



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300317



xx  
629



# Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen.

Veröffentlichungen des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen der Saarindustrie und der Südwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller

Herausgegeben von Dr. Alexander Tille.

Heft 5.

## Denkschrift

über

## die Rentabilität der Mosel- kanalisierung

unter Berücksichtigung des

## Schleppmonopols

von

P. Werneburg.



Bekersche Buchhandlung  
Saarbrücken.

1906.

~~F. 3.~~  
~~213.~~

XX  
629/1

Südweltdeutsche Wirtschaftsfragen.

Veröffentlichungen des Vereins zur Förderung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen der Sachverständigen und der Sachverständigen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller

Herausgegeben von Dr. Alexander Cille.

Verlag von G. Neumann, Neudamm



5296945-11

Denkschrift



III 169/11

unter Berücksichtigung des

Schleppmonopols

1911

F. Wernsdorf

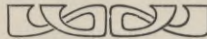
Verlag von G. Neumann, Neudamm

1911

Akc. Nr. ~~958/52~~ 3PK-3-127/2018

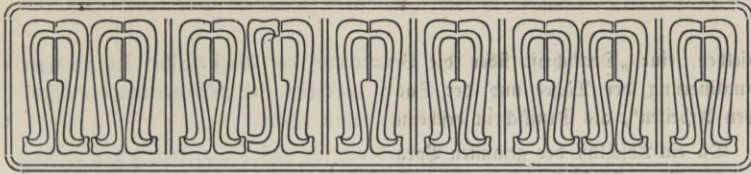
# Inhalt.

	Seite
Vorwort . . . . .	V
Ueber die Rentabilität der Moselkanalisierung unter Berücksichtigung des Schleppmonopols. Von P. Werneburg . . . . .	1
1. Allgemeine Angaben . . . . .	2
2. Berechnung der Schleppkosten . . . . .	6
3. Berechnung der Rentabilität . . . . .	15
4. Die Ausnutzung der Wasserkraft zum Schleppbetrieb . . . . .	23
5. Schlußbemerkungen . . . . .	32









## Vorwort.

Am 7. Februar 1905 hat das preussische Abgeordnetenhaus beschlossen, die königliche Staatsregierung zu ersuchen,

„die Frage der Zweckmäßigkeit und Durchführbarkeit einer Kanalisierung der Mosel und Saar mit möglichster Beschleunigung einer Prüfung zu unterziehen und gegebenenfalls dem Landtage einen Gesetzentwurf, in welchem unter ausreichender Heranziehung aller Interessenten, einschließlich Elsaß-Lothringens und Luxemburgs, die Mittel gefordert werden für die Kanalisierung der Mosel von der lothringischen Grenze bis Koblenz und der Saar von Brebach bis Konz so frühzeitig vorzulegen, daß der Betrieb auf den drei Flußkanälen zu gleicher Zeit mit dem Kanal vom Rhein nach der Weser eröffnet werden kann.“

Bereits am 3. Februar 1905 hatte der Minister der öffentlichen Arbeiten von Budde im preussischen Abgeordnetenhaus erklärt, daß die königliche Staatsregierung zu dieser Resolution eine wohlwollende Stellung einnehme. Die Staatsregierung könne allerdings keine Bürgschaft für die Innehaltung des festgesetzten Endtermins übernehmen, da wesentliche Vorbedingungen wie der Abschluß der Verträge mit Elsaß-Lothringen und Luxemburg nicht von ihr allein abhängen, aber sie sei bereit, baldigst in eine Prüfung der Vorlage einzutreten.

Am 14. Februar 1906 hat der Provinziallandtag der Rheinprovinz durch Uebernahme der erforderlichen Bürgschaften für den Rhein-Weserkanal die nächste wichtige Vorbedingung für die Kanalisierung der Mosel und der Saar erfüllt. Da die Vollendung des Rhein-Weserkanales auf das Jahr 1912 festgesetzt ist, das Abgeordnetenhaus das gleiche Jahr für die Vollendung der Mosel- und Saarkanalisierung in Aussicht genommen hat und die Mosel- und Saarkanalisierung eine fünfjährige Bauzeit erfordern wird, so stehen demnächst im preussischen Abgeordnetenhaus Anfragen zu erwarten, ob die königliche Staatsregierung ihre Vorarbeiten soweit gefördert habe, daß sie instande sei, im Jahre 1907 eine Vorlage über die Kanalisierung der Mosel und Saar einzubringen.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten hat inzwischen die Vorarbeiten für diese Kanalisierung soweit fördern lassen, daß er Anfang März 1906 einen Teil

derselben, eine „Denkschrift über die Verwertung der Wasserkräfte bei etwaiger Kanalisierung der Mosel und der Saar, bearbeitet im Ministerium der öffentlichen Arbeiten“, als Druckschrift erscheinen lassen konnte.

Da ein Abschluß der gesamten Vorarbeiten für diese Kanalisierung des größten südwestdeutschen Flußsystems nicht denkbar ist ohne eine möglichst vielseitige Beleuchtung der Einzelfragen, welche dabei aufzuwerfen sind, so haben sich die beiden wirtschaftlichen Vereine der Saarindustrie entschlossen, eine Reihe kleinerer Denkschriften der Öffentlichkeit zu übergeben, in denen solche Einzelfragen eine fachmännische Behandlung erfahren. Die erste derselben ist:

„Die Rentabilität der Moselkanalisierung unter Berücksichtigung des Schlepptomopols von dem Regierungs- und Baurat F. Werneburg.“

Eine gleiche Arbeit über die Rentabilität der Saarkanalisierung von demselben Verfasser wird ihr auf dem Fuße folgen, und daran wird sich die fachmännische Behandlung einer weiteren Einzelfrage der Saarkanalisierung schließen. Durch eine solche Mitarbeit der Beteiligten dürfte zu erreichen sein, daß binnen kurzem kein Baustein in dem Plane mehr fehlt.

St. Johann-Saarbrücken, den 30. März 1906.

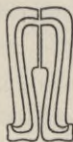
Dr. Alexander Tille.

Ueber die Rentabilität  
der Moselkanalisierung

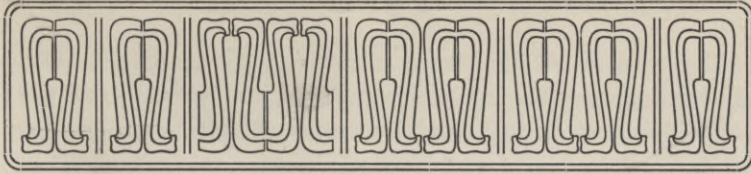
unter Berücksichtigung des

☞ **Schleppmonopols,** ☞

Von P. Werneburg.







## Ueber die Rentabilität der Moselkanalisierung unter Berücksichtigung des Schleppmonopols.

Von P. Werneburg.

**W**ie jede Rentabilitätsberechnung eines noch nicht bestehenden Unternehmens gehört auch die hier durchgeführte in das Gebiet der Wahrscheinlichkeitsrechnungen, d. h. das Ergebnis dieser Rechnungen hängt von der Richtigkeit der gemachten Annahmen ab. Sind diese zu günstig, so fallen auch die Rechnungsergebnisse zu günstig aus und umgekehrt. Um nun hier zu günstige Rechnungsergebnisse und eine daraus folgende spätere Enttäuschung möglichst zu vermeiden, sollen für die zu berechnende Rentabilität der von Metz bis Koblenz zu kanalisierenden Mosel und der von Brebach bis Konz zu kanalisierenden Saar eher zu ungünstige als zu günstige Annahmen gemacht werden.

Für eine derartige Berechnung ist die Kenntnis erforderlich:

- a) der Höhe des zur Bauausführung erforderlichen Anlagekapitals;
- b) der Höhe der späteren jährlichen Betriebskosten;
- c) der Höhe der späteren jährlichen Einnahmen, aus denen die Kosten der Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals zu a und des Betriebes zu b gedeckt werden sollen.

## I. Allgemeine Angaben.

### A) Das Anlagekapital.

Die Länge der zu kanalisierenden Moselstrecke Koblenz-Metz beträgt 301 km; hiervon entfallen auf die preussische und preussisch-Luxemburger Strecke 241 km; auf die Lothringer Strecke 60 km. Die Kosten der erstgenannten 241 km langen Strecke sind in einem ausführlich und sorgfältig bearbeiteten Kostenanschlage zu:

54,6 Millionen Mark,

d. i. ein Kilometer zu 226 500 Mark, ermittelt.

Es sei zur Beurteilung der Wichtigkeit dieser berechneten Summe hier erwähnt, daß die entsprechenden Kosten für die kanalisierte Mainstrecke Frankfurt a. M. bis Mainmündung unter sehr ähnlichen Verhältnissen, wie sie für die Mosel sein werden, 224 000 Mark für das Kilometer, also etwas weniger, als für die Mosel angenommen ist, betragen haben. — Unter der Annahme, daß die Kosten der in dem preussischen Projekte noch fehlenden 60 km langen, oberen Moselstrecke sich etwa ebenso hoch stellen werden wie die vorstehend angegebenen, würden die Baukosten der Gesamtstrecke Koblenz-Metz:

$$301 \cdot 226\,500 = 68\,176\,500 \text{ Mark}$$

betragen, wofür hier nach oben abgerundet die Summe von 70 Millionen Mark gesetzt werden soll.

In dieser Summe sind die Kosten für reichlich groß bemessene Sicherheitshäfen mit enthalten; die für Lößch- und Ladehäfen (sogenannte Industrielhäfen), insbesondere also auch für die im Luxemburger und Lothringer Industriegebiet erforderlichen großen Industrielhäfen dagegen nicht.

### B) Die Betriebskosten.

Die jährlichen Betriebskosten für einen kanalisierten Fluß, d. h. die Beamtengehälter, Arbeitslöhne, Unterhaltungskosten der Bauwerke, der Stromstrecke usw. sind im Gegensatz zu den aus dem Verkehr erzielten Einnahmen (Kanalabgabe und Schlepplohngewinn) von der Größe des Verkehrs so gut wie unabhängig, können also als unveränderlich angesehen werden. Sie betragen nach den auf dem kanalisierten Main bisher gemachten Erfahrungen rund

3000 M./km im Jahr. Hiervon würde für die Mosel ein Betrag von rund 900 M./km abzuziehen sein, der zur Zeit für die Unterhaltung der nicht kanalisierten Mosel jährlich verausgabt wird. Zu Ungunsten der Rentabilität dieser Kanalifizierung soll jedoch hier dieser Abzug nicht gemacht, vielmehr sollen die tatsächlichen späteren Unterhaltungskosten der ganzen Moselstrecke in Höhe von:

$301 \cdot 3000 = 903\,000$  M./Jahr  
in Ansatz gebracht werden. Diese Summe gibt in Prozenten des Baukapitals ausgedrückt:

$903\,000 : 700\,000 = 1,29\%$ ,  
wofür hier rund  $1,3\%$  gesetzt werden mögen.

Bevor von einer Verzinsung des Baukapitals die Rede sein kann, müssen also diese  $1,3\%$  durch die Einnahmen gedeckt sein. Soll eine Verzinsung des Baukapitals von  $3,5\%$  erzielt werden, so müssen  $1,3 + 3,5 = 4,8\%$ , d. i.  $4,8 \cdot 700\,000 = 3\,360\,000$  M. jährlich vereinnahmt werden.

Wird, wie hier vorausgesetzt werden soll, für die kanalisierte Mosel das Schlepptomopol eingeführt, so kommen zu den vor- genannten Kosten noch die durch den Schlepptrieb verursachten Ausgaben hinzu, die im Gegensatz zu den Betriebs- und Verzinsungs- kosten ausschließlich von der Größe des Verkehrs abhängen, also mit dieser steigen und fallen. Diese Kosten sollen später eingehend ermittelt und in die Berechnung eingeführt werden.

