oeffnen der Thore $2\frac{1}{2}$ „

„ Füllung der Kammern $12\frac{1}{2}$ „

dass die Durchschleusung eines Zuges in 25 Min. bewirkt werden kann und dass die der Rechnung zu Grunde gelegten 30 Minuten jedenfalls genügen.

6) Die allgemeinen Vortheile der Kettenschiffahrt.

Die Betriebsersparnisse, welche die Kettenschiffahrt den Schraubendampfern gegenüber erzielt, müssen in billigeren Schlepplöhnen und schliesslich bei der Eigenart der Schiffahrt fast unverkürzt in den billigeren Frachten zum Ausdruck kommen, so dass dabei der ganze Obermain, besonders jedoch Frankfurt interessirt ist.

Man mag jedoch den Betriebsrechnungen keinen zu grossen Werth beilegen, so bleiben doch noch drei Umstände zu erwägen, die für den zukünftigen Betrieb ausserordentlich in's Gewicht fallen.

Erstens ist zu bedenken, dass die Grösse des Verkehres bei der Schiffahrt mehr wie anderswo schwankt, denn Eis, Stürme, Hoch- und Niederwasser sind hier von Einfluss und ergeben, in Verbindung mit den Handelskonjunkturen, zwischen Ebbe und Fluth ganz ausserordentliche Differenzen. Der Verkehr auf dem Obermain wird nun ein von dem unterhalb Frankfurt ganz verschiedener sein; letzterer wird abhängig von den Verhältnissen auf dem Rhein, dessen Hochwasser zu ganz anderer Zeit eintritt und von den rheinischen Gütern, während oberhalb Frankfurt die lokale Güterbewegung immer vorwiegen wird, so dass Ebbe und Fluth des Verkehres oberhalb und unterhalb Frankfurt zu ganz verschiedenen Zeiten auftreten können. Aber auch abgesehen hiervon vollzieht sich ein Ausgleich weit eher auf einer grossen Betriebsstrecke wie auf einer kleinen. Werden durchschnittlich auf dem Obermain z. B. 10 Kettendampfer, auf dem kanalisirten Main 2 Kettendampfer beschäftigt, so wird es ein leichtes sein, bei besonderem Bedarf 1 oder 2 Dampfer vom Obermain herüberzunehmen und unter vermehrtem Dienste die Leistungen momentan zu verdoppeln und zu verdreifachen. Bei Dresden findet sich dafür ein Beispiel. Gewöhnlich sind zwischen Dresden und Schandau, 6 Meilen, 2 Dampfer stationirt und befördern dahin täglich 2, zuweilen 3 Züge zu 10 bis 20 Fahrzeugen. Die Lokalschiffahrt spielt hier ebenfalls eine grosse Rolle. Bei grösserem Andränge wird nun ein Schiff von der unteren Strecke zur Hülfe genommen und sind so schon an einem Tage 6 Züge expedirt worden, was ohne Unterstützung von der unteren Strecke nicht möglich wäre.

Die projektirten Schraubendampfer können nur in solcher Zahl eingestellt werden, wie sie dem Durchschnittsbedarfe entspricht, da sonst der Betrieb zu theuer wird; es ist dann zweifellos, dass bei dem abgetrennten System arge Verkehrsstockungen unvermeidlich sind. Vom Rhein her ist keine Unterstützung zu erwarten, da dort das richtige Bestreben vorherrscht, neue Dampfer nicht kleiner, sondern so gross wie möglich zu bauen, und schon die bestehenden Dampfer können die Schleusen nicht passiren.

Zweitens ergibt sich, dass die Schraubendampfer, welche unter normalen Verhältnissen recht gut arbeiten, bei Eisgang, Hochwasser und während der für die Bauwerke erforderlichen Reparaturzeit, unzuverlässig sind oder den Dienst versagen. Die Wehre müssen während des Winters niedergelegt werden; es folgt daraus aber noch nicht, dass auch die Schiffahrt aufzuhören hat. Die Kettendampfer können den Betrieb bei leichten Eisgängen und selbst bei den niedrigsten Wasserständen ohne Wasseraufstau aufrecht erhalten. Gerade diese Eigenschaft, die grössere Unabhängigkeit von den Witterungseinflüssen, ist für das Gedeihen der Schiffahrt von Wichtigkeit. Während z. B. der Elbschiffer früher kaum es wagte, nach dem ersten November noch eine neue Reise anzutreten, lässt er sich jetzt durch die Möglichkeit einer zeitigen Einwinterung nicht mehr einschüchtern, leichte Eisbildung, die oft rasch vorübergeht, den Verkehr früher aber schon abschneidet, wird jetzt wenig beachtet, erst bei stärkerer Eisbildung und anhaltender Kälte wird der Betrieb eingestellt. Unterwegs befindliche Schiffe werden öfters noch während des ersten Eisganges an ihren Bestimmungsort befördert.

Die Schraubendampfer dagegen bieten eine geringe Leistung, wenn die Wehre wegen Hochwasser niedergelegt sind, sie versagen den Dienst während der nicht unbedeutenden Zeit im Jahre, wo die Wehre bei Untermittelwasser wegen Eisgefahr und wegen Reparaturen niederzulegen sind. Herr Regierungs-Baurath Cuno sagt bei Besprechung seines Projektes: „Wie die betreffenden Beobachtungen ergeben haben, ist auf durchschnittlich 30 Hochwassertage und auf 30 Eistage zu rechnen, ausserdem müssen 25 Tage für kleine Reparaturen u. s. w. in Anspruch genommen werden.“ Diese letzteren fallen in die Sommerzeit. Nun möge man nicht sagen, die grossen Rheinschiffe würden unter solchen Umständen ohnehin nicht nach Frankfurt gelangen, denn die Schiffer leichten ab, wenn es anders nicht geht. Auch werden sicher neben den grossen Schiffen auch die Schiffe des Obermain, welche im Maximum nur 1,17 m eintauchen, an dem Verkehre noch einen nicht geringen Antheil nehmen. Die Schifffahrt wird sonach mit Hilfe der Kettendampfer unter allen Umständen im Stande sein, ausser bei fester Eisdecke oder bei Eisgang sowie bei Wasserständen von mehr als 3 m, ihren Verpflichtungen nachzukommen, wenn auch vielleicht mit vermehrten Kosten; auf Schraubendampfer angewiesen, wird sie während mässiger Kälte und mitten im Sommer zum Stillliegen gelangen können. Nebenher sei hier darauf hingewiesen, dass die Störungen durch Reparaturen an den Wehren durch Benutzung eines Taucherschachtschiffes, wie solches von Herrn Wasserbau-Inspektor Göbel für die Aufräumung der Brückentrümmer in Riesa konstruirt wurde, jedenfalls erheblich einzuschränken sind.

Die Schraubendampfer bieten einen Vortheil, der bisher von den Verfechtern derselben nicht genannt wurde und deshalb hier erwähnt werden muss, das ist die grössere Sicherheit beim Bugsiren in der Thalfahrt. Ohne dies näher auszuführen, ist nur zu bemerken, dass der wohl zu schätzende Vortheil doch nicht so bedeutend ist, dass er allein die Entscheidung zu Gunsten der Schraubendampfer wenden könnte.

