ÜBER EINE

NEUE METHODE

DER ANLAGE UND DES BETRIEBES

GENEIGTER EBENEN

FÜR

SCHIFFSTRANSPORTE.

EIN BEITRAG ZUR CANALFRAGE

VON

GUSTAV MEYER,

EISENBAHN-BAUINSPECTOR A. D.

BAUDIRECTOR DER DEUTSCHEN REICHS- UND CONTINENTAL-EISENBAHN-BAU-GESELLSCHAFT IN BERLIN.

1364 VII C 4c. VII C 4c!

MIT 2 TAFELN.

Königl. Ministerium der öffentlichen Arbeiten Bibliothek

948

BERLIN

VERLAG VON ERNST & KORN

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)

1877.

1123/18

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000298283

ÜBER EINE

NEUE METHODE

DER ANLAGE UND DES BETRIEBES

GENEIGTER EBENEN

FÜR

SCHIFFSTRANSPORTE.

EIN BEITRAG ZUR CANALFRAGE

VON

GUSTAV MEYER,

EISENBAHN-BAUINSPECTOR A. D.

BAUDIRECTOR DER DEUTSCHEN REICHS- UND CONTINENTAL-EISENBAHN-BAU-GESELLSCHAFT IN BERLIN.

13649
VII C 4c.

MIT 2 TAFELN.

BERLIN

VERLAG VON ERNST & KORN

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)

1877.

348

X
1839

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna
II 31554

Akc. Nr. 2858/50

Inhalts-Uebersicht.

Seite

I. **Vorbemerkungen über Anlage- und Transportkosten bei Canälen und Eisenbahnen** 1

Baukosten. Speisungs-Anlagen. Bewegungs-Widerstände. Fahrgeschwindigkeit. Verhältniss der todten Last zur Nutzlast. Transportkosten. Mittel, die Bau- und Transportkosten bei Canälen einzuschränken. Bessere Ausnutzung der Schiffe durch Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit und Abkürzung der Ladezeit. Beseitigung der Schleusentreppen. Bedeutung der Schifffahrts-Canäle.

II. **Uebersicht der bisherigen Methoden zur Auf- und Abwärtsbewegung von Canalschiffen, ohne Anwendung fester Schleusen** 20

Erste Anlage in England von Reynolds, 1788. Geneigte Ebenen auf dem Shropshire-, dem Morris-, dem Elbing-Oberländischen Canal. Gutachten amerikanischer Ingenieure über den Transport von Schiffen ausser Wasser. Bewegliche Schleusen für den Grand-Western-Canal in England. Schiefe Ebenen für bewegliche Schleusen von Thompson und Leslie.

III. **Bedingungen für eine den Anforderungen der Neuzeit entsprechende Anordnung geneigter Ebenen zum Schiffstransport. System der Schiffs-Eisenbahn** 27

Beschränkung der früheren Methoden auf kleinere Schiffe. Wehrartige Rücken zwischen den Canalhaltungen. Dimensionen und Tragfähigkeit der für neue Canäle vorgeschlagenen Schiffe. Belastung der Wagenräder. Anordnung von mehr als zwei Laufschienen. Vereinigung mehrerer schiefen Ebenen mit zwischenliegenden Horizontalstrecken zu einer einzigen. Abflachung der Rampen. Locomotivbahnen. Bahn- und Weichencurven. Wagenconstruction.

IV. **Specielle Beschreibung des neuen Transport-Systems** 33

Transport der Schiffe im Zustande des Schwimmens. Anordnung der Bahn. Zulässige Aenderungen des mittleren Neigungs-Verhältnisses der schiefen Ebene. Weichenanlage auf der Wasserscheide. Schleusen-

Seite

wagen. Weichenconstruction. Schleusenhaupt zum Ein- und Auslassen der Schiffe. Verschlussvorrichtung. Anordnung der Endstationen. Art des Betriebes.

V. **Kosten-Vergleichung** 41

Berechnung der Minderkosten im Bau und Betrieb der Schiffs-Eisenbahnen gegenüber den Schleusentreppen. Zusammenstellung der Resultate für verschiedene Fälle.