### C) Die Einnahmen.

Da für die kanalisierte Mosel die Uebernahme der eigentlichen Frachtbeförderung (Stellung der Frachtschiffe) seitens des Staates ebensowenig vorausgesetzt werden soll, wie sie bisher auf dem Rhein oder auf anderen Wasserstraßen eingeführt ist, so können Einnahmen nur entstehen (geringfügigere Einnahmen aus dem Fährbetrieb, der Verpachtung fiskalischer Ländereien und dergleichen sollen hier unberücksichtigt bleiben) aus

- a) der Schifffahrtsabgabe;
- b) dem Gewinn aus dem Schlepptrieb.

Beide werden nach der gleichen Verkehrseinheit (Tonnen- kilometer) berechnet und steigen und fallen gleichmäßig mit der Frachtmenge. Da hier der Einfachheit und Uebersichtlichkeit der Berechnung wegen nur ein mittlerer Abgabesatz für alle Güter angenommen werden soll, so ist gleichgiltig, ob die Einnahme an der Verkehrseinheit als Schifffahrtsabgabe oder als Gewinn aus

dem Schleppbetrieb bezeichnet wird. Wird z. B. eine Abgabe von 0,3 Pf./tkm und ein Schlepplohn von ebenfalls 0,3 Pf./tkm erhoben, so beträgt, wenn die Selbstkosten des Schleppbetriebes sich auf 0,16 Pf./tkm belaufen, die Nettoeinnahme  $0,6 - 0,16 = 0,44$  Pf./tkm. Dasselbe Ergebnis würde eintreten, wenn nur eine Abgabe von 0,6 Pf./tkm (einschl. Schleppen), oder nur ein Schlepplohn von 0,6 Pf./tkm (einschl. Abgabe) erhoben würde. Es soll daher hier der Schlepplohn nur mit seinen Unkosten in die Rechnung eingeführt werden, während der aus ihm erzielte Gewinn zur Abgabe hinzugerechnet ist, also unter dieser Bezeichnung als Einnahme in der Rechnung erscheint.

Unbekannt sind nun noch:

- a) die Größe der für die Einnahmen maßgebenden Frachtmengen;
- b) die Selbstkosten des Schleppbetriebes.

Die Frachtmengen ist, wie bereits gesagt, für die Rentabilität der kanalisiertes Mosel ebenso wie bei jedem anderen Verkehrsweg ausschlaggebend; sie kann selbstverständlich vorher nur geschätzt werden. Um nun die Willkür einer solchen Schätzung und die dadurch notwendig entstehende Unsicherheit der Rechnungsergebnisse zunächst vollständig auszuschneiden, soll die Rechnung hier nicht nur für eine, sondern für eine Reihe gleichmäßig steigender Frachtmengen durchgeführt werden, so daß die jeder beliebigen Frachtmengen entsprechende Rentabilität (in Prozenten des Baukapitals) ohne Schwierigkeit bestimmt werden kann. Zur besseren Uebersichtlichkeit der Rechnungsergebnisse sind sie nebenstehend zeichnerisch dargestellt worden. — Da es anders nicht möglich sein würde, die nach Art der Fracht, nach der Länge des Transportweges sowie nach dem Verhältnis der Berg- zur Talfracht fortgesetzten Schwankungen ausgelegten Verkehrsverhältnisse in bestimmten Zahlen zum Ausdruck zu bringen und übersichtlich zusammenzustellen, sind hier noch folgende Annahmen gemacht worden:

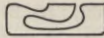
1. Für Frachten jeder Art wird eine mittlere Abgabegebühr für den Tonnenkilometer und zwar in Stufen von je 0,1 Pf. bis zum Höchstbetrag von 1,0 Pf. steigend vorausgesetzt;
2. Als mittlerer Frachtweg ist die Moselstrecke von Koblenz bis Diedenhofen mit 268 km Länge angenommen, da zweifellos der bei weitem größte Teil der später auf der Mosel beförderten Massengüter (Erze, Roheisen, Koks und Koksfohlen) von Luxemburg-Lothringen nach dem Rhein (Ruhrort) und in umgekehrter Richtung diese oder eine nahezu



gleiche Länge durchlaufen wird. Für alle Güter, die andere Wege auf der Mosel zurücklegen, muß die Länge dieser verschiedenen Wege auf die oben genannte Normallänge zurückgeführt werden, um auch diesen Güterverkehr in die hier durchgeführte Berechnung einzupassen;

3. als Verhältnis der Berg- zur Talfracht ist das für die Schifffahrt günstigste, nämlich eine gleich große Berg- und Talfracht angenommen worden. Diese günstigste Annahme für den späteren Moselverkehr erscheint deshalb berechtigt, weil die zu erwartenden Massengüter — Erze und Roheisen einerseits und Koks und Koksfohlen andererseits — sich in entgegengesetzter Richtung auf der Wasserstraße bewegen werden. Der übrig bleibende einseitig entweder auf die Berg- oder auf die Talfahrt entfallende Restverkehr kann ohne Schwierigkeit in gleichverteilten umgerechnet und dann wie dieser in Rechnung gesetzt werden;
4. die Rentabilitätsberechnung ist zunächst für einen gleichmäßig verteilten Jahresverkehr von 2 Millionen Tonnen (also 1 Million zu Berg und 1 Million Tonnen zu Tal) durchgeführt, die einen Weg von 268 km auf der Mosel machen. Die vom Schleppbetriebe zu leistende Jahresarbeit würde sonach  $268 \cdot 2 \text{ Millionen} = 536000000 \text{ tkm}$  sein.

Unter Zugrundelegung dieser Annahmen kann nunmehr zur Berechnung der Betriebskosten des Schleppbetriebes übergegangen werden.



ed fozp wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra  
dschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra  
dschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra  
dschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra  
dschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra wdschjzra

## II. Berechnung der Schleppkosten.

Zur Ausübung des Schleppbetriebes auf der kanalisierten Mosel sollen kleine Schraubendampfer inbetracht gezogen werden, wie sie sich auf dem Rhein und auf anderen Wasserstraßen bewährt haben, und zwar zunächst in drei verschiedenen Größen; der kleinste, D1, soll als Anhang ein Schiff; der mittlere, D2 — zwei Schiffe; der größte, D3 — drei Schiffe von je 65,0 m Länge, 8,0 m Breite, 1,75 m Tiefgang und 600 t Ladefähigkeit schleppen. Durch die Annahme dieser drei Größen wird sich ein Urteil darüber gewinnen lassen, welche der verschiedenen Betriebsarten die für die Mosel günstigste ist.

Für alle drei Größen soll die gleiche Fahrgewindigkeit von 1,8 m/Sekunde (im stillen Wasser) gesetzt werden. Wird ferner als mittlere Strömung des Wassers im gestauten Fluß sowie als Wirkung des eingengten Kanalquerschnitts in den Schleusenkanälen eine Strömung von 0,4 m/Sek. angenommen, so beträgt die absolute Fahrgewindigkeit (am Ufer gemessen) auf der Bergfahrt  $1,8 - 0,4 = 1,4$  m/Sek., d. i. rund 5,0 km/Stunde, und auf der Talfahrt  $1,8 + 0,4 = 2,2$  m/Sek., d. i. rund 8,0 km/Stunde. Wird ferner eine 14stündige mittlere Betriebszeit für den Tag gesetzt, von der 10 Stunden auf die eigentliche Fahrt, 4 Stunden auf die Schleusungen entfallen, so macht jeder Dampfer zu Berg  $5 \cdot 10 = 50$  km/Tag oder  $8 \cdot 10 = 80$  km/Tag zu Tal; er braucht also für die 268 km lange Strecke von Koblenz bis Diedenhofen  $\frac{268}{50} + \frac{268}{80} =$  rund  $6 + 4 = 10$  Tage für eine Hin- und Rückreise. Bei 250 Fahrtagen im Jahr wird demnach jeder Schleppdampfer etwa  $250 : 10 = 25$  Reisen im Jahre machen können.

Da die drei Dampfergrößen bei verschiedenen Leistungen gleich große Fahrgewindigkeit haben sollen, muß, diesen Leistungen entsprechend, die Stärke der Dampfmaschinen verschieden groß bemessen sein; zu ihrer Bestimmung ist die Kenntnis des Schiffswiderstandes für die gewählte Schiffsgröße und Fahrgewindigkeit erforderlich. Hier wurde zur Berechnung dieses Widerstandes die

Formel  $W = k \cdot v^2 \cdot F \cdot \frac{1000}{2g}$  gewählt, in welcher

$v$  die Fahrgeschwindigkeit in Metern/Sekunde;  
 $F$  den eingetauchten Schiffsquerschnitt in Quadratmetern;  
 $k$  eine Erfahrungszahl, die hier zu 0,32 angenommen werden soll,  
 bedeuten.

Es ergibt sich hieraus der Widerstand eines eisernen Schiffs von 8,0 m Breite und 1,75 m Tiefgang, also  $F = 8,0 \cdot 1,75 = 14,0$  qm und  $v^2 = 1,8^2 = 3,24$  zu:

$$W = 0,32 \cdot 3,24 \cdot 14,0 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 9,81} = 740 \text{ kg.}$$

Die erforderliche Schlepparbeit in Pferdekraften an der Schraubenwelle gemessen beträgt somit, wenn die Ausleistung der Schraube  $s = 0,35$  gesetzt wird,

$$A = \frac{v \cdot W}{s \cdot 75} = \frac{1,8 \cdot 740}{0,35 \cdot 75} = \text{rund } 51 \text{ PS.}$$

Die gleiche Berechnung für den Schleppdampfer D1 selbst, dessen Länge 16,0 m, Breite 3,8 m und Tiefgang 1,4 m beträgt, ergibt bei  $k = 0,15$  und  $F = \text{rund } 5,3$

$$w = 130 \text{ kg und } A = 9 \text{ PS;}$$

für den Schleppdampfer D2, dessen Länge 19,0, Breite 4,5, Tiefgang 1,5 m beträgt:

$$w = 164 \text{ kg und } A = 11 \text{ PS;}$$

und für den Schleppdampfer D3, dessen Länge zu 21,5, Breite 4,8 und Tiefgang zu 1,65 m angenommen worden ist:

$$w = 195 \text{ kg und } A = \text{rund } 13 \text{ PS.}$$

Die erforderliche Arbeitsleistung für einen Schlepper D1 mit einem beladenen 600 t-Schiff als Anhang beträgt sonach:  $51 + 9 = 60$  PS;

für einen Schlepper D2 mit 2 solchen Schiffen als Anhang:  $2 \cdot 51 + 11 = 113$  PS; und

für einen Schlepper D3 mit 3 Schiffen als Anhang:  $3 \cdot 51 + 13 = 166$  PS.

Zur Förderung der hier zunächst angenommenen jährlichen Frachtmenge von 1 Million t zu Berg und ebensoviel zu Tal findet sich bei einer mittleren Ladung der Frachtschiffe von 550 t und 25 Hin- und Rückreisen jedes Dampfers auf das Jahr als notwendige Anzahl der Dampfer D1:

$$1000000 : 25 \cdot 550 = \text{rund } 73, \text{ wozu noch rund } 10 \%$$

als Ersatzschiffe zugerechnet werden sollen, so daß im Ganzen  $73 + 7 = 80$  Stück D1 zu beschaffen wären.

An Dampfern D2 sind für die gleiche Leistung nach derselben Berechnung  $\frac{73}{2} + 4 = 37 + 4 = 41$  Stück;

und von D3:  $\frac{73}{3} + 3 = 25 + 3 = 28$  Stück notwendig.

Diese Anzahl der erforderlichen Schleppdampfer, die für die nachfolgenden Betriebskostenberechnungen die wesentlichste Unterlage bildet, wird sich, ebenso wie die Betriebskosten selbst, volle Ausnutzung der Betriebskräfte vorausgesetzt, genau entsprechend der Vergrößerung oder Verminderung der angenommenen Frachtmenge verändern.