Der dritte Punkt, der besondere Beachtung verdient, ist die wahre Gemeinnützigkeit, welche der Kettenschifffahrt eigen ist. Die Schifffahrt auf dem Main ist, wie schon im Kapitel IV. dargethan wurde, für Jedermann und für jedes System frei, nur die Kettenschifffahrt erwirbt nicht als ein verbrieftes Recht, sondern einfach aus technischen Gründen eine Art Halbmonopol und dafür werden ihr vom Staate gemeinnützige Verpflichtungen auferlegt, die bei den anderen Systemen nicht anwendbar sind. Die Kettenschifffahrt kann nicht nach Gunst oder Vortheil diesen oder jenen Schiffer zuerst befördern oder zu anderen Preisen; jeder Schiffer hat ein Anrecht auf jederzeitige Beförderung nach der Reihenfolge der Anmeldung und zu festem Tarife. Wäre auch der gute Wille vorhanden, dasselbe mit einem anderen Systeme zu leisten, so würde sich dies bald als undurchführbar erweisen. Der Unternehmer, der diesen guten Willen darbrächte, könnte auf der kanalisirten Strecke bald zwei, drei Konkurrenten haben, die sich an solche Verpflichtungen nicht kehren. Diese würden durch geringe Unterbietung des Tarifes sich ausschliesslich die grösseren und beladenen Fahrzeuge aussuchen, welche im Allgemeinen besser rentiren und das undankbarere Material dem ersten Unternehmer überlassen. Sie würden zu Zeiten grossen Andranges mit Erfolg weit höhere Schlepplöhne fordern als der Tarif vorsieht, sie würden bei Hochwasser und wenn sonstige Hindernisse den Betrieb unlohnend machen, denselben ruhig einstellen und alle Lasten den ersten Unternehmer tragen lassen. Ein solcher Kampf ist undurchführbar, wenn die Betriebsmittel dieselben sind und besondere Vortheile nicht bieten können. Die Erfolge, welche die Kettenschifffahrt aufzuweisen hat, beruhen wesentlich auf der für einen flotten Verkehr unerlässlichen Stetigkeit

des Betriebes, welche ein jederzeitiges rasches Fortkommen sichert, und auf der Stetigkeit der Schlepplöhne, welche dem Schiffer gestattet, die Kosten seiner Reise im Voraus zu berechnen.

Zum Schlusse muss hier erwähnt werden, dass übrigens die prinzipielle Lösung dieser Frage in dem vorstehend erörterten Sinne gesichert erscheint, wie aus dem folgenden Schreiben des Deutschen Staatssekretärs des Innern, Excellenz Hofmann, hervorgeht:

Berlin, den 3. Juni 1880.

„Die in Ihrer gefälligen Zuschrift vom 5. März d. J. enthaltenen, auf die Kanalisierung des Main von Mainz bis Frankfurt und auf die Einführung der Kettenschiffahrt daselbst bezüglichen Ausführungen und Wünsche sind von mir zur Kenntniss der Königlich Preussischen Staatsregierung gebracht worden.“

„Die genannte Regierung hat laut der seitens der beteiligten Königlich Preussischen Herren Ressortminister hierüber mir zugegangenen Mittheilung sich den anderen beteiligten Uferstaaten gegenüber bereit erklärt, im Falle der Einführung der Tauerei auf dem Main die Benutzung der kanalisirten Strecke hierzu zu gestatten und dafür Sorge zu tragen, dass die Kanalisirungswerke in einen Betrieb der Tauerei möglichst wenig erschwerenden Weise hergestellt werden, wobei insbesondere auf die seinerzeit etwa eintretende Nutzbarmachung der Schleusen für Schlepplüge Bedacht genommen werden wird. Zu diesem Zwecke sollen die Schleusenkanäle nach dem preussischerseits aufgestellten Projekte eine solche Einrichtung erhalten, dass kein Hinderniss bestehe, im Falle der Einführung der Tauerei eine Verlängerung der Schleusenbassins durch Hinzufügung eines zweiten Unterhauptes zu bewirken, so dass ganze Schlepplüge durchgeführt werden können.“

„Aus Vorstehendem wollen Sie entnehmen, dass der demnächstigen Einführung der Tauerei auf der zu kanalisirenden Mainstrecke ein prinzipieller Widerstand von Königlich Preussischer Seite keineswegs entgegengestellt wird. Im Gegentheil ist von dort aus bereits die Veranschlagung derjenigen Einrichtungen angeordnet, welche zu dem gedachten Zwecke eventuell zu treffen sein werden.“

„Dagegen ist die Königlich Preussische Regierung nach den mir gewordenen Mittheilungen nicht in der Lage, eine förmliche Zusage dahin zu ertheilen, dass die Kanalisierung in einer Art zur Ausführung gebracht werden solle, welche von vornherein die Errichtung der Kettenschiffahrt ermögliche.“

„Erst wenn ein geeigneter Unternehmer für die Einführung der Tauerei auf dem Main sich um die Konzession hierzu bewerben sollte, wird es an der Zeit sein, die dafür nöthigen Einrichtungen, welche immerhin eine nicht unerhebliche Vermehrung der Anlagekosten mit sich bringen, unter den beteiligten Staaten definitiv zu beschliessen und ihre Ausführung, unter Betheiligung des Unternehmers an den Kosten, anzuordnen.“

Der Staatssekretär des Innern:

gez. Hofmann.

An die Grossherzoglich Hessische Handelskammer in Offenbach.

Nach dieser Vorentscheidung steht zu erwarten, dass die für die Kettenschiffahrt erforderlichen Zugschleusen sofort mit allen übrigen Bauten in Angriff genommen werden können, sofern es gelingt, noch im Laufe dieses Jahres eine Gesellschaft zum Betriebe der Kettenschiffahrt zu konstituiren. Für die Bedingung, welche die Preussische Regierung an die Errichtung der Zugschleusen knüpft, wird sich ein alle Theile befriedigender Modus finden lassen. Nachdem Preussen in so hochherziger Weise die Kanalisation des Untermains auf alleinige Kosten übernommen hat, darf man gewiss auch in dieser Frage auf ein förderliches Entgegenkommen rechnen, wenn gleichzeitig auch die anderen Mainuferstaaten ein thatkräftiges Interesse an den Tag legen.

Die heftige Opposition, welche das Projekt der Main-Kettenschiffahrt speziell in Frankfurter Kreisen erfahren hat, fand ihre Ursache nur in dem Argwohne, es solle das Projekt dazu dienen, die Kanalisation angeblich im Interesse von Mainz zu hintertreiben oder zu verzögern. Zu diesem Argwohne mögen vereinzelt laut gewordene

Stimmen früherer Zeit Anlass gegeben haben; ich muss jedoch bezeugen, dass, so lange ich mit dem gegenwärtigen Comité verkehre, kein Schritt geschehen ist, der von einem solchen Bestreben geleitet gewesen wäre. Die Preussische Regierung ist im Gegentheil unterrichtet, dass das Comité gelegentlich der Abstimmung im Abgeordnetenhouse sich nur für die Kanalisation verwandt hat, wenn auch mit Betonung des Wunsches, dass auf die Kettenschiffahrt Rücksicht genommen werden möge. Ich selbst stehe so sehr und nicht erst bei dieser Frage auf dem Standpunkte der Kanalisation, dass ich von vornherein erklärt habe, ich würde nur für die Kettenschiffahrt in Verbindung mit der schon projektirten Kanalisation mich bemühen können und nicht eine Zeile würde ich in dieser Sache geschrieben haben, wenn meine Meinung mit der des Comité's in Widerspruch gewesen wäre.

So wie übrigens bei dem gegenwärtigen Stande der Sache jeder Schritt zur Verhinderung der Kanalisation sinnlos wäre, so kann auch irgend eine nennenswerthe Verzögerung des Baues wegen der gewünschten Zugschleusen gar nicht eintreten. Die zweiten Unterhäupter können durchaus gleichzeitig mit den Hauptschleusenammern ausgeführt werden und aus der Befestigung der zwischen den Unterhäuptern liegenden Sohle und der Dammböschungen kann eine Verzögerung nicht entstehen. Man darf demnach hoffen, dass hiernach auch die Gegnerschaft bei objektiver Prüfung sich für das Betriebsmittel entscheiden werde, das mit verhältnissmässig geringen Kosten die intensivste Ausnutzung der grossen Anlage sicherstellt.

XI.

Der Main-Donau-Kanal und seine Beziehungen zur Mainschiffahrt.

Der Gedanke, den Main mit der Donau und dadurch die Nordsee mit dem Schwarzen Meere zu verbinden, hat begreiflicher Weise schon manche Geschlechter vor uns beschäftigt. In der Gegend zwischen den Dörfern Dettenheim und Graben im Anspachischen sollen sich sogar die Spuren eines Kanales finden, den Karl der Grosse auszuheben befahl und der schon auf 5000 Schritte fortgeführt gewesen sein soll; diese bei Besprechung des Kanales fast immer wiederholte und als geschichtlich hingenommene Erzählung erscheint jedoch sagenhaft, wenn man sich nur erinnert, dass man zu jener Zeit wohl Bewässerungskanäle mit Stauschleusen, jedoch keine Schiffahrtskanäle mit Kammerschleusen kannte.