VI. **Schluss-Bemerkungen** 53

I. Vorbemerkungen über Anlage- und Transportkosten bei Canälen und Eisenbahnen.

Das Interesse für öffentliches Verkehrswesen, welches lange Zeit fast ausschliesslich durch die Eisenbahnen in Anspruch genommen war, ist in den letzteren Jahren von Neuem auf den Bau von Schifffahrtscanälen gelenkt.

In Amerika sind bedeutende Mittel aufgewandt, um ältere Canalstrecken umzubauen, sie für die Aufnahme grösserer Schiffe und für die Bewältigung eines grösseren Verkehrs geeignet zu machen. — Aehnliche Bestrebungen bestehen in Frankreich zur Verbesserung seines ausgedehnten, mit technischem Geschick und grosser Kühnheit, zum Theil aber auch ohne Rücksicht auf die Möglichkeit einer Rentabilität, angelegten Canalnetzes.

Deutschland hat bekanntlich für die Herstellung künstlicher Wasserstrassen äusserst wenig geleistet und mag dieses ein Grund unter vielen anderen sein, weshalb hier der Eisenbahnbau frühzeitig Aufnahme und schnell Verbreitung fand. Nachdem aber die Hoffnungen, welche auf die Eisenbahnen gesetzt, nicht immer in Erfüllung gegangen und man das Bedürfniss billiger Frachten für die Massenproducte des Bodens und der Industrie, im Hinblick auf einzelne günstig situirte Canäle des Auslandes, durch Herstellung ähnlicher Anlagen am leichtesten befriedigen zu können vermeint, sind auch bei uns mannigfaltige Canalprojecte aufgetaucht und hinsichtlich ihrer wirthschaftlichen Bedeutung gegenüber den Eisenbahnen eingehend besprochen.

Wenn hier der Anlage von Schifffahrtscanälen für gewisse Fälle und unter Einführung wichtiger Verbesserungen im Bau und Betriebe

das Wort geredet werden soll, so wird doch nicht beabsichtigt, auf alle die Vergleichspunkte und Vorzüge des einen oder anderen Verkehrsweges einzugehen, welche in den zahlreichen Schriften über diesen Gegenstand hervortreten. Nur zwei Punkte, welche von den unbedingten Fürsprechern der Canäle als deren Hauptvorzüge in einer oft übertriebenen, der Sache nicht förderlichen, Weise betont werden und welche für die Beurtheilung der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind, will ich hier etwas näher erörtern. — Dieselben betreffen

Die Kosten der Anlage und des Transportes,

einschliesslich der damit im Zusammenhang stehenden Fragen.

Nicht selten wird die Behauptung aufgestellt und durch Beispiele zu belegen gesucht, dass unter gleichen Vorbedingungen die Baukosten eines Canals erheblich geringer seien, als die einer Eisenbahn.

Erwägt man, dass bei Annahme von Canaldimensionen, wie sie neuerdings vorgeschlagen sind, die Breite des Canalkörpers in Wasserhöhe mehr als doppelt so gross wird, als die des Planums einer zweigleisigen Eisenbahn, dass ferner das Längenprofil eines Canals, welcher für die einzelnen Haltungen eine fast horizontale Lage verlangt, dem welligen Terrain weniger leicht anzupassen ist, als das einer Eisenbahn, deshalb tiefere Einschnitte und höhere Dämme bedingt, und endlich, dass die Canalanlage die Erhaltung der bestehenden Communicationen schwieriger macht als die Eisenbahn; so muss man zu der Ueberzeugung gelangen, dass im Grunderwerb, in den Erdarbeiten und in den Bauwerken für Wege und Wasserläufe, welche zusammen einen Haupttheil der Baukosten ausmachen, der Canal in der Regel theurer wird als die Eisenbahn.

Die Kosten für die den beiden Verkehrswegen eigenthümlichen Anlagen, beim Canal für Speisung, Dichtung, Befestigung der Leinpfade, Sicherheitsthore, Schleusen, Häfen u. s. w., bei der Eisenbahn für Oberbau, Bahnhöfe, Signale u. s. w., lassen eine allgemeine Vergleichung nicht zu und wird es wesentlich von diesen Kosten, sowie von der für die eine oder die andere Anlage mehr geeigneten Bodenbeschaffenheit abhängen, für welchen Bau die Gesammtsumme sich am niedrigsten stellt.