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Betriebskostenberechnungen mögen noch einige Bemerkungen vorausgeschickt werden:

1. Als Betriebskosten der Ersatzschiffe, die nur dann in Dienst treten, wenn eins der anderen Schleppschiffe in Ausbesserung befindlich ist, sind nur die unter B 1 und 2 berechneten Beträge angesetzt;
2. Als Bedienung sind für Dampfer D1 angenommen:
 

1 Steuermann mit 1850 M. Jahreslohn.	
1 Maschinist . . . . .	1750 " "
1 Heizer . . . . .	1200 " "
1 Matrose . . . . .	1000 " "
	Summa 5800 M.

Für die Schleppbetriebe D2 und D3 wurden noch je 1000 M. mehr für die Bedienung angesetzt

3. Während sonst für sehr gut gebaute, große Dampfmaschinen als Kohlenverbrauch für die effektive PS=Stunde 1,0 kg Kohle angenommen zu werden pflegt, wurde hier ein Verbrauch von 2,0 kg/effektive PS=Stunde eingesetzt; eine Annahme, die bei den infrage kommenden kleinen Schiffsmaschinen besonders auch in Hinblick auf ihre lange Liegezeit unter Dampf während der Schleusungen gerechtfertigt sein dürfte.
4. Als „Generalunkosten“ sind unter B, 6 die Ausgaben zu verstehen, die für Taugeug, Versicherungen, Hafengebühren, Krankenkassen-usw.-Beiträge, Beamtengehälter und Verwaltungsunkosten entstehen.

Nach diesen Vorbemerkungen kann zur Zusammenstellung der eigentlichen Kostenberechnungen der drei Betriebsarten geschritten werden.

## I. Berechnung der Betriebskosten des Schleppbetriebes mit D1.

Erforderlich sind:  $73 + 7 = 80$  Stück Schleppdampfer D1, die je  $60 \cdot 2500 = 150000$ , d. i. zusammen  $150000 \cdot 73 = 10,95$  Millionen PS-Stunden/Jahr leisten.

### A) Anlagekosten.

a) 1 Schleppdampfer 16,0 m lang, 3,8 m breit mit voller Ausrüstung . . . . .	16000 M.
b) dazu Maschine, Kessel usw. betriebsfähig (230.60)	14000 "
	<hr/>
Σa.	30000 M.

### B) Betriebskosten.

1. 4 % Zinsen und Tilgung des Anlagekapitals . . . . .	1200 M.
2. Unterhaltung	
a) des Schiffes 5 % . . . . .	800 "
b) der Maschine usw. 10 % . . . . .	1400 "
	<hr/>
	3400 M.
3. Kohlenverbrauch bei Annahme eines Preises von 12,0 Mark/Tonne:	
	$2,0 \cdot \frac{150000}{1000} \cdot 12,0 = 3600$ "
4. Fuß- und Schmierstoffe:	
	$150000 \cdot 0,005 = 750$ "
5. Bedienung . . . . .	5800 "
6. Generalunkosten . . . . .	1750 "
	<hr/>
Σa.	15300 M.

### C) Folgerungen.

- Die Anlagekosten dieser Betriebsart sind:  
 $80 \cdot 30000 = 2400000$  M.
- Die Betriebskosten/Jahr betragen:  
 $73 \cdot 15300 + 7 \cdot 3400 = 1.140700$  M.
- Diese, auf den geleisteten Tonnenkilometer zurückgeführt, ergeben bei einer Leistung von 536 Millionen t/Jahr:  
 $114,07$  Millionen Pf. :  $536 = 0,213$  Pf./tkm und
- auf die Pferdekraftstunde zurückgeführt:  
 $114,07 : 10,95 = 10,4$  Pf./PS-Stunde.

## I. Berechnung der Betriebskosten des Schleppbetriebs mit D2.

Erforderlich sind:  $37 + 4 = 41$  Stück Schleppdampfer D2  
 die je  $113 \cdot 2500 = 282500$  PS=Stunden/Jahr, d. i. zusammen:  
 $37 \cdot 282500 = 10 \cdot 452500$  PS=Stunden/Jahr leisten.

### A) Anlagekosten.

- a) 1 Schleppschiff (D2) 20,0 m lang, 4,5 m breit 20000 M.  
 b) dazu Maschine, Kessel usw.  $(180 \cdot 113) =$  rund 20000 „
- 
- Sa. 40000 M.

### B) Betriebskosten.

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. 4 % Zinsen und Tilgung des Anlagekapitals . . . . .          | 1600 M.      |
| 2. Unterhaltung   |              |
| a) des Schiffs 5 % . . . . .                                    | 1000 „       |
| b) der Maschine usw. 10 % . . . . .                             | 2000 „       |
|   | 4600 M.      |
| 3. Kohlenverbrauch $2,0 \cdot \frac{282500}{1000} \cdot 12,0 =$ | 6780 „       |
| 4. Fuß- und Schmierstoffe:                                      |              |
| $282500 \cdot 0,005 =$  | 1413 „       |
| 5. Bedienung . . . . .  | 6800 „       |
| 6. Generalunkosten . . . . .                                    | 3107 „       |
|   | Sa. 22700 M. |

### C) Folgerungen:

1. Die Anlagekosten dieser Betriebsart D2 sind:  
 $37 + 4 = 41 \cdot 40000 = 1\ 640\ 000$  M.
2. Die Betriebskosten/Jahr betragen:  
 $37 \cdot 22\ 700 + 4 \cdot 4600 = 858\ 300$  M./Jahr.
3. Diese auf den tkm zurückgeführt, ergeben:  
 $85,83 : 536 = 0,16$  Pf./tkm.
4. Auf die PS-Stunde zurückgeführt:  
 $8583 : 1045 = 8,2$  Pf./PS-Stunde.

### III. Berechnung der Betriebskosten des Schleppbetriebs mit D3.

Erforderlich sind  $25 + 3 = 28$  Stück Dampfer D3, die je  $166 \cdot 2500 = 415000$ , d. i. zusammen  $25 \cdot 415000 = 10375000$  PS-Stunden/Jahr leisten.

#### A) Anlagekosten.

- |  |              |
|--|--------------|
| a) Ein Dampfer (D3) 21,5 m lang, 4,8 m breit     | 23000 M.     |
| b) dazu Maschine, Kessel usw. (160 . 166) = rund | 27000 „      |
|  | Sa. 50000 M. |

#### B) Betriebskosten.

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. 4 % Zinsen und Tilgung des Anlagekapitals . . . . .          | 2000 M.      |
| 2. Unterhaltung   |              |
| a) des Schiffes 5 % . . . . .                                   | 1150 „       |
| b) der Maschine usw. 10 % . . . . .                             | 2700 „       |
|   | 5850 M.      |
| 3. Kohlenverbrauch $2,0 \cdot \frac{415000}{1000} \cdot 12,0 =$ | 9960 „       |
| 4. Fuß- und Schmierstoffe:                                      |              |
| $415000 \cdot 0,005 =$  | 2075 „       |
| 5. Bedienung . . . . .  | 7800 „       |
| 6. Generalunkosten . . . . .                                    | 3815 „       |
|   | Sa. 29500 M. |

#### C) Folgerungen:

1. Die Anlagekosten der Betriebsart D3 sind:  
 $28 \cdot 50000 = 1400000$  M.
2. Die Betriebskosten/Jahr betragen:  
 $25 \cdot 29500 + 3 \cdot 5850 = 755050$  M.
3. Diese auf tkm zurückgeführt, ergibt:  
 $75,5 : 536 =$  rund **0,14** Pf./tkm.
4. und auf PS-Stunde zurückgeführt:  
 $75,5 : 10,375 =$  rund **7,3** Pf./PS-Stunde.

#### Vergleich der drei Betriebsarten.

Von den vorstehend gefundenen Rechnungsergebnissen interessieren in erster Linie die unter C3 angegebenen Kosten für die Leistung von 1 tkm, die für D1 zu 0,213 Pf.; für D2 zu 0,16 Pf. und

für D3 zu 0,14 Pf./tkm ermittelt sind. Ein Unterschied zwischen Berg- und Talfahrt ist bei diesen Werten nicht gemacht worden; es handelt sich sonach um Mittelwerte, die auch für die hier zu besprechende Frage völlig genügen. Um aus diesen Mittelwerten die wirklichen Kosten zu bestimmen, braucht nur der zweifache Mittelwert im Verhältnis der Berg- zur Talgeschwindigkeit, also etwa wie  $\frac{8}{13} : \frac{5}{13}$  geteilt zu werden. Dadurch ergeben sich die entsprechenden Kosten der Berg- bzw. Talfahrt. Für D2 würde diese Berechnung z. B.  $2 \cdot 0,16 \cdot \frac{8}{13} = 0,20$  für die Bergfahrt und demgemäß 0,12 Pf. für die Talfahrt ergeben. Bei stärkerer Strömung (infolge von Hochwasser) wird selbstverständlich dieses Verhältnis der Stärke der Strömung entsprechend zu Ungunsten der Bergfahrt noch mehr verändert. Diese Abweichung der Berg- und Talfahrtkosten bleibt aber, wie bereits gesagt, bei der hier zunächst gemachten Annahme, daß Berg- und Talfahrt gleich groß sein sollen, ohne Einfluß auf die Rentabilitätsberechnung. Dies würde aber nicht mehr der Fall sein, sobald, wie gewöhnlich, Berg- und Talfracht ungleich groß sind.

Bezüglich der Höhe der Kosten für das tkm zeigt sich, daß die Kosten des Verkehrs D1 (0,213 Pf.) nicht nur die höchsten von den drei gegenüber gestellten Verkehrsarten sind, sondern auch erheblich mehr von D2 (0,16 Pf.) abweichen als dieses von D3 (0,14 Pf.). Dieses Ergebnis war nicht anders zu erwarten, da erfahrungsmäßig kleine Dampfmaschinen teurer arbeiten als große und das Schleppen von Schiffen in Zügen um so vorteilhafter, d. h. billiger ist, je größer die Zahl der Anhangschiffe genommen wird. Es war also vorauszusehen, daß der Betrieb mit einem Schiff als Anhang — D1 — der unvorteilhafteste, der mit drei Schiffen — D3 — der vorteilhafteste (billigste) sein werde. Der Fall, daß ein einziges 600-t-Schiff besonders geschleppt wird, ist also nur als Ausnahmefall anzusehen, weshalb der Betrieb D1 von nun ab hier außerbetracht bleiben kann.

Sehr wohl ist dagegen das Schleppen eines einzelnen Schiffes von größerer Ladefähigkeit nicht nur möglich, sondern unter Umständen auch vorteilhaft. Da nämlich die vorgesehene Schleusenbreite 10,6 m beträgt, können Schiffe von 10,0 m Breite und 80,0 m Länge, die bei 2,0 m Tiefgang rund 1000 t laden, nicht nur die Schleusen durchfahren, sondern auch die mit 2,5 m Wasser-



tiefe hergestellten Schleusen, Kanal- und Flußstrecken voraussichtlich ebensogut benutzen, wie dies seit Jahren auf dem kanalisiertem Main geschieht. Doch auch für diese Schleppart würde der Dampfer D1 zu schwach sein, und daher würden auch für sie nur die beiden größeren — D2 und D3 — inbetracht kommen.

Es bleibt nun noch zu untersuchen, welcher dieser beiden größeren Schlepper den Vorzug verdient.