Die vielbesprochene Idee fand ihre erste eingehende Bearbeitung von dem Bayerischen Geheimrath von Wiebeking, der 1806 darüber einen Plan vorlegte. Ludwig I. von Bayern liess erneut durch den Oberbaurath von Pechmann einen Entwurf ausarbeiten, der endlich 1834 genehmigt und zur Ausführung bestimmt wurde. Der Bau, 1836 begonnen, dauerte 9 Jahre; erst am 25. August 1845 konnte der Kanal in seiner ganzen Länge dem Betriebe übergeben werden.

Bei der heutigen Beurtheilung dieses Bauwerkes muss man berücksichtigen, dass dasselbe geplant und beschlossen wurde zu einer Zeit, wo man weder die grossartigen späteren Erfolge der eben erst auftauchenden Eisenbahnen, noch die Fortschritte der Schiffahrt ahnen konnte. Hätten nicht die überraschenden Leistungen der Eisenbahnen die Aufmerksamkeit so ganz und gar vom Kanale abgelenkt, so würde derselbe gewiss eine zeitgemässe Fortentwicklung erfahren haben und in Verbindung mit dem verbesserten Fahrwasser in Donau und Main zu einer anderen Bedeutung gelangt sein.

Der Plan des Kanales entsprach den Anschauungen und dem Verkehrsbedürfnisse der damaligen Zeit. Die Schleusen haben eine nutzbare Länge von 32,1 m, eine Weite von 4,64 m, die Tauchtiefe beträgt bei normalmässigem Wasserstande 1,29 m; es können demnach nur Schiffe von 2000—2600 Zentner Tragfähigkeit den Kanal befahren *). Diese Abmessungen genügen den heutigen Ansprüchen nicht mehr; sie verursachen die anderthalbfachen bis zweifachen Transportkosten gegen andere Abmessungen, welche Fahrzeugen von doppelter oder dreifacher Grösse den Durchgang gestatten.

*) Nach der Reichsstatistik haben die Schleusen No. 7 und 57 nur eine Weite von 4,54 m. (?)

Die genannten Abmessungen waren übrigens bedingt durch den Zustand des Main, der in seinem oberen Theile keine grösseren Fahrzeuge zulies und vor Einführung der Kettenschiffahrt auch heute noch nicht mit Vortheil zulassen würde. Die ausserhalb des Planes liegenden Verhältnisse, die geringe Tauchtiefe des Main, ferner die ungünstige Brückendurchfahrt in Regensburg und die schwierige Fahrt in den meilenweit mit Felsen durchsetzten, viele Stromschnellen enthaltenden Partien der Donau unterhalb Regensburg, waren die hauptsächlichsten Hindernisse, welche sich der Entwicklung dieses Unternehmens, das Köln mit Wien Rotterdam mit Pesth und der Sulinamündung verbinden sollte, entgegenstellten.

Dazu kam nun die Abkürzung der Transportentfernungen durch die Eisenbahnen. Waren die vielen Krümmungen des Main und des Kanales gegenüber dem früheren Transport auf der Landstrasse auch ohne Bedeutung, so musste doch die Eisenbahn, welche von Mainz bis Nürnberg 268 km, bis Regensburg 369 km misst, die 453 km, bez. 597 km lange Wasserstrasse von dem Durchgangsverkehr bald ganz ausschliessen. In der That gehören die durchgehenden Güter zu den Seltenheiten und der Kanal erweist sich fast ausschliesslich dem Lokalverkehre dienstbar.

Ursprünglich einer Aktien-Gesellschaft gehörend, von deren Kapital $\frac{1}{4}$ von der Bayerischen Regierung gezeichnet wurde, ging der Kanal 1854 ganz in den Besitz des Staates über. Obgleich der Kanal 16 Millionen Gulden gekostet hat, sind doch bis 1862 Ueberschüsse, anscheinend mit Einschluss der Verzinsung, erzielt worden. Bis 1860 bestanden drei Frachtklassen, welche pro Zentner und Meile 0,4, 0,3 und 0,2 Kr. bezahlten; später wurden alle Klassen mit 0,2 Kr., neuerdings mit 0,15 Kr. = 0,425 Pfennige, für die Durchfahung in der ganzen Länge also mit 9,78 Pfennige tarifirt. Bei grösseren Transporten wird eine geringe Ermässigung gewährt.

Der Kanal beginnt bei Kelheim an der Donau und steigt bei einer Länge der Haltungen von 62,7 km in 32 Schleusen zur 24,4 km langen Scheitelstrecke. Bei Schleuse 78 erreicht der Kanal nach 28 km den Hafen zu Nürnberg. Nach weiteren 57,8 km endigt der Kanal unterhalb Bamberg mit Schleuse Nr. 100 in der schiffbaren Regnitz.

Die Gesamtlänge beträgt 172,44 km. Von der Donau steigt der Kanal von + 338,63 m um 79,46 m auf + 418,09 m der Scheitelstrecke und fällt bis zum Unterwasser der Schleuse Nr. 100 auf 234,30 m um 183,79 m.

Der Bau zeigt zumeist und vorzüglich bei den Schleusen eine sehr sorgfältige Ausführung, nur die Sicherungen gegen Durchsickerung erwiesen sich mehrfach als ungenügend. Besonders der Damm, mit welchem der Kanal die Schwarzach überschreitet und der an Stelle eines ursprünglich projektirten Aquaduktes errichtet wurde, soll sich wenig bewährt haben. Wenn die hierdurch verursachten öfters wechselnden Wasserstände, bez. die ungenügenden Tauchtiefen früher zu vielfachen Klagen Anlass gegeben haben, so scheint dieser Uebelstand jetzt im Wesentlichen gehoben zu sein.

Auf diesen Punkt einer vom Stadtmagistrat von Nürnberg und der Handelskammer von Regensburg dem Ministerium überreichten Denkschrift vom 12. April 1878 erwidert das Königl. Bayerische Kanal-Amt unterm 24. September 1878 unter Anderem Folgendes:

„Auf die Mehrung der Kanal-Speisewasser-Zuflüsse wurde schon seit 20 Jahren ein besonderes Augenmerk gerichtet.“

„Nachdem im Jahre 1855 in Folge anhaltender Trockenheit der Wasserstand in der obersten Haltung bis auf 0,79 m = 2,4' und den Haltungen 22 und 24 bis auf 0,64 m = 2,2' gesunken war, wurde das Recht zur Einleitung der Sulz für den Bedarfsfall erworben und die Erweiterung der Leitgräben ausgeführt. Bis zum Jahre 1854 konnte die oberste Haltung, sowie die Haltung Nr. 22 wegen starker Sickerungen und Dammrutschungen nur auf 1,15 bis 1,30 m = 4 bis 5 Fuss gefüllt werden.“

„In Folge der vielfachen Verdichtungsarbeiten ist es gelungen, die Haltungen 22 und 24 auf dem Normalwasserstande von 1,46 m = 5' und die oberste Haltung bis auf eine Höhe von 1,82 m = 6,2 bis 6,3 Fuss gefüllt zu halten, so dass bei letzterer nur mehr 7—8 Zoll von dem normalen Wasserstande fehlen.“

„Wegen Vermehrung der Speisewasser-Zuflüsse wurden schon im Jahre 1865 Erhebungen gemacht, im Jahre 1867 wurden specielle Kostenanschläge bezüglich der Einleitung des Bohrenstädter und Sindelbaches gefertigt; auch wurde das Projekt der Wassergewinnung aus der Schwarzach am Schwarzach-Brückenkanale ins Auge gefasst. Ferner wurden zwei weitere Projekte über die Einleitung der schwarzen, sowie der Deininger Laaber gefertigt. Im Jahre 1868 endlich wurde noch ein Kostenanschlag über die Errichtung eines Wasserhebewerkes zwischen Ober- und Unterölsbach, um mittelst Dampfkraft Wasser aus der Schwarzach in die oberste Haltung zu bringen, aufgestellt.“