Die vorgesehene Nutzlänge der für den Zugbetrieb mit drei Anhängen bestimmten Schleusen beträgt 240,0 m. Sie könnte, da die Schiffe in der Schleuse dicht hintereinander liegen, unbedenklich auf  $22,0 + 3 \cdot 65 = 217$  oder rund 220,0 m herabgesetzt werden. Der Betrieb D2 mit nur zwei Anhängen — erfordert jedoch nur eine Schleusenzlänge von  $20 + 2 \cdot 65 = 150,0$  m Länge, läßt also eine Verminderung der Schleusenzlänge von mindestens 70,0 m zu. Die Kosten von 1,0 m Schleusenzlänge betragen rund 900 M., so daß bei Verkürzung von 40 Schleusen um je 70 m eine Ersparnis der Anlagekosten von  $40 \cdot 70 \cdot 900 = 2\,520\,000$  M. erzielt würde, die bei 3,5 % Verzinsung usw. eine jährliche Verminderung der Betriebskosten von  $\frac{2\,520\,000}{100} \cdot 3,5 =$

88 200 M. ergeben. Dieser Ersparnis stehen die Mehrkosten des Betriebes D2 im Vergleich zu D3 gegenüber, die  $0,16 - 0,14 = 0,02$  Pf./tkm betragen, also mit der Verkehrsgröße veränderlich sind. Bei geringem Verkehr werden sie kleiner, bei großem größer sein als die vorstehend berechnete unveränderliche Ersparnis. Demgemäß wird auch je nach der Verkehrsgröße die kleinere oder die größere Schleuse die zweckmäßigere sein. Bei 1 Million t Jahresverkehr z. B. betragen die Mehrkosten des Schleppsystems D2:

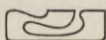
$$268 \text{ Millionen} \cdot 0,02 \text{ Pf.} = 53\,600 \text{ M.},$$

sind also um:  $88\,200 - 53\,600 = 34\,600$  M. geringer als die durch die verkürzten Schleusen erzielte Ersparnis. Bei 2,0 Millionen t (also dem der hier durchgeführten Berechnung zugrunde gelegten Jahresverkehr) würde dagegen der Betrieb D2 schon eine Erhöhung der Betriebskosten von:

$$2 \cdot 53\,600 - 88\,200 = 19\,000 \text{ M./Jahr}$$

mit sich bringen. Da nun für die kanalisierte Mosel — abgesehen von den ersten Uebergangsjahren nach der Fertigstellung bis zu den normalen Verkehrsverhältnissen — auf einen höheren Jahresverkehr als 2,0 Millionen t gerechnet werden darf — der kanalisierte Main hat zur Zeit einen Jahresverkehr von rund 2,5 Millionen t,

der sich voraussichtlich nach ausgeführter Fortsetzung der Kanalisierung bis Würzburg erheblich steigern wird —, so können hier für die Rentabilitätsberechnung der Moselkanalisierung nur die langen Schleusen mit dem Betrieb D3 infrage kommen. — Dagegen ist die oben bereits erwähnte Verkürzung dieser langen Schleusen von 240 auf 220 m wohl zu erwägen, da mit der hierdurch erzielten Ersparnis an Anlagkosten von  $20 \cdot 900 = 18000$  M. die Herstellung eines dritten Schleusentores, etwa in der Mitte der Schleuse belegen, bewirkt werden könnte, so daß je nach Bedarf eine kleinere Schleuse von rund 100—110 m Länge für Einzelschiffe oder die große von 220 m Länge für Schleppzüge benutzt werden könnte. Solche Einzelschiffe werden aber zweifellos als Frachtdampfer (Frachtschiffe mit eigener Dampfkraft) später ebenso zahlreich und vorteilhaft auf der kanalisierten Mosel verkehren, wie dies zur Zeit auf dem Rhein der Fall ist. Ein möglichst schnelles Durchschleusen, wie es nur mit Anwendung kleiner Schleusen erreichbar ist, wird aber für diesen Schiffsverkehr von größter Bedeutung sein.



### III. Berechnung der Rentabilität.

Auf der beigelegten graphischen Darstellung sind die Ergebnisse der Rentabilitätsberechnung übersichtlich zusammengestellt; zu ihrer Erläuterung mögen folgende Bemerkungen dienen. Vom Nullpunkt (0) aus sind auf einem rechtwinkligen Koordinatennetz die Prozente des Baukapitals (70 Millionen M.) so abgemessen, daß ein Prozent (= 700 000 M.) durch eine vertikale Länge von 10 mm dargestellt wird. Den Geldbetrag der in Prozenten ausgedrückten Werte kann man also ohne weiteres durch Multiplikation mit 700 000 in Mark umrechnen. Auf der Horizontalen durch 0 ist der gleichmäßig auf Berg- und Talfahrt verteilte Frachtenverkehr in Millionen t abgetragen, und zwar so, daß 1 Million t durch eine Länge von 40 mm bemessen ist. Die, von 0 aus nach oben gemessen, in Höhe von 1,3 % laufende horizontale Linie — A1 — bezeichnet die durch die Betriebskosten; die in Höhe von 4,8 % laufende — A2 — die durch die Verzinsung und Tilgung des Baukapitals einschließlich der Betriebskosten entstehenden Ausgaben, welche von den Einnahmen zunächst gedeckt werden müssen, bevor von einem eigentlichen direkten Gewinn die Rede sein kann. Die von 0 aus nach unten geneigt laufende Linie 0—D3 gibt die durch den Schleppbetrieb D3 entstehenden Ausgaben an; ferner stellen die von 0 aus nach oben schräg laufenden Linien 0—Z1 bis 0—Z10 die Einnahmen aus der Schiffsabgabe (eventuell auch den Gewinn aus dem Schleppbetriebe) von 0,1 bis 1,0 Pf./tkm steigend dar. Sie sind von der Linie 0—D3 aus nach oben abgesteckt, so daß z. B. für einen Jahresverkehr von 2 Millionen t (= 536 Millionen tkm) die Entfernung von 0—D3 bis 0—Z1:  $\frac{536 \text{ Mill.} \cdot 0,001}{700000} = 0,766 \%$ , d. i. 7,66 mm beträgt.

Die Schnittpunkte der Linien 0—Z mit A2—A2 ergeben somit durch ihre horizontale Entfernung von 0—A2 die Frachtmengen an, die auf Berg- und Talfahrt gleichmäßig verteilt vorhanden sein müssen, um außer der Deckung der Betriebs- und Schleppkosten eine Verzinsung des Anlagekapitals von 3,5 % zu bringen. Dagegen gibt bei Annahme einer bestimmten Jahresfrachtmenge der Schnitt der sie darstellenden Vertikalen mit der Linie

A2—A2 den Betrag der Abgabe (einschließlich des Gewinnes aus dem Schleppbetrieb) an, die für den tkm erhoben werden muß, um eine Verzinsung des Anlagekapitals von 3,5 % (nach Deckung sämtlicher Unkosten) herbeizuführen. Dieser Schnittpunkt liegt z. B. für 2 Millionen t zwischen Z7 und Z8. Werden also als Schlepplohn 0,3 und als Abgabe 0,5 Pf./tkm erhoben, so ergibt sich eine Verzinsung von rund 3,7 % — also etwas mehr als 3,5 %. Wird dagegen nur eine Abgabe von 0,4 Pf., also mit Schlepplohn 0,7 Pf./tkm berechnet, so ergibt dies eine Verzinsung von nur 2,95 %. Bei 6 Millionen t, also 3 Millionen Berg- und ebensoviel Talfracht, liegt dagegen der entsprechende Schnittpunkt zwischen Z3 und Z4. Werden für Schleppen 0,3 und als Abgabe 0,1 Pf., zusammen 0,4 Pf./tkm erhoben, so ergibt sich hier schon eine Verzinsung von rund 4,6 %, also bereits 1,1 % über 3,5 %, d. h. ein Gewinn von 1,1 %. Bei Erhebung einer Abgabe von 0,3 Pf. und eines gleich hohen Schlepplohns, also zusammen 0,6 Pf./tkm würde sich aber bei dieser Verkehrsmenge nach Deckung der Unkosten eine Gesamtverzinsung von 9,3 %, also (nach Abzug der Zinsen des Bankkapitals) ein Gewinn von 5,8 % einstellen.

Die folgenden zwei Zusammenstellungen geben eine Uebersicht über die Rentabilität der kanalisierten Mosel, und zwar enthält I. den Gewinn in Prozenten des Bankkapitals, der bei einer Abgabe von  $0,3 + 0,3 = 0,6$  Pf./tkm sich aus den verschiedenen Frachtmengen ergibt; und II. die Abgabenhöhe, die für die verschiedenen Frachtmengen zu erheben ist, um eine Verzinsung des Bankkapitals von 3,5 % zu erzielen.

### Zusammenstellung I.

Frachtmenge in Millionen t	1	2	3	4	6	8	10
Bruttoeinnahme in Prozenten des Bankkapitals	2,3	4,6	6,9	9,2	13,8	18,4	23,0
Nettoeinnahme	- 3,0	- 1,1	+ 0,5	+ 2,3	+ 5,8	+ 9,3	+ 12,8

### Zusammenstellung II.

Frachtmenge in Millionen t	1	2	3	4	6	8	10
Abgabenhöhe bei 3,5 % Verzinsung und Deckung aller Unkosten	1,38 Pf. tkm	0,77	0,565	0,457	0,351	0,299	0,266

Bei einer Frachtmenge zwischen 2,0 und 3,0 (etwa 2,7 Millionen t) genügt also eine Schleppgebühr von 0,3 Pf./tkm und eine Abgabe

von ebenfalls 0,3 Pf. tkm (zus. 0,6 Pf./tkm), um nach Deckung aller Unkosten eine Verzinsung des Baukapitals von 3,5 % zu erhalten; bei einem Verkehr von 8 Millionen t würde dagegen bereits die Erhebung einer Schleppgebühr von 0,3 Pf./tkm — ohne jede weitere Abgabe — genügen, um zu dem nämlichen Ergebnis zu gelangen.

Es sei nun noch die Benutzung der graphischen Darstellung an einem Beispiel mit ungleich auf Berg- und Talfahrt verteilter Frachtmenge gezeigt, und zwar soll hierzu diejenige Frachtmenge schätzungsweise bestimmt werden, die voraussichtlich nach Verlauf der ersten Betriebsjahre auf der kanalisierten Mosel und Saar zur Beförderung kommen wird und daher die Grundlage für eine Rentabilitätsrechnung dieser Wasserstraße bilden muß.

Diese Frachten sind in folgende Klassen einzuteilen:

1. Güter, die vom Moselindustrialgebiet nach dem Rhein gehen (Erze, Roheisen, Halbzeug usw.);
  2. Güter, die vom Rhein nach dem vorgenannten Industrialgebiet befördert werden; (Koks und Kokscohlen);
  3. Güter, die, vom Rhein kommend, über Metz nach Frankreich und in umgekehrter Richtung gehen;
  4. Sonstige Güter, die nur auf der Mosel oder von einzelnen Punkten derselben nach dem Rhein oder in umgekehrter Richtung verkehren;
- und unter der Annahme, daß auch die Saar von Brebach bis zur Mündung in die Mosel kanalisiert wird;
5. Güter, die, von der Saar kommend, bis zu einzelnen Orten an der Mosel oder bis zum Rhein bzw. in umgekehrter Richtung befördert werden.