„Nachdem die Leitgräben bedeutend erweitert worden sind, und daher die Möglichkeit gegeben ist, bei heftigen Regengüssen und Gewittern im Sommer grössere Wassermassen der obersten Haltung zuzuführen, und diese Haltung in Folge der fortgesetzten Verdichtungsarbeiten schon bei Beginn der Schiffsfahrtszeit nahezu normal gefüllt erhalten werden kann, ist die Nothwendigkeit der Einleitung anderer Gewässer mehr in den Hintergrund getreten.“

„Ebenso ist die Nothwendigkeit der Sulz-Einleitung eine geringere geworden, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

| „Im Jahre 1858 wurde die Sulz eingeleitet 45 Mal, | „Im Jahre 1868 wurde die Sulz eingeleitet 20 Mal, |
|---|---|
| 1859 „ „ „ „ 22 „ | 1869 „ „ „ „ 12 „ |
| 1860 „ „ „ „ 19 „ | 1870 „ „ „ „ 4 „ |
| 1861 „ „ „ „ 2 „ | 1871 „ „ „ „ — „ |
| 1862 „ „ „ „ 13 „ | 1872 „ „ „ „ — „ |
| 1863 „ „ „ „ 22 „ | 1873 „ „ „ „ — „ |
| 1864 „ „ „ „ 15 „ | 1874 „ „ „ „ — „ |
| 1865 „ „ „ „ 16 „ | 1875 „ „ „ „ 2 „ |
| 1866 „ „ „ „ 1 „ | 1876 „ „ „ „ 2 „ |
| 1867 „ „ „ „ 9 „ | 1877 „ „ „ „ — „ |

„Die Regenmenge in Neumarkt betrug

| „in dem Jahre 1868: 472,87 Par. Lin. | „in dem Jahre 1873: 453,26 Par. Lin. |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1869: 467,79 „ | 1874: 321,374 „ |
| 1870: 489,45 „ | 1875: 456,437 „ |
| 1871: 441,00 „ | 1876: 312,500 „ |
| 1872: 399,726 „ | 1877: 353,875 „ |

„Während im Jahre 1868 bei 472,87 Par. Lin. Regenmenge die Sulz 20 Mal eingeleitet werden musste, wurde im Jahre 1876 bei nur 312,50 Par. Lin. Regenmenge die Sulz nur 2 Mal eingeleitet, nachdem in den 4 Jahren 1871 bis 1874 dieselbe gar nicht benutzt wurde. Hieraus ist ersichtlich, dass sich der Zustand des Kanales in Bezug auf Dichtigkeit so sehr gebessert hat, dass zur Zeit ein bedeutender Verlust an Wasser durch Sickerungen nicht mehr stattfindet, dass mithin die dormaligen Zuflüsse an Speisewasser bei einigermaassen normaler Witterung auch bei vermehrter Frequenz am Kanale vollkommen ausreichen, umso mehr, als die 24 km lange oberste Haltung immer mehr ihrer Bestimmung als Reservoir näher geführt wird.“

„In ganz ausserordentlich trockenen Jahren dürfte es allerdings vorkommen, dass die Speisewasser nicht ausreichen und die Wassertiefe abnimmt. In solchen Jahren werden aber auch die Flüsse, der Rhein und die Donau wasserarm sein und wird die Schifffahrt überhaupt, also nicht bloß auf dem Kanal, gestört werden. So war z. B. im September 1868 die Donau kleiner als der Wasserstand der Kanalhaltungen und die Kanalschiffe mussten ausladen,

„um auf der Donau fahren zu können. Am Main ist dies immer der Fall. In solchen trockenen Jahren wird „mindestens die Einleitung der Sulz genügen, und es dürfte daher das Bedürfniss zur Herstellung anderer Zuleitungen „und Vorrichtungen, ebenso aber auch Aussicht hierzu gegenüber den hohen Herstellungs- und Unterhaltungskosten „einer- und dem seltenen Gebrauche andererseits nicht bestehen.“

Die oben genannte Denkschrift bezeichnete als einen weiteren Mangel des Kanales die Menge der die Schifffahrt über Gebühr aufhaltenden Schleusen und wünschte eine Erwägung darüber, ob nicht ein Theil derselben durch geneigte Ebenen ersetzt werden könne. Das Kanal-Amt sagt hierzu:

„Die Zahl der Schleusen am Ludwigs-Kanale kann nicht als übermässig bezeichnet werden, wie dies ein „kurzer Vergleich mit anderen Kanälen zur Genüge zeigen wird.“

„Der französische Rhein-Marne-Kanal hat nahezu dieselben Dimensionen, wie der Ludwig-Kanal, nämlich:

| | Rhein-Marne-Kanal | Ludwig-Kanal |
|--|-------------------|--------------|
| „Obere Breite | 14,8 m | 15,76 m |
| „Sohlenbreite | 10 „ | 9,92 „ |
| „Wassertiefe | 1,6 „ | 1,46 „ |
| „Die Schiffe haben eine Länge von | 34,5 „ | 32,10 „ |
| „und eine Breite von | 5,1 „ | 4,49 „ |
| „Die Schleusen haben eine durchschnittliche Fallhöhe von | 2,62 „ | 2,54 „ |

„Bei einer Länge von 315,094 km hat der Rhein-Marne-Kanal 180 Schleusen, der Ludwig-Kanal bei einer „Länge von 177,861 km hat 100 Schleusen, bei ersterem Kanale treffen sonach auf je 10 km Länge 5,713, bei letzterem 5,622 Stück Schleusen.“

„Die Verhältnisse des Ludwig-Kanales und des Rhein-Marne-Kanales sind also in Bezug auf die Steigerungs- „verhältnisse und Zahl der Schleusen fast ganz die gleichen. Obwohl nun der Verkehr auf dem Rhein-Marne-Kanal „gewiss ein viel grösserer ist, als er je auf dem Donau-Main-Kanal im günstigsten Falle werden wird, und obgleich „der Rhein-Marne-Kanal erst in den Jahren 1851—1853 vollendet worden ist, haben es die französischen Ingenieure „doch für zweckmässig erachtet, das Gefälle nur mit Schleusen zu überwältigen und andere Mittel, z. B. die „Herstellung von geneigten Ebenen, wie solche insbesondere beim Morris-Kanale in Nordamerika bestehen, nicht in „Anwendung gebracht.“

„Dieser Kanal hat bei fast gleicher Länge wie der Ludwig-Kanal 23 schiefe Ebenen mit Steigungen von „1:12 bis 1:10, die Schiffe haben aber nur eine Ladungsfähigkeit von 20—30 Tonnen, dagegen die Ludwig-Kanal- „Schiffe eine solche von 100—120 Tonnen. Während der Betrieb der schiefen Ebenen auf dem Morris-Kanale mit „Wasserrädern (von 7,92 m Durchmesser, 2,44 m Breite und einem Aufschlagwassergefälle von 5,28 m) geschieht, „müsste der Betrieb von geneigten Ebenen am Ludwig-Kanale mit Dampfmaschinen geschehen, da wegen Mangel an „Wasser der Betrieb mit Wasserrädern unmöglich ist. — Der Wagen, auf welchem die Schiffe die geneigten Ebenen „passiren müssen, müsste eine Länge von 33 m, eine Breite von 5 m und eine Tragfähigkeit von mindestens „150 Tonnen = 3000 Zentner haben.“

„Wenn es auch nicht unmöglich ist, einen solchen Wagen zu konstruiren, so ist es ganz unmöglich, jedes „Schiff auf dem Wagen so zu lagern, dass das Schiff vollkommen aufliegt und keine schädlichen Spannungen und „Drucke erleidet. Bei aller Sorgfalt wird eine geringe Beschädigung eines so schweren Schiffes nicht zu vermeiden „sein und die Kanalschiffe würden viel schneller als bisher zu Grunde gehen.“

„Ausserdem wird die Schifffahrtfrequenz nie der Art sein, dass die Dampfmaschinen fortwährend in „Benutzung sind. Es müsste Schiff an Schiff gehen. Wenn aber Dampfmaschinen auch nur stundenweise unbeschäftigt „sind, werden die Betriebskosten ungemein vertheuert, weil die Maschine den ganzen Tag in Bereitschaft gehalten „und daher geheizt werden muss. Im Winter stünde die Maschine ganz still, das Wartepersonal müsste aber gleich-

„wohl beibehalten werden. Am Ludwig-Kanale sind 4 Strecken, auf denen die Schleusen mehr oder minder zusammen-
„gedrängt sind: nämlich:

1. von Schleuse Nr. 13 bis 21,
2. „ „ „ 25 „ 32,
3. „ „ „ 33 „ 63,
4. „ „ „ 64 „ 69.

„Diese Strecken würden sich allenfalls zur Anlage geneigter Ebenen eignen. — Im Nachfolgenden wird
„gezeigt, auf welche Weise dies z. B. bei der sub Ziffer 3 aufgeführten Strecke von Schleuse Nr. 33 bis 63
„geschehen könnte.“

„Wegen des Mühlbach-Dammes in der Haltung Nr. 36 und des Schwarzach-Brückenkanales in Haltung Nr. 60
„könnte nur die Strecke von Schleuse Nr. 36—59 in Betracht kommen. — Das Gefälle von Schleuse Nr. 36 bis zur
„Haltung Nr. 60 beträgt 56,038 m = 192 Fuss. Diese Steigung müsste analog dem Morris-Kanale auf 2 Ebenen
„vertheilt werden. Die erste Ebene würde etwa in die Haltung Nr. 41 kommen. Von Schleuse 36 bis 41 müsste
„eine 20,80 m lange Aufdämmung von durchschnittlich 6,9 m Höhe, von Schleuse Nr. 41—45 auf 1455 m Länge
„ein Einschnitt von 5,91 m Tiefe; dann von Schleuse Nr. 46—52 auf 1940 m Länge eine Aufdämmung von durch-
„schnittlich 8,16 m Höhe bis zur zweiten geneigten Ebene und von da bis zur Schleuse Nr. 59 ein Einschnitt von
„2050 m Länge und 9,43 m Tiefe hergestellt werden.“

„An jeder schiefen Ebene müsste eine Dampfmaschine aufgestellt, unterhalten und betrieben werden.“

„Da nun bei den anderen drei Strecken auch je eine Maschine aufgestellt werden müsste, so würden im
„Ganzen 5 Maschinen mit Häusern etc. nöthig.“

„Die Maschinen müssten doppelt sein, damit die Sicherheit nicht unterbrochen würde, wenn an einer
„Maschine etwas brähe. Abgesehen von den Kosten der Anschaffung der Maschinen, der Herstellung der Auf-
„dämmungen und der Einschnitte der schiefen Ebenen, wäre noch zu berücksichtigen, dass Behufs der Herstellung
„der schiefen Ebenen, der Aufdämmungen und Einschnitte, im Falle die jetzige Kanalunterlage beibehalten werden
„sollte, der Verkehr am Kanale während zwei oder drei Jahren ganz unterbrochen werden müsste.“

„Welche Folgen eine solche Unterbrechung nicht nur für den Staat, sondern auch für das Schiffs- und
„Handelstreibende Publikum haben würde, bedarf keiner weiteren Ausführung. — Soll aber der Verkehr nicht unter-
„brochen werden, so müsste hier für diese Kanalstrecken neben dem alten Kanale eine neue Trace gesucht werden.
„Zu den ohnehin schon enormen Kosten würden aber auch noch bedeutende Grunderwerbungskosten kommen. Bei
„Neuanlage eines Kanales könnte allenfalls die Herstellung von geneigten Ebenen in Erwägung gezogen werden.“

„Bei einem bestehenden Kanale, dessen Steigungsverhältnisse keineswegs ungünstiger, wie die anderer
„Kanäle sind, kann aber von Einführung solcher Ebenen oder anderer künstlicher Mittel, statt der schon bestehenden
„Schleusen nie und nimmermehr die Rede sein. — In der Strecke von Schleuse Nr. 36—60 würden allerdings
„24 Schleusen erspart und der Zeitgewinn für ein Schiff wäre ca. 6—8 Stunden, wenn der Aufenthalt an den schiefen
„Ebenen nicht in Abzug gebracht würde. Im günstigsten Falle würden also vielleicht 6 Stunden gewonnen. —
„Einen so geringen Gewinn mit solch grossen Opfern zu erkaufen, wird Niemand begutachten können.“

Zu dem Vorstehenden mögen einige Bemerkungen gestattet sein. Zwischen den Abmessungen und
Schiffen des Rhein-Marne-Kanales und des Ludwig-Kanales besteht eine nicht geringe Verschiedenheit.

| | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------|-------------|---------------------|
| Es betragen: | der Schiffe Länge, | Breite, | Tauchtiefe, | daher Tragfähigkeit |
| auf dem Rhein-Marne-Kanal | 34,50 m | 5,10 m | 1,40 m | 4000 Zentner, |
| auf dem Ludwig-Kanal | 32,10 „ | 4,49 „ | 1,29 „ | 2600 |

Diese höhere Tragfähigkeit begründet einen in wirthschaftlicher Beziehung sehr bedeutenden
Unterschied. In Frankreich wird der wirthschaftliche Vortheil der grösseren Fahrzeuge thatsächlich anerkannt
und seit vielen Jahren schon ist man beschäftigt, den Rhein-Marne-Kanal noch mehr zu erweitern; durch
die Vertiefung desselben auf 2 m und durch die Vermehrung des Speisewassers werden bald überall schon
die französischen Normalschiffe von 5200 Zentnern verkehren können.

Neuerdings sind von der National-Versammlung 800 Millionen Francs bewilligt, hauptsächlich zu dem Zwecke, alle französischen Kanäle von irgend welcher Bedeutung einem Normalmaasse anzupassen.*)

Was die Möglichkeit betrifft, die Schleusen durch geneigte Ebenen zu ersetzen und grosse Schiffe gefahrlos auf Eisenbahnwagen zu transportiren, so sei daran erinnert, dass solche Wagen für 70 Tonnen Fahrzeuge auf dem Oberländischen Kanale in Ostpreussen schon seit 1860 in vorzüglicher Durchführung bestehen und zur vollsten Zufriedenheit arbeiten. Die Diskussion der Projekte für Schiffswagen von weit grösserer Tragkraft, als für den Ludwig-Kanal erforderlich, stehen seit mehreren Jahren auf der Tagesordnung. Für den 1. April 1876 hatte der Berliner Architekten-Verein eine Preis-Aufgabe hierüber ausgeschrieben. Es lagen 1877 schon die Vorschläge vor von Baumeister Post und von Eisenbahn-Direktor Meyer. Meine Arbeiten über diese Frage erschienen in den „Studien“ allerdings erst 1879, mein Vorschlag des hydrostatischen Wagens war aber schon seit Jahren im Zentral-Verein für Hebung der deutschen Fluss- und Kanalschiffahrt besprochen worden. Seit dem Juli 1875 ist in Anderton in England eine hydraulische Schleusenhebung in Thätigkeit, bei welcher die gefüllte Schleuse mit darin schwimmenden Schiffen von 2500 Zentner auf 15 m Höhe mit sehr geringen Kosten und in Zeit von nur einer Minute gehoben wird.

Ohne bei der bestrittenen Möglichkeit der praktischen Durchführung geneigter Ebenen oder anderer Ersatzmittel der Schleusen stehen zu bleiben, muss doch anerkannt werden, dass der theuere Umbau eines schon bestehenden Kanales kaum gerechtfertigt erscheint, wenn nicht bedeutende Verkehrsinteressen dafür sprechen. Der gegenwärtige Verkehr ist indessen viel zu gering, um eine solche Berücksichtigung in Anspruch nehmen zu können und ohne erhebliche Verkehrsänderungen auf Main und Donau ist auch bei vorzüglichster Anordnung des Kanales keine so durchschlagende Steigerung des Lokalverkehrs zu erwarten, dass seinetwegen die hohen Ausgaben gefordert werden dürften.

Auch die Erhaltung einer konstanten Wassertiefe macht die Einschaltung anderer Hebemittel ohne Wasserverbrauch noch nicht erforderlich, nachdem das Kanal-Amt nachgewiesen, dass die gegenwärtige Speisung nahezu genügt oder leicht in vollständiger Weise beschafft werden kann.