Die unter 1 und 2 vorstehend angegebenen Güter machen voraussichtlich später den bei weitem größten Teil des Moselverkehrs aus. Ihr zur Zeit auf der Eisenbahn (Strecke Koblenz-Trier) bewältigter Transport, der sich in den letzten 15 Jahren so stark vergrößert hat, daß die Bahn bereits nahe ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sein dürfte, geht zweifellos zum Teil auf die billigere Wasserstraße über, sobald die Möglichkeit hierzu vorhanden ist. Die Größe dieser jetzt auf der Bahn beförderten Massen wird aber immer die Unterlage für eine — also auch die vorliegende — Schätzung der später der Wasserstraße zufallenden Frachtmengen bilden. Ebenso nun, wie die Annahme unzulässig sein würde, daß bei Eröffnung der neuen Wasserstraße sofort der ganze zu dieser

Zeit vorhandene Eisenbahnverkehr auf sie übergehen wird, ebenso zulässig dürfte die Annahme sein, daß von einem zur Zeit so stark wachsenden Verkehr, wie der hier vorliegende ist, nach einer Zeit von sechs Jahren, die wohl bis zur Fertigstellung der Mosel- und Saarkanalisation verfließen dürfte, etwa der Teil der späteren Eisenbahnfracht auf die Wasserstraße übergeht, der an Größe der heutigen Fracht entspricht. Es soll jedoch hier noch vorsichtiger vorgegangen und nur die Fracht für die Wasserstraße in Rechnung gesetzt werden, die im Jahre 1903, also nicht im letztvergangenen Jahre auf der Eisenbahn befördert wurde. Sie beträgt:

a) vom Ruhrgebiet nach dem Moselindustrialgebiet:

rund  $1,17 + 1,5 = 2,67$  Millionen t Koks und  
Koksfohlen;

b) in umgekehrter Richtung:

rund  $1,65 + 0,5 = 2,15$  Millionen t Erze, Roh-  
eisen und dergl.

Der für diese Güter auf der Mosel inbetracht kommende Weg ist — ebenso wie in den vorstehenden Berechnungen — im Mittel zu rund 268 km angenommen worden.

Die unter 3. angeführten Güter — wie zu 1. aus Koks und Koksfohlen bestehend — sollen unter gleichen Voraussetzungen zu 1,0 Millionen t angenommen werden, deren Weg auf der Mosel 301 km beträgt. Diese Frachtmenge ergibt also, auf den Normalweg reduziert, eine Bergfracht von:  $1,0 \frac{301}{268} =$  rund 1,12 Millionen t. — Als Beförderungsmittel für sie kommt nur das sogenannte „Kanalschiff“ von 280 t Ladefähigkeit inbetracht, weil ein Umschlag in Weg aus dem 600 t-Schiff in das Kanalschiff, welches allein auf den Kanälen Frankreichs usw. verkehren kann, nicht zweckmäßig sein wird. —

Die Güter zu 4. bestehend aus Kalk- und Grauwackesteinen, Kohlen und Bricketts für Kesselfeuerung, Zement, Thomasschlacken, Salz, Soda, Wein, landwirtschaftlichen Produkten usw., sollen, weil vorher nur schwer bestimmbar und für das Rechnungsergebnis nicht von erheblicher Bedeutung, hier nur mäßig hoch, nämlich zu 0,2 Millionen t zu Berg und 0,25 Millionen t zu Tal geschätzt, und ihr Weg soll im Mittel zu 100 km bemessen werden. Dies gibt, auf den Normalweg reduziert, eine weitere Verkehrsmenge von:  $0,2 \frac{100}{268} = 0,074$  Millionen t zu Berg, und  $0,25 \frac{100}{268} = 0,093$

zu Tal. Es wären hiernach im Ganzen:  $2,67 + 1,12 + 0,074 = 3,864$  Millionen t zu Berg und  $2,15 + 0,093 = 2,243$  Millionen t zu Tal, d. i. zusammen 6,107 Millionen t auf dem gleich langen Weg von 268 km zu befördern. Der Schleppebetrieb würde nun zur Bewältigung dieser Verkehrsmenge einer gleichmäßig auf Berg- und Talweg verteilten Gesamtfracht von  $2 \cdot 3,864 = 7,728$  Millionen t entsprechend einzurichten sein; seine Kosten würden sich mithin auf den (wie alle folgenden Größen aus der graphischen Darstellung abgegriffenen) Betrag von 4,2 % des Anlagekapitals (rund 2,94 Millionen M.) belaufen. Sie sind an Stelle der dem wirklichen Verkehr von 6,107 Millionen t entsprechenden Schleppkosten von 3,3 % von den diesem Verkehr entsprechenden Einnahmen (bei  $0,3 + 0,3 = 0,6$  Pf./tkm) abzuziehen. Diese betragen sonach rund:  $(3,3 + 10,65) - (1,3 + 3,5 + 4,2) = 4,95$  %.

Da aber auch die leer zutal fahrenden Schiffe nicht ohne Schleppgebühr befördert werden, wofür hier ein Betrag von 0,1 Pf. tkm angenommen werden soll, so ergibt sich eine weitere Einnahme von:  $3,864 - 2,243 = 1,621$  Millionen t, oder:  $1,621 \cdot 0,001 \cdot 268 = 434428$  M., d. i., in Prozenten des Anlagekapitals ausgedrückt,  $434428 : 700000 = 0,62$  %. Diese den oben gefundenen 4,95 % hinzugerechnet, ergibt eine Gesamteinnahme von 5,57 %, während bei Annahme einer gleichmäßig auf Berg- und Talfahrt verteilten Gesamtfracht von 6,107 Millionen t sich die Einnahme auf 5,85 % (also nur 0,28 % höher) belaufen würde. Man kann also bei nicht zu großem Unterschied in Berg- und Talfracht die der gleichmäßig verteilt angenommenen Gesamtfracht entsprechende Einnahme bei nur überschläglicher Rechnung als genügend genaues Rechnungsergebnis betrachten.

Es wäre nun noch der Einfluß der kanalisierten Saar auf die Rentabilität der Mosel und umgekehrt zu besprechen.

Die oben unter 5. bereits angedeuteten Frachten, die von der Saar zur Mosel und zum Rhein und umgekehrt gehen werden, müssen zunächst ihrer Größe und Art nach bestimmt werden, um in der anzustellenden Berechnung verwendet werden zu können. Von den diesbezüglichen Angaben, die sich in der von Dr. Alexander Tille verfaßten Denkschrift „Die Kanalisierung der Saar von Brebach bis Konz“ Heft III der Südwestdeutschen Wirtschaftsfragen. Saarbrücken, Hecker 1904 über den auf der kanalisierten Saar zu erwartenden Verkehr (Seite 54—59) finden, sind hier

ebenso — und aus denselben Gründen wie in der oben durchgeführten Berechnung, die für das Jahr 1903 gegebenen Zahlen benutzt. Zweifelhaft könnte an sich erscheinen, ob bei dem verhältnismäßig kurzen Eisenbahnweg vom Moselindustrialgebiet nach dem Saarindustrialgebiet (rund 86 km Länge) und dem späteren Wasserweg auf Mosel und Saar (rund 156 km Länge) von einem Wettbewerb des fast doppelt so langen Wasserwegs mit der Eisenbahn in der Beförderung von Eisenerzen in der einen und Fabrikationskohlen in der anderen Richtung überhaupt noch die Rede sein wird? Hier soll jedoch in der Voraussetzung, daß auf der kanalisiertem Saar nur eine sehr mäßige Schiffsabgabe erhoben wird, diese Konkurrenzfähigkeit als vorhanden angesehen werden. Schon die Garantieleistung, die die großen an der Saar gelegenen Eisenhüttenwerke für den Fall übernehmen werden, daß ihnen die Festsetzung der Abgabe und Schleppegebühr den Erzbezug auf dem Wasserwege möglich macht, dürfte diese veranlassen, dann auch wirklich soweit wie irgend zugänglich ihre Erze auf dem Wasserwege zu beziehen, selbst wenn diese Verfrachtung der Eisenbahnfracht gegenüber nur geringfügige pekuniäre Vorteile bieten sollte. Auch die Rückfracht von Fabrikationskohlen von der Saar nach dem Moselindustrialgebiet wird bei niedrigen Abgaben möglich werden, weil der Schiffer, nur um Rückfracht zu erhalten, zu äußerst niedrigem Preise fahren wird. Diese letztgenannte Frachtmenge ist jedoch hier, weil ihrer Größe nach schwer bestimmbar, nicht berücksichtigt worden. —

Hiernach ergeben sich folgende Frachtmengen, die bezüglich ihrer Wege ebenfalls auf den Normalweg von 268 km Länge reduziert werden müssen:

A) Talfracht:

1. 1.918.000 t Erze (Minette) auf dem Wasserweg von Diedenhöfen über Konz nach den Saarwerken, d. i. 68 km

$$\text{Moselweg} = \frac{68}{268} 1.918.000 = \text{rund } 0,490.000 \text{ Millionen t}$$

2. 309.380 t Roheisen, Halbzeug, Zement, Thomasschlackemehl und andere von der Saar nach den Nordseehäfen beförderte Güter — (Konz—Koblenz=200 km Mosel-

$$\text{strecke) = } \frac{200}{268} 309.380 = \text{rund } 0,231.000 \text{ Millionen t.}$$

Summa der Talfracht: 0,721.000 Millionen t.



B. Bergfracht:

1. rund 370 500 t Ruhrkoks und Kohlen, Eisenerz aus Hessen-Nassau, Manganerz aus Antwerpen, Kalksteine und feuerfeste Steine aus dem Rheingebiet sowie andere Frachten mit einem Moselweg von 200 km Länge =  $\frac{200}{268} \cdot 370\,500 =$   
 rund 0,277 000 Millionen t.

2. 145 100 t Roheisen und Halbzeug aus dem Ruhrgebiet oder von Antwerpen, Getreide usw.  
 =  $\frac{200}{268} \cdot 145\,100 =$  rund 0,108,000 Millionen t

Summa der Bergfracht: 0,385,000 Millionen t

Die oben für die Mosel berechneten Frachtmengen vergrößern sich also hierdurch auf:

$3,864 + 0,385 = 4,249,000$  t Bergfracht und

$2,243 + 0,721 = 2,964,000$  t Talfracht.

Summa M. 7,213,000 t.

Nach gleicher Berechnung wie oben betragen für die gleichmäßig verteilt gedachte Berg- und Talfracht von 2. 4,249 = rund 8,5 Millionen t die Selbstkosten des Schleppbetriebs 4,55% des Anlagekapitals, die, von den Einnahmen abgezogen, die Nettoeinnahmen zu rund 7,1% ergeben. Die noch hinzukommenden Schlepp-einnahmen für leere Schiffe belaufen sich in diesem Falle auf:

$4,249 - 2,964 = 1\,285\,000 \cdot 0,001 \cdot 268 = 344\,380$  M., d. i.  $344\,380 : 700\,000 = 0,49\%$  des Anlagekapitals, sodaß die Gesamtnettoeinnahme gleich  $7,1 + 0,49 = 7,59\%$  ist, d. h.  $7,59 - 5,57 = 2,02\%$  mehr, als oben für die Mosel allein (also ohne Saarkanalisierung) berechnet wurde. Die nur durch die Kanalisierung der Saar möglich gemachten Mehreinnahmen müssen aber auch dieser zugute geschrieben, d. h. bei Aufstellung einer Rentabilitätsberechnung der Saarkanalisierung zugunsten dieser Wasserstraße in Rechnung gesetzt werden. Da nun die Kosten der Saarkanalisierung annähernd  $\frac{1}{3}$  der Moselkanalisierungskosten betragen, so stellt sich der oben berechnete Gewinn für die Saar auf  $3,2,02 = 6,06\%$ , ohne daß hierbei die auf der Saar selbst erzielten Einnahmebeträge irgendwie berücksichtigt wären. —

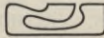
Wird schließlich auch noch für den praktisch auszufcheidenden Fall, daß eine Wasserverfrachtung der Minette nach der Saar

nicht eintritt, die gleiche Berechnung — also unter Ausschluß dieser Frachtmenge — durchgeführt, so vermindert sich die oben angegebene durch die Saar der Mosel zugeführte Fracht um 0,490 000 Million t Talfracht, d. h. es bleibt nur eine solche von 0,231 000 Million t (mit 268 km Weg) und die unveränderte Bergfracht von 0,385 000 Million t übrig. Die Gesamtfrachten der Mosel stellen sich hiernach auf:

$$\begin{array}{r} 3,864 + 0,385 = 4\,249\,000 \text{ t Bergfracht und} \\ 2,243 + 0,231 = 2\,474\,000 \text{ t Talfracht} \\ \hline \text{Summa } 6\,723\,000 \text{ t.} \end{array}$$