Wenn einmal ein Umbau des Kanales geschehen sollte, so dürfte dies nur geschehen mit gleichzeitiger Erweiterung desselben derart, dass auch die mittleren Donau- und Rheinschiffe, bez. die zu hoffenden Normal-Kanalschiffe von 7000 Zentner ihn passiren können oder wenn die Kanalisierung der Werra und ein Kanal von Bamberg nach Hildburghausen — die Wasserscheide liegt 43 m niedriger wie beim Donau-Main-Kanale — eine kürzeste Verbindung mit der Nordsee herstellen würde.

Die Donau ab Kelheim ist dem Rheine noch keineswegs ebenbürtig und müsste grosse Umbauten erfahren. Der Main würde die beladenen mittleren Rheinschiffe nur aufnehmen können bei vollständiger Kanalisierung bis Bamberg. Legt man die Kosten der Kanalisierung von Mainz bis Frankfurt zu Grunde, welche — abgesehen von den Frankfurter Lokalanlagen — für 35 km mit 5 Wehren rund 4,000,000 Mark kosten wird, so müsste für die gesammte Mainkanalisierung ein Betrag von 50 Millionen Mark veranschlagt werden. In Frankreich, wo über den Transport der Rohmaterialien andere Anschauungen herrschen wie bei uns, würde man vor einer solchen als produktiv angesehenen Ausgabe wohl nicht zurückschrecken — bei uns verlohnt es sich noch nicht, auf ein solches Zukunftsbild näher einzugehen.

*) Näheres siehe „Journal officiel“ vom 6. August 1879. Die Normalmaasse sind: Schleusenlänge 38,50 m, Schleusenweite 5,70 m, Wassertiefe 2 m.

Muss man demnach gegenwärtig nur rechnen mit dem Kanale, wie er besteht, so darf doch die Erwartung ausgesprochen werden, dass der Verkehr zwischen dem Kanale und dem Main ein wesentlich anderer werden muss, wenn die Kettenschiffahrt bis Bamberg durchgeführt sein wird. Ueberall tritt uns das Verkehrsgesetz entgegen, nach welchem die geringste Verbilligung des Transports eine Vermehrung desselben herbeiführt. Diese Gegenseitigkeit kann auch in diesem Falle nicht fehlen und wird schon eine bedeutende Veränderung bewirken, wenn selbst die Verkehrsvermehrung nur relativ lokal bleiben sollte.

Der gegenwärtige Verkehr lässt sich annähernd nach der hier folgenden Tabelle und der hiernach gefertigten graphischen Darstellung für die Jahre 1873 und 1874 beurtheilen; eine ebensolche für 1877 aufzustellen, war nach der Unbestimmtheit der Reichsstatistik leider nicht möglich.

Schiffs- und Güter-Verkehr auf dem Main-Donau-Kanale

in den Jahren 1873 und 1874.

1873.

Nach der Donau

| ab Bamberg | ab Erlangen | ab Nürnberg | ab Neumarkt | ab Beilngries | ab Kelheim |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 537 Schiffe 195,244 Ztr. | 551 Schiffe 262,486 Ztr. | 697 Schiffe 197,296 Ztr. | 696 Schiffe 196,528 Ztr. | 321 Schiffe 127,720 Ztr. | 278 Schiffe 226,293 Ztr. |

Nach dem Main.

| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 323 Schiffe 604,295 Ztr. | 305 Schiffe 494,491 Ztr. | 318 Schiffe 510,436 Ztr. | 820 Schiffe 1,405,587 Ztr. | 676 Schiffe 1,247,894 Ztr. | 294 Schiffe 458,609 Ztr. |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|

1874.

Nach der Donau.

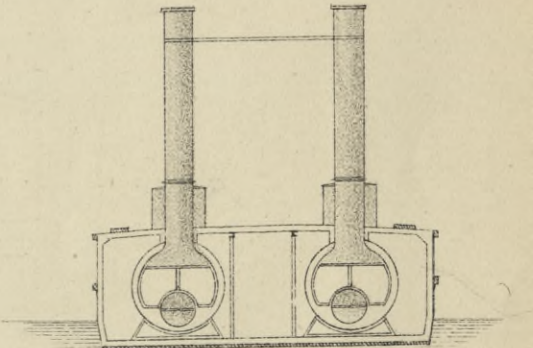
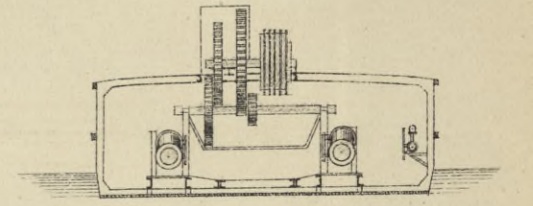
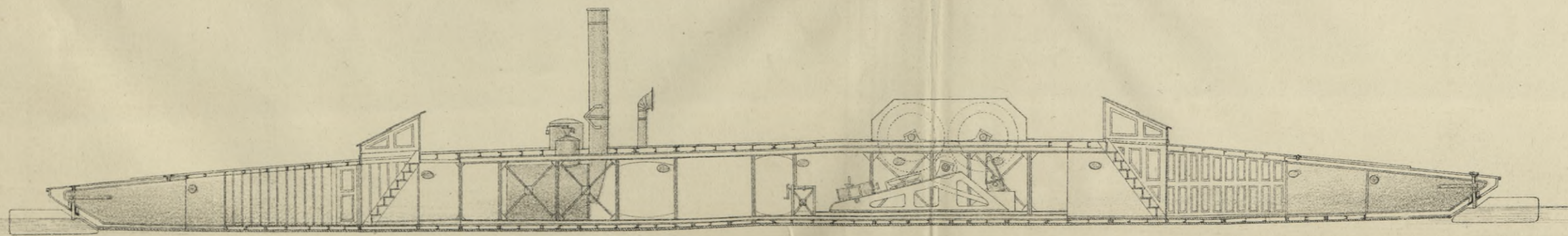
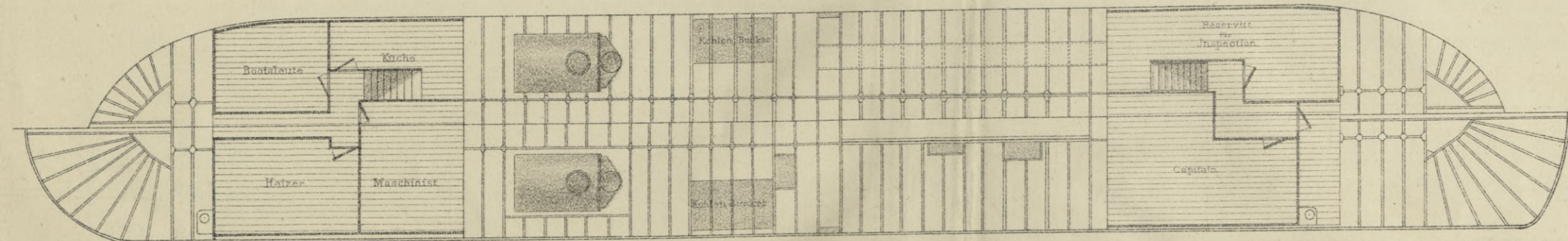
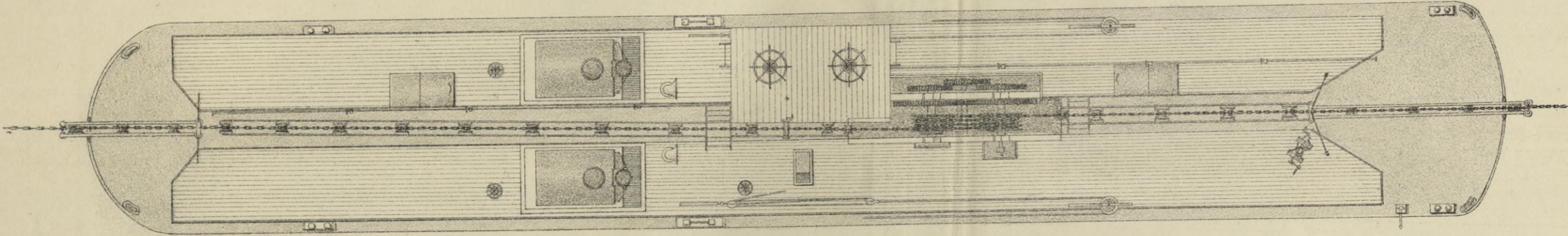
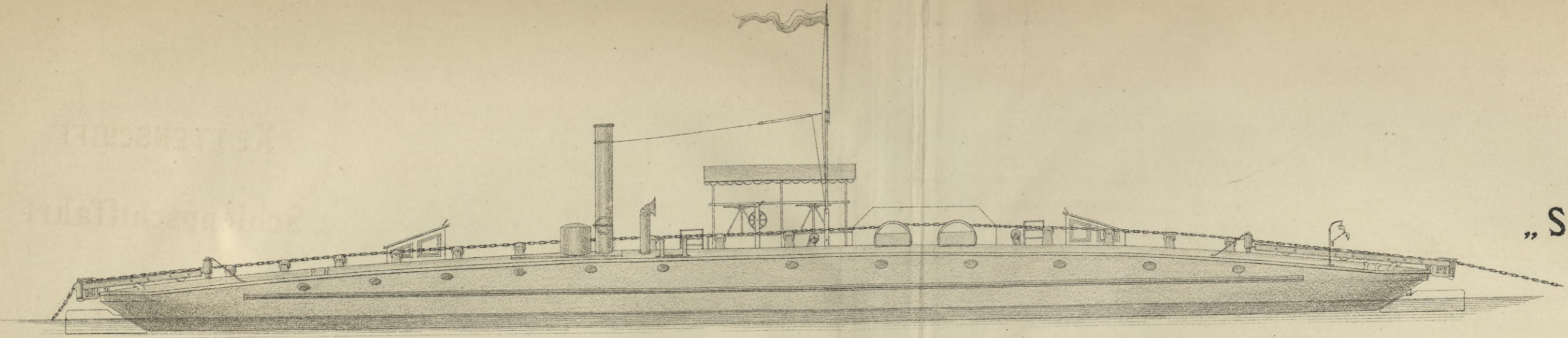
| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 456 Schiffe 177,552 Ztr. | 491 Schiffe 238,827 Ztr. | 679 Schiffe 234,227 Ztr. | 675 Schiffe 168,876 Ztr. | 394 Schiffe 101,082 Ztr. | 191 Schiffe 186,378 Ztr. |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

Nach dem Main.

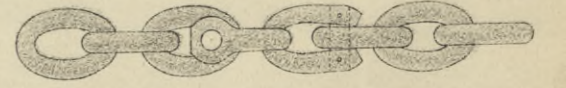
| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 340 Schiffe 353,444 Ztr. | 523 Schiffe 685,801 Ztr. | 568 Schiffe 735,531 Ztr. | 778 Schiffe 1,278,554 Ztr. | 774 Schiffe 1,306,511 Ztr. | 503 Schiffe 564,589 Ztr. |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|



KETTENSCHIFF
 der
„Schleppschiffahrt
 auf dem
Neckar.“



Kettenschloss.



| | |
|--------------------------|----------|
| LANGE IN DER WASSERLINIE | 42,00 M. |
| BREITE | 6,50 " |
| BORDHÖHE | 2,30 " |
| TIEFGANG | 0,47 " |



Gefällverhältnisse

VON

Rhein, Neckar, Main, Main-Donau-Kanal, Elbe und Saale?

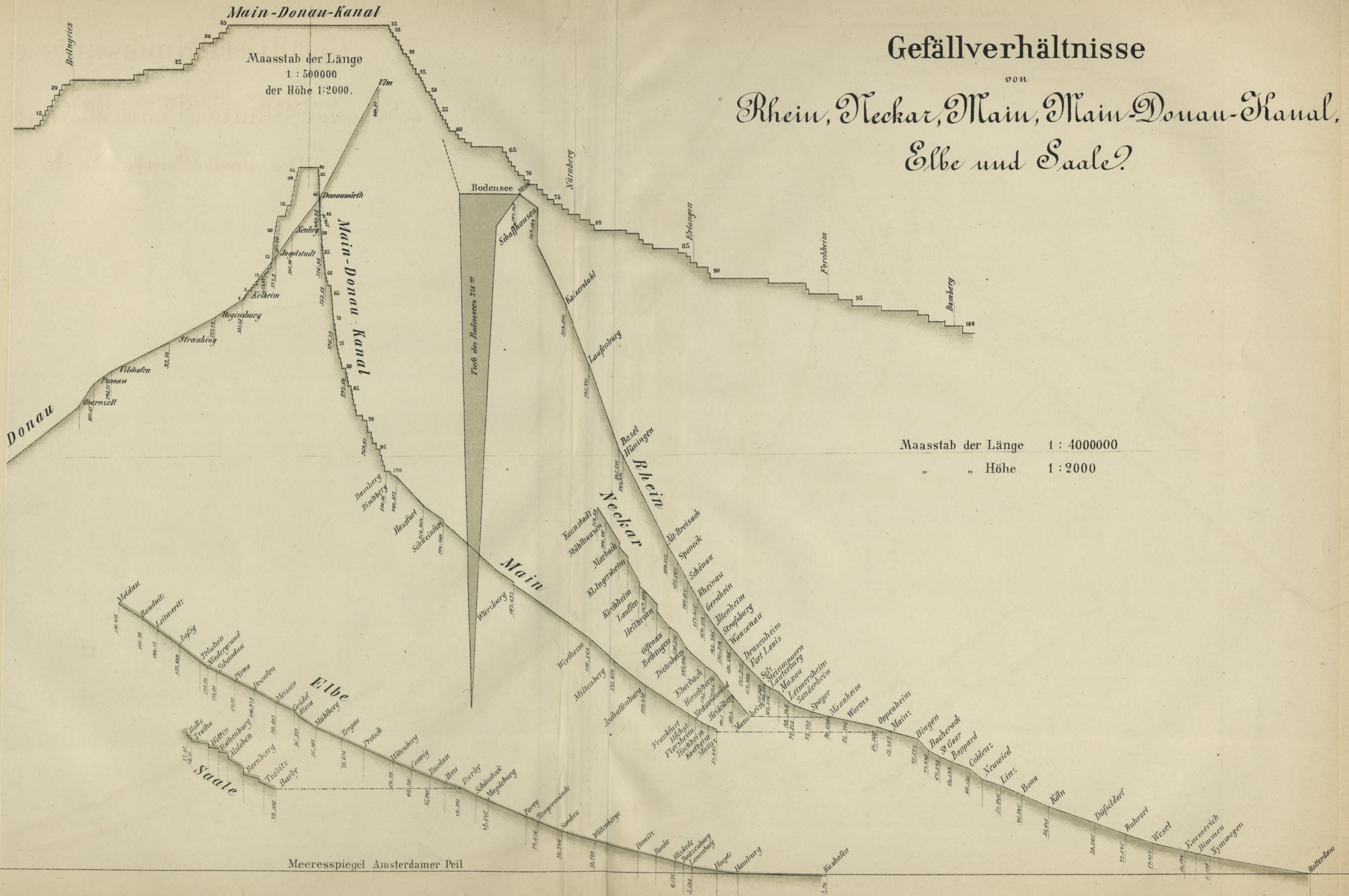
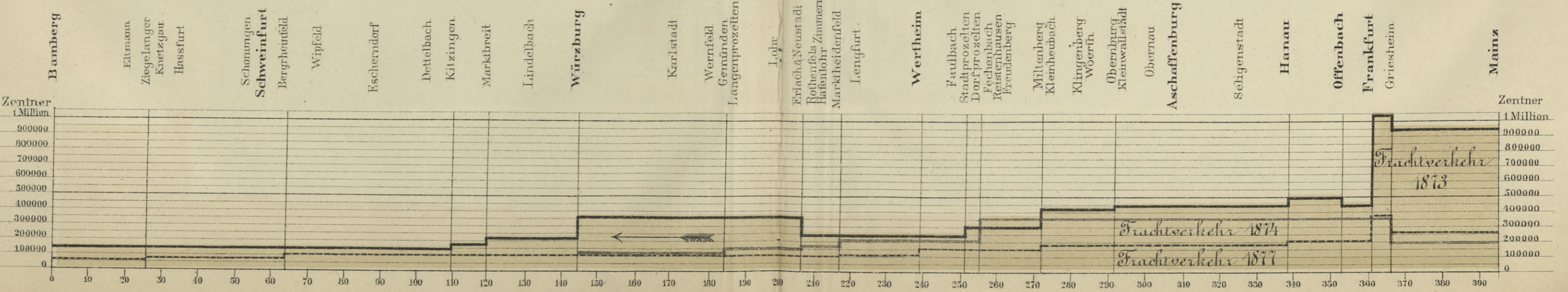
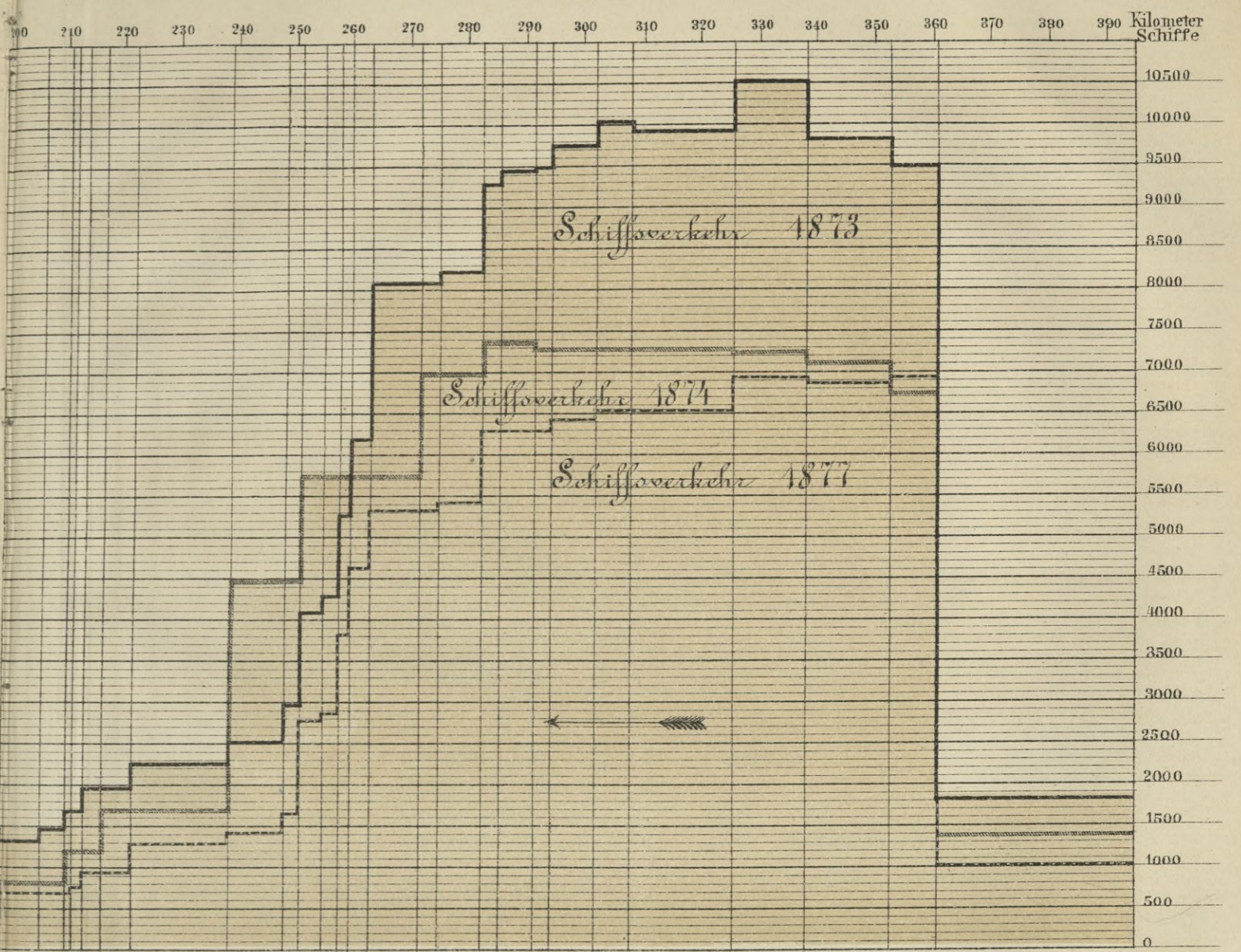
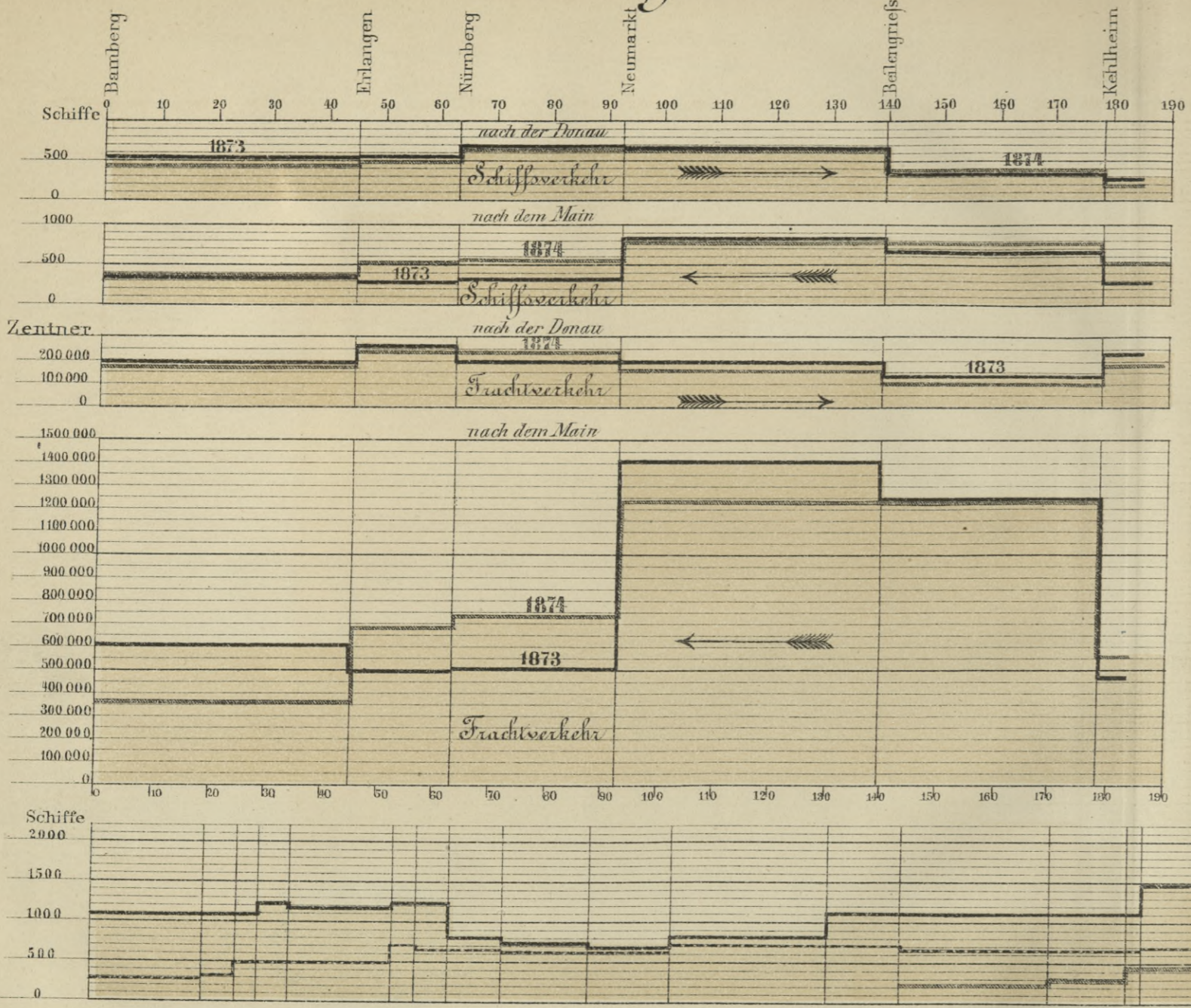


Tabelle über den Schiffs- und Fracht-Verkehr auf dem Main und dem Main Donau Kanal





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



16669

L. inw.

Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301645