In gleicher Weise wie oben ist hieraus eine Einnahme von  $5,85 + 0,68 = 6,53\%$ , d. h. ein aus der Saarkanalisierung herkommender Ueberschuß von:  $6,53 - 5,58 = 0,95\%$ , oder, auf die Baukosten der Saarkanalisierung reduziert,  $2,85\%$  derselben berechnet. —

Also selbst unter dieser ungünstigsten Annahme würden die Kosten der Saarkanalisierung ohne Berücksichtigung der auf der Saar selbst erzielten Einnahmen, die mindestens zur Deckung der Betriebskosten ausreichen werden, bereits mit  $2,85\%$  verzinst sein. Eines weiteren Beweises für die Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit auch der Saarkanalisierung bedarf es somit wohl nicht. —



#### IV. Die Ausnutzung der Wasserkräfte zum Schleppbetrieb.\*)

Bisher ist hier angenommen worden, daß zur Ausübung des Schleppbetriebes ausschließlich Schraubendampfschiffe ins Auge gefaßt werden sollen. Diese Annahme wird auch solange berechtigt sein und zutreffen, bis ein anderer Betrieb gefunden ist, der gegenüber dem Dampfbetrieb besondere Vorteile bietet, also in erster Linie billiger ist als dieser oder sonstige Vorzüge hat. Anderenfalls kann von einem Ersatz des Schraubenschiffs, das sich anderwärts, z. B. auf dem Rhein, durchaus bewährt hat, nicht die Rede sein. Als ein solcher Ersatz kommt zur Zeit nur der elektrische Schiffszug inbetracht, dessen Verwendung auf der kanalisierten Mosel um so eher infrage kommen kann, als hier durch Nutzbarmachung der an jedem Wehr vorhandenen bedeutenden Wasserkraft elektrischer Strom billig und in großer Menge zu beschaffen sein wird. —

Ein Vorteil vor der Dampfschiffahrt kommt dem elektrischen Betriebe unter allen Umständen zu, nämlich die Vermeidung jeder Rauchentwicklung. Dieser Vorzug wird aber insbesondere im vorliegenden Falle, wo es sich um das landschaftlich hervorragende, viel besuchte Moseltal handelt und unter Umständen längere Kanaltunnel durchfahren werden müssen, von so erheblicher Bedeutung sein, daß der elektrische Betrieb selbst dann gewählt werden könnte, wenn er sich etwas teurer als der Dampfbetrieb stellen sollte. —

Vor Uebergang zu einer kurzen Besprechung der verschiedenen etwa für die Mosel geeigneten elektrischen Betriebsarten sollen hier einige Angaben über die Größe der vorhandenen Wasserkräfte sowie über die Möglichkeit ihrer Verwendung gemacht werden. —

Eine Wasserkraft ist unter sonst gleichen oder wenigstens ähnlichen Verhältnissen in Anlage- und Betriebskosten um so vortheilhafter d. i. billiger, je größer ihr Gefälle ist. An den Nadelwehren der Mosel sind aber nur kleine Gefälle von etwa 2,0 bis 3,4 m vorhanden, deren Vergrößerung jedenfalls soweit wie möglich zur Gewinnung größerer Wasserkräfte angestrebt werden sollte. Die Ausnutzung der Wasserkräfte würde daher hier wirtschaftlich unvor-

\*) Vergl. die Abhandlung im „Centralblatt der Bauverwaltung 1897“ Nr. 42, 43, „Ueber die Verwertung der Wasserkraft an Nadelwehren“. — Von Baurat Werneburg, St. Johann/Saar. —

teilhaft sein, wenn nicht der Umstand zu ihren Gunsten wirkte, daß das kostspieligste zu ihrer Gewinnung erforderliche Bauwerk, das Wehr, schon zur Schiffbarmachung des Flusses hergestellt werden mußte, daher nicht zu Lasten der Wasserkraft geschrieben werden kann. Wäre dies nicht der Fall, wollte man vielmehr ohne Kanalisierung des Flusses eine größere Wasserkraftanlage an der Mosel oder an einem ähnlichen Flusse herstellen, so würde zweifellos eine wirtschaftlich ungünstige Kraftanlage geschaffen werden, die teurer arbeitete als eine gleich große Dampfkraftanlage. —

Dagegen ist die verfügbare Wassermenge groß (rund 30 bis 40 cbm/Sekunde und mehr an jedem Wehr); in gleichem Verhältnis wie sie wächst zwar die erlangte Arbeitsleistung, jedoch sind zu ihrer Verwertung große, d. i. teure Turbinen erforderlich. Eine Wassermenge von 1,0 cbm/Sekunde, die 10,0 m fällt, leistet theoretisch dieselbe Arbeit wie 10,0 cbm, die 1,0 m fallen, erfordert aber eine viel kleinere, also billigere Turbine, als im letzteren Falle notwendig ist. Die Turbinenanlagen an der Mosel werden daher verhältnismäßig teuer ausfallen.

Der den meisten Wasserkraftanlagen, insbesondere den an Nadelwehren errichteten, anhaftende Mangel der Unbeständigkeit, der darin besteht, daß die Arbeitsleistung bei abgebautem Wehre, also bei Hochwasser und Eisgang, abnimmt oder gänzlich aufhört, ist selbstverständlich auch bei den Moselwehren vorhanden. Man kann in günstigen Jahren auf rund 50, in ungünstigen auf 100 Tage im Jahre rechnen, an denen die Wasserkraft infolge des verminderten Gefälles geringer wird als gewöhnlich oder gänzlich versagt. Dieser Mangel läßt sich erheblich vermindern dadurch, daß 1. eine oder mehrere der eingestellten Turbinen so eingerichtet werden, daß sie bei Aufnahme einer sehr großen Aufschlagswassermenge mit geringem Gefälle am vorteilhaftesten arbeiten, und 2. dadurch, daß der feste Wehrrücken höher als die Flußsohle gelegt wird, so daß auch bei Hochwasser ein gewisses Gefälle übrig und verwendbar bleibt. Bei der von der Rgl. Bergverwaltung in Saarbrücken an dem dortigen Nadelwehr eingerichteten Wasserkraftanlage (rund 200 PS) kann z. B. auch bei Hochwasser ein Teil der normalen Arbeitsleistung gewonnen werden, weil dort der feste Wehrrücken über der Flußsohle liegt. — Gänzlich vermeiden läßt sich aber durch die genannten Mittel das Versagen der Wasserkraft nicht. Verlangt man also (und diese Bedingung wird bei den meisten Kraftanlagen gestellt werden) eine jederzeit verfügbare,

also ständige Arbeitsleistung, so muß zur Ergänzung der versagenden Wasserkraft ein anderer nicht versagender Motor (Dampfmaschine, Kraftgasmotor oder dergleichen) der Krastanlage beigelegt werden, welche Einrichtung auch bei vielen, wenn nicht den meisten, Wasserwerken in Gebrauch ist, ohne daß hierdurch deren Rentabilität aufgehoben wird. Ergänzungsmotoren können daher auch für die Mosel vorgesehen werden, ohne daß deshalb die Wirtschaftlichkeit dieser Krastanlagen verloren zu gehen braucht. Je nachdem nun die Forderung gestellt wird, daß für Ersatz der ganzen Wasserkraft oder nur für Ersatz eines Teils derselben zu sorgen ist, werden die Anlage- und Betriebskosten der Krasterfazeinrichtung höher oder niedriger ausfallen.

An den Wehren der Mosel lassen sich nun je 1000 PS — an einzelnen weniger, an vielen erheblich mehr — durch Turbinenanlagen gewinnen. Nimmt man zunächst an, daß diese Arbeitsleistung beim Versagen der Wasserkraft voll durch Dampfkrast — also durch Dampfmaschinen von 1000 PS — ersetzt werden soll, so sind die Kosten einer derartigen Krastanlage ohne Berechnung der zur Herstellung elektrischen Stromes erforderlichen Maschinen und Apparate auf den Betrag von rund 580000 M. zu veranschlagen. Für jede Anlage sind vier Turbinen mit je 13,5 cbm Aufschlagwasser und zwei Dampfmaschinen von je 500 PS Leistung vorzusehen. Die Betriebskosten einer effektiven Pferdekraftstunde (PS/St), an der Turbinenwelle gemessen, schwanken bei Annahme eines Kohlenpreises von 12,0 M./Tonne, je nach der Belastung (Betriebszeit im Jahre) von 3000 bezw. 4500 Stunden zwischen 2,6 und 2,0 Pf., die selbstverständlich bei Umwandlung in elektrische Energie entsprechend den Kosten der hierzu erforderlichen Einrichtungen und Leitungen sowie den durch sie bewirkten weiteren Krastverlusten, erhöht werden (etwa auf das doppelte). Die Gesamtanlagekosten betragen hiernach für die 32 Wehre der preußischen Moselstrecke von 241 km Länge rund 18,5 Millionen M. Diese Kosten lassen sich nun erheblich vermindern dadurch, daß nicht sämtliche 32 Anlagen sofort ausgebaut werden, sondern zunächst nur ein Teil — etwa ein Drittel derselben; sodann dadurch, daß nicht sofort die ganze vorhandene Wasserkraft an den betreffenden Wehren ausgenutzt wird, sondern zunächst nur etwa die Hälfte (500 PS), und endlich dadurch, daß auch diese geringere Leistung nicht voll durch Dampfkrast ersetzt wird, sondern daß man vorläufig mit einer geringeren Menge Ersatzkrast — etwa von 250 PS — vorlieb nimmt.

Die Kosten einer solchen verkleinerten Anlage würden etwa 345 000 M. mithin die von 12 zunächst einzurichtenden Kraftanlagen 4 140 000 M. betragen, während die Betriebskosten sich in den Grenzen von etwa 2,0 bis 1,5 Pf. PS/St bewegen würden. An den Wehren, deren Wasserkraft vorläufig nicht benutzt werden soll, müssen selbstredend von Hause aus alle Maßnahmen und Einrichtungen getroffen werden, daß später im Falle des Bedarfs die Turbinen und Maschinen ohne Schwierigkeit und ohne jede Unterbrechung des Schiffsbetriebes eingebaut und in Betrieb gesetzt werden können.

Vielfach wird die Möglichkeit oder wenigstens die Wahrscheinlichkeit eines genügenden Absatzes so großer Wasserkräfte bzw. des durch sie hergestellten elektrischen Stroms bezweifelt; doch lehrt die bisher bei allen großen Wasserkraftanlagen der Schweiz, Südfrankreichs usw. gemachte Erfahrung, daß ein solcher Zweifel nicht berechtigt ist, weil dort die in elektrischen Strom umgewandelte Wasserkraft überall leicht abgesetzt werden können und in einzelnen Fällen bereits vor Fertigstellung des Kraftwerks verkauft gewesen ist. Es kann daher auch für die Mosel vorausgesetzt werden, daß für die auf eine Länge von 241 km verteilten rund 32 000 PS (bzw. die entsprechenden KW) ein vorteilhafter und genügender Absatz sich bald, wenn nicht sofort, einstellt, eine Annahme, die um so berechtigter ist, wenn, wie oben vorgeschlagen, zunächst nur ein Teil der vorhandenen Wasserkraft zur Ausnutzung herangezogen wird.

Als Verwendungsarten des elektrischen Stroms würden hier in erster Linie infrage kommen:

1. die Beleuchtung der Wehre, Schleusen und Schleusenkanäle sowie Lieferung der für ihren Betrieb erforderlichen Arbeit;
2. die Abgabe elektrischer Energie an Ortschaften und Städte, die bis auf eine Entfernung von rund 30 km von der Mosel entfernt liegen, zu gleichen Zwecken, insbesondere auch zur Hebung und Entwicklung der Kleinindustrie in der Eifel;
3. die gleiche Abgabe an größere Fabriken, die bereits an der Mosel vorhanden sind oder nach Fertigstellung der Kanalisierung errichtet werden, besonders auch zu elektrochemischen Zwecken;
4. die Benützung zum Schleppbetrieb, falls ein hierzu geeignetes elektrisches Schlepssystem vorhanden sein sollte. —

Von diesen vier Arten einer Verwendung des elektrischen Stroms ist die unter 3. aufgeführte Benützung zu elektrochemischen

Zwecken die wirtschaftlich günstigste, weil sie den für eine Wasserkraft günstigsten ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb möglich macht. Auch für die hier erforderlichen mit Ergänzungsdampfkraft ausgestatteten Wasserwerke wird der ununterbrochene Betrieb um so günstiger sein, je weniger die Dampfmaschinen in Anspruch genommen werden müssen. —

Soll aber auf einen aus der Wasserkraft zu ziehenden direkten Gewinn geringerer Wert gelegt und mehr auf die Erzielung eines indirekten Gewinns gesehen werden, so würde besonders die unter 2. genannte Verwendungsart, in erster Linie die Unterstützung der Kleinindustrie, ins Auge zu fassen sein. Je weiter hierbei die Elektrizität geleitet und je billiger sie abgegeben werden kann, desto höher wird der durch Hebung der Kleinindustrie erzielte indirekte Gewinn sich stellen. Selbstverständlich werden auch entsprechend der Länge der Leitungen und der durch sie bewirkten Kraftverluste die Selbstkosten des elektrischen Stroms erhöht werden.

Die unter 4. angeführte Verwendung der elektrischen Energie zum Schleppen der Schiffe hat den andern gegenüber zwei große Vorzüge, nämlich a) den, daß ein beträchtlicher Teil der durch die Kraftanlage gewonnenen Elektrizität einen sichern Absatz in derselben Verwaltung (hier einer staatlichen) findet, wodurch sowohl die Rentabilität der Kraftanlage als diejenige des Schleppbetriebes mindestens verbessert wird; b) daß der Bedarf dieser Arbeit nur zur Zeit des Schiffsbetriebes stattfindet, bei Hochwasser oder Eisgang aber aufhört. Es kann also hier mit Vorteil der unbeständige nicht durch Dampfkraft ergänzte Teil der Wasserkraft verwertet werden, da nur in der kurzen Zeit des Uebergangs aus dem gewöhnlichen in das Hochwasser (also bis zum höchsten schiffbaren Wasserstand) und umgekehrt die Ersatzdampfkraft herangezogen zu werden braucht. Hierdurch wird, wie oben bereits erwähnt, möglich gemacht, daß die Wasserkraft nur zum Teil durch Dampfkraft zu ersetzen ist und hierdurch billiger wird als bei vollem Ersatz.

Der unter a) angeführte Absatz würde z. B. bei einem Jahresfrachtverkehr von 2 Millionen t zuberger und eben soviel zutal etwa folgende Größe haben:

Unter der (in Wirklichkeit nicht zutreffenden) Annahme, daß eine vollständig gleichmäßige Aufeinanderfolge der Schiffszüge stattfände, wären zur Bewältigung dieses Verkehrs erforderlich: 2 Millionen : 3 . 550 = 1200 Züge von je 3 Schiffen mit 550 t Ladung, d. i. bei 2500 Stunden Fahrzeit/Jahr: 0,5 Züge für die Stunde. Bei

der zu 5 km die Stunde angenommenen Fahrgeſchwindigkeit zoberg, der vorausgeſetzten Anzahl von 12 Kraftſtationen, und daher einer Entfernung derſelben untereinander von  $241 : 12 = \text{rund } 20 \text{ km}$ , kämen ſomit auf jede Kraftſtation die Zahl von:  $0,5 \frac{20}{5} = 2$  Bergzüge und nach gleicher Berechnung  $\frac{5}{8} \cdot 2 = 1\frac{1}{4}$  Talzüge, zuſammen  $3\frac{1}{4}$  Züge, deren jeder eine Arbeit von 166 PS beansprucht. Die geſamte Nutzarbeit der elektriſchen Zugapparate (Wagen oder Schraubenschiff) wäre demnach  $3\frac{1}{4} \cdot 166 = \text{rund } 540 \text{ PS}$ . Setzt man nun den Arbeitsverluſt von der Turbine bis zum Zugapparat gleich rund 100 %, ſo müßten die Turbinen der 12 eingerichteten Kraftwerke je  $2 \cdot 540 = 1080 \text{ PS}$ , d. i. ſchon mehr leiſten, als die oben angegebene mittlere Leiſtung der Kraftſtationen beträgt (1000 PS). Mit hin müßten für den angenommenen Verkehr von 4 Millionen t mehr als 12, und zwar etwa 16 Kraftſtationen ausgebaut und in Betrieb ſein, um die beanspruchte Arbeit liefern zu können, wobei die inſolge des unregelmäßigen Verkehrs in Wirklichkeit ſtets vorhandenen und unvermeidlichen Verkehrsſchwankungen noch nicht einmal berückſichtigt ſind.

Dies Beiſpiel dürfte genügen, um die Wichtigkeit der Verwendung der Waſſerkräfte zum Schleppbetrieb zu zeigen und zu beweifen, daß von mangelndem Abſatz der elektriſchen Energie nicht mehr die Rede ſein kann, falls es gelingt, einen geeigneten elektriſchen Zugbetrieb zu finden und einzurichten.

Es bleibt ſonach noch die Frage zu erörtern, welches der zur Zeit bekannten elektriſchen Schiffszugſysteme hier etwa zur Benutzung kommen könnte? \*)

Dieſe Systeme ſind sämtlich Nachahmungen der in Anwendung befindlichen nicht elektriſchen Schlepparten, nämlich 1. des Leinenzugs vom Ufer aus, der ſich mehr für Kanäle und die Einzeſchiffahrt eignet und 2. des Zugs vom Waſſer aus, alſo mit vorgeſpanntem Schrauben- oder Raddampfer, der mehr für Flüſſe in Anwendung kommt, und zwar auf kanaliſierten Flüſſen zweckmäßig nur dann, wenn ſie mit ſo langen Schleuſen ausſtattet ſind, daß der ganze Schleppzug ohne Umſtellung oder Zerlegung gleichzeitig geſchleuſt werden kann, wie es z. B. auf dem kanaliſierten Main der Fall iſt und auf der Moſel der Fall ſein wird.

\*) Näheres hierüber findet ſich in: „Zeitschrift für Binnenschiffahrt“ Geſt 13.—15. Jahrg. 1899 „Der Schiffsbetrieb auf Kanälen“ von Baurat Wernburg, St. Johann/Saar; auch als Sonderabdruck Nr. 144 erſchienen.



Die Vorteile und Nachteile beider Systeme haften auch ihren elektrischen Nachahmungen an. Eine dritte Art des elektrischen Schiffszugs, nämlich die von de Bovet vor längerer Zeit auf einem französischen Kanal versuchte Nachahmung der Kettenschiffahrt, soll hier nur erwähnt werden, da sie über Versuche auf kurzer Strecke nicht hinausgekommen ist.

Der elektrische Schleppzug vom Ufer aus benützt den Leinpfad und braucht außerdem eine oberirdische elektrische Leitung am Ufer zur Fortbewegung, die selbstverständlich hohe Anlage- und Unterhaltungskosten verursacht. Laufen zudem noch die Zugwagen auf Schienen (System Siemens und Halske mit zwei, System Feldmann sogar mit drei Schienen), so kommen zu den vorgenannten noch die entsprechenden Ausgaben für das Schienengeleise. Daß diese besonderen Kosten unter Umständen sehr hohe sein können und die Rentabilität des Schleppsystems schwer infrage stellen müssen, braucht nicht erst besonders nachgewiesen zu werden.

Im Gegensatz zu diesen bei dem besprochenen Systeme zur Fortbewegung notwendigen Einrichtungen benützt das Schraubenschiff zu seiner Fortbewegung ausschließlich das Wasser des Flusses oder Kanals, in dem es fährt, (wissenschaftlich ausgedrückt: „das Transmissionselement der kinematischen Kette ist das Wasser“), woraus überhaupt keine Kosten entstehen. Dagegen ist die Nutzleistung der Schraube (rund 35 %) bedeutend geringer als diejenige der vom Ufer aus wirkenden Systeme (rund 55—65 %). Durch rechnungsmäßige Bewertung und gegenseitigen Vergleich dieser Mängel wird daher in jedem einzelnen Falle die Frage zu entscheiden sein, ob der elektrische Zug vom Ufer aus oder der Schraubetrieb der wirtschaftlich bessere, d. i. billigere ist?

Während nun die Anwendbarkeit des Schraubetriebs auf Kanälen deshalb vielfach bestritten wird, weil angeblich die Kanalböschungen infolge der Wellenbewegung der Schraube zu stark leiden (durch genügende Befestigungen der Böschungen dürfte in den meisten Fällen dieser Mangel beseitigt werden können; so fahren z. B. auf den französischen Kanälen unbeanstandet Schraubenschiffe), steht die Zulässigkeit der Verwendung von Schraubenschiffen auf Flüssen wie der Mosel und Saar außer allem Zweifel. Dagegen muß die Möglichkeit einer Benützung der anderen Systeme, die für Kanäle mit stillem Wasser und gleichbleibender Breite zweckmäßig sein mögen, für die Mosel und Saar bezweifelt werden, weil hier die große Breite des Flusses (bei der Mosel 200 m und

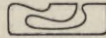
mehr) und die infolge dessen an vielen Stellen vom Ufer weit abliegende Fahrrinne, ferner die starken Krümmungen des Flusses und die auch nach der Kanalisierung bei höherem Wasser wieder eintretenden stärkeren Strömungen den schrägen, also ungünstigen Zug vom Ufer aus mindestens sehr erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Andere für diese Zugart entstehende Schwierigkeiten wie z. B. Brücken und das Ueberspringen des Leinpfads von einem zum anderen Ufer, die die Anwendbarkeit für die Mosel und Saar noch fraglicher machen, sollen nur nebenbei erwähnt werden.

Für die hier besprochenen Flüsse würde demnach nur die andere Art des elektrischen Schleppzugs, d. i. die mit Schraubenschiffen, infrage kommen. Zwei Arten dieses Betriebes sind zu unterscheiden, nämlich einmal das durch ständige Entnahme des elektrischen Stroms von einer am Ufer befindlichen Leitung, und sodann das ausschließlich durch Akkumulatoren betriebene Schraubenschiff.

Das erstgenannte Schraubenschiff, das mit einer Hilfsakkumulatorenbatterie auszustatten sein wird, um gegebenenfalls auch unabhängig von der Leitung (Brücken, Häfen usw.) fahren zu können, steht durch den Stromentnehmer (Trolley) ebenfalls in Abhängigkeit vom Ufer und kommt daher, da zur Zeit noch nicht feststeht, bis auf welche Entfernung bei dieser Betriebsart das Schleppschiff vom Ufer ab fahren kann, für die Anwendung auf der Mosel gleichfalls nicht infrage, dagegen um so mehr für die weniger breite Saar, weil dieser Betrieb möglicherweise billiger sein wird als der ausschließliche Akkumulatorenbetrieb.

Diese letzte Betriebsart bringt zwar alle Vorteile des Dampfschraubenschiffs mit sich, insbesondere die völlig freie und vom Ufer und irgend einer Leitung unabhängige Beweglichkeit, dazu noch den Vorteil der Rauchlosigkeit, verursacht aber sehr hohe Anlagekosten und besonders Betriebskosten infolge der starken Effektivverluste in der Batterie und des durch die intensive Benutzung bedingten schnellen Verbrauchs derselben. Diese Mängel werden Haupthindernisse für seine Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Betrieb mit Dampfschiffen sein. Es bleibt daher die bisher noch ungelöste Frage offen, ob der durch die Wasserkraftwerke erzeugte elektrische Strom zur Speisung der Akkumulatoren so billig geliefert werden kann, daß der Akkumulatorenbetrieb trotz der genannten Mängel unter Berücksichtigung aller Nebenumstände dem Dampf-

Schraubenbetrieb vorzuziehen ist. Muß diese Frage, die hier nicht weiter behandelt werden soll, verneint werden, so bleibt als Schleppzugsystem auf der Mosel nur der Betrieb mit gewöhnlichen Schraubendampfern übrig, wie er auch den vorstehenden Rentabilitätsberechnungen zugrunde gelegt worden ist.



## V. Schlußbemerkungen.

Wie bereits am Anfang dieser Erörterungen gesagt, ist die vorstehend gegebene Rentabilitätsberechnung eine Wahrscheinlichkeitsrechnung. Unumstößliche, mathematisch sichere Ergebnisse können daher von ihr nicht erwartet und beansprucht werden. Jeder ist in der Lage, je nachdem durch möglichst günstige oder ungünstige Annahmen eine größere oder geringere Rentabilität der Moselkanalisierung zu berechnen und vorherzusagen.

Maßgebend für die spätere Rentabilität wird immer die Größe der sich einstellenden Frachtmenge und die Höhe der erhobenen Abgabe sein. Beide stehen in dem Verhältnis zu einander, daß das Höchstmaß (Maximum) der einen mit dem Mindestmaß (Minimum) der anderen zusammenfällt, d. h. die Frachtmenge wird ein Höchstmaß erreichen, wenn ein Mindestmaß, d. i. überhaupt keine Abgabe, erhoben wird; das Geringstmaß des Verkehrs wird dagegen eintreten, wenn die Abgabe so hoch gestellt wird, daß die Gesamtfachtkosten des Wasserwegs etwa eben so hoch gestellt werden, wie die der Eisenbahn. Dann wird niemand mehr die Wasserstraße benutzen, deren Rentabilität somit in beiden Fällen auf Null sinken muß.

Die größte Rentabilität wird eintreten, wenn die Abgabenhöhe zwischen beiden Grenzfällen liegt und so gewählt wird, daß sich ein relatives Höchstmaß der Frachtmenge einstellt. Der Eigentümer der Wasserstraße — also hier der Staat — wird daher einen Abgabetarif einzuführen bestrebt sein, der dieses Höchstmaß der Frachtmenge und zugleich der Rentabilität herbeiführt. Eine neue Wasserstraße bringt jedoch auch wie jeder neue Verkehrsweg indirekte Vorteile und Nachteile mit sich, die der Staat durch eine entsprechende Festsetzung der Abgabe möglichst zu vergrößern oder abzuschwächen nicht nur imstande ist, sondern auch im eignen Interesse bemüht sein wird.

Die Befürchtungen der niederrheinisch = westfälischen Eisenindustrie, daß für sie durch die Moselkanalisierung große Nachteile gegenüber der lothringisch = Luxemburger Eisenindustrie herbeigeführt werden könnten, erscheint daher unberechtigt, weil durch

zweckentsprechende Festsetzung der Abgaben derartige Nachteile verhindert, mindestens aber sehr abgeschwächt werden können.

Ebenso wird der Staat als Eigentümer der Wasserstraße und des Schlepptomopols in der Lage sein, durch entsprechende Festsetzung der Gebühren den befürchteten und vielfach zu hoch eingeschätzten Ausfall an Eisenbahneinnahmen beliebig zu regeln und zu vermindern. Erfahrungsmäßig sind zwar an anderen Wasserstraßen, z. B. an dem Rhein, dem kanalisierten Main, wo an beiden Ufern mit Verkehr stark belastete Eisenbahnen laufen, Einnahmeverluste in bemerkbarer Größe nicht eingetreten, oder richtiger gesagt: der durch die Wasserstraße bewirkte Verlust ist durch Zufuhr anderer Güter wieder ausgeglichen worden. Auch ist nicht recht einzusehen, warum gerade dieser Grund schwerwiegender gegen die Moselkanalisierung sprechen soll, als es bei den anderen bewilligten und zum Teil bereits in der Ausführung befindlichen neuen Wasserstraßen der Fall war.

Wenn nun in den oben durchgeführten Berechnungen angenommen worden ist, daß der ganze jetzt durch die Eisenbahn bewältigte Massenverkehr auf die Wasserstraße übergehen werde, so geschah dies in der ausgesprochenen Voraussetzung, daß dies doch nur ein Teil desjenigen Frachtverkehrs sein wird, den bei Fertigstellung der Mosel- und Saarkanalisierung, also in frühestens 6 Jahren, in Folge der inzwischen entsprechend gewachsenen Frachtmenge der Eisenbahn diese zu bewältigen haben würde. Selbstverständlich kann auch diese Annahme als zu günstig für die Wasserstraße und zu ungünstig für die Eisenbahn und umgekehrt angesehen werden.

Völlig unzutreffend wäre aber, wenn etwa die den entzogenen Verkehrsmengen entsprechenden Bruttoeinnahmen als Verlust der Eisenbahn in Rechnung gesetzt werden sollten; vielmehr werden von diesen zunächst die Selbstkosten des Bahnbetriebs, sodann aber auch der etwaige Gewinn aus einem möglichen Schlepptomopole in Abzug zu bringen sein, wenn man den tatsächlichen Einnahmeverlust der Eisenbahn feststellen will.

Aber auch Vorteile, die der Eisenbahn aus dem Kanalbau entstehen, lassen sich gegenüber den besprochenen angeblichen Nachteilen anführen. So werden schon durch die Bauausführung an und für sich der Eisenbahn bedeutende Frachtmengen als Bausteine, Zement, Holz, Eisenteile und hierdurch entsprechende Einnahmen zugeführt, die sie anderenfalls nicht haben würde. Ferner wird der spätere

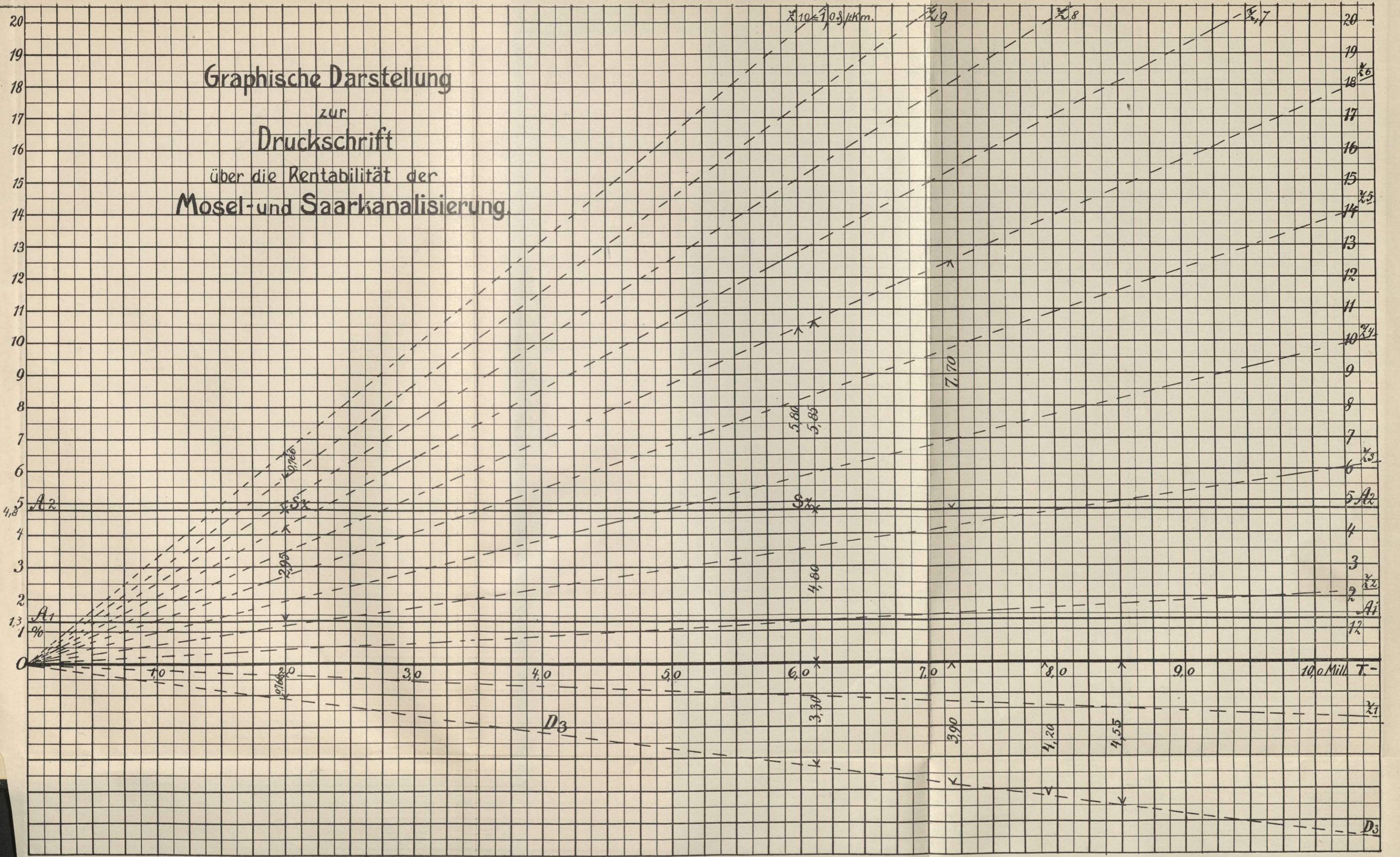
Schiffsverkehr eine bedeutende Entlastung der Eisenbahn an Wagenbedarf, das ist also eine Verminderung des Wagenmangels, zur Folge haben. Durch einen Kanalverkehr zwischen dem Ruhrgebiet und dem Moselindustrialgebiet von 2 Millionen t Hinfracht und ebensoviel Rückfracht würden z. B. 10 000 Eisenbahnwagen von je 10 t Ladefähigkeit frei und könnten anderweit verwendet werden. Weitere Vorteile wie die Entlastung sehr stark beanspruchter Eisenbahnstrecken sollen hier nicht weiter besprochen, vielmehr nur nebenbei erwähnt werden.

Besonders wichtig ist aber, wie oben schon hervorgehoben wurde, daß der Staat, der gleichzeitig Eigentümer der Eisenbahn, der Wasserstraße und des Schlepplmonopols ist, durch richtige Festsetzung der Abgabe und Schlepplohngebühr den Uebergang der Frachten von der Bahn zum Wasser jederzeit regeln und dadurch eine solche Frachtwerteilung bewirken kann, daß möglichst einem Mindestmaß des Eisenbahnverlustes ein Höchstmaß des Wasserstraßengewinns gegenüber steht.

Also auch in einem möglichen Einnahmeverlust der Eisenbahn dürfte kein triftiger Grund zu finden sein, um die Ausführung der Mosel- und Saarkanalisierung noch länger hinauszuschieben oder gar aufzugeben. — Zur Förderung dieser Ausführung einen geringen Beitrag zu liefern, soll aber in erster Linie der Zweck vorstehender Ausführungen sein.



Graphische Darstellung  
 zur  
 Druckschrift  
 über die Rentabilität der  
 Mosel- und Saarkanalisation.



Graphische Darstellung  
Druckschrift  
über die Anzahl der  
Mösel und Gärtnereien

S. 61









WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

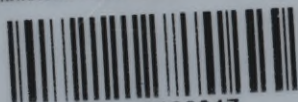
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306945

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300317