Einiges Interesse bietet in dieser Beziehung ein Vergleich des Erie-Canals in Nordamerika mit zwei concurrirenden Eisenbahnen,

der New-York Central und Erie Railway. Nach Malézieux[1]) schätzt man die Anlagekosten

der Erie Railway mit 1244 km Länge auf 282 Million Francs, d. i. pro Kilometer rot. 226 700 Francs;

der New-York Central Railroad mit 954 km auf 183 Million Francs, d. i. pro Kilometer rot. 191 800 Francs;

des Erie-Canals und seiner Zweige mit 1460 km Länge auf 323 554 000 Francs, d. i. pro Kilometer rot. 221 600 Francs;

oder pro deutsche Meile bezw. 1 360 000, 1 151 000, 1 330 000 ℳ[2]).

Rechnet man in Rücksicht auf die in neuerer Zeit vorgenommenen Vergrösserungen die ganze Länge der vergrösserten Canäle zu der der ursprünglichen Anlagen hinzu und theilt durch diese Summe die gesammten Baukosten (ohne Zinsen), so ergiebt sich, abgesehen von den canalisirten Flüssen für sämmtliche Canäle des Staates New-York durchschnittlich pro deutsche Meile immer noch die Summe von rot. 940 000 ℳ[3]).

Von den in Deutschland projectirten Canälen ist der Rhein-Weser-Canal nach Ausweis der im Jahre 1864 veröffentlichten Denk-

[1]) Vgl. Malézieux: „Travaux publics des États-unis d'Amérique en 1870."

[2]) Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass bei Eisenbahnen die Anschaffungskosten der Betriebsmittel (Locomotiven, Wagen etc.) zu den Anlagekosten gerechnet zu werden pflegen; bei den Canälen dagegen diejenigen für Schiffe etc. nicht.

[3]) In einzelnen Schriften wird unter Bezugnahme auf die Mittheilungen von Hess, im Jahrgang 1867 der Zeitschr. f. Bauwesen, auf die geringen Baukosten der amerikanischen Canäle hingewiesen. Wenn Hess daselbst die Kosten der Canäle in den Vereinigten Staaten, auf Grund eines im Jahre 1835 von den Commissarien für die Canäle des Staates New-York abgestatteten Berichtes, zu rund 122 000 Thlr. = 366 000 ℳ angiebt, so bezieht sich diese Angabe eben nur auf die vor 1835 vollendeten Canäle, welche in sehr geringen, nach den jetzigen Erfahrungen unzureichenden, Dimensionen angelegt sind und deshalb, wie auch wegen der Zeit ihrer Erbauung, nicht als Vergleichsobjecte gelten können.

Nach der Tabelle S. 534 der Hess'schen Mittheilungen hat bis zum Jahre 1844 die überwiegend grösste Zahl von Boten einen Gehalt von 1000 bis 1400 Ctr. gehabt, nur wenige bis 1800 Ctr.

Die Sohlenbreite der bis 1835 erbauten Canäle ist bei dem Erie-Hauptcanal 8,54 m gewesen, bei dem Champlain-Canal 10,67 m und bei den meisten übrigen nur 7,93 m, während sie jetzt bei den erweiterten Canälen 17 m beträgt.

Ueber die Kosten des jetzigen Canalnetzes giebt die Tabelle, S. 531, Auskunft. Dort erscheinen Summen bis 594 904 Thlr. pro Meile. Der neueste, im Jahre 1861 vollendete, Genessee, Canal für Schiffe von nur 1520 Ctr. Tragfähigkeit und mit nur 7,93 m Sohlenbreite, ist mit 295 648 Thlr. = rot. 887 000 ℳ pro deutsche Meile aufgeführt.

schrift von Michaelis für verschiedene Dimensionen veranschlagt auf durchschnittlich ca. 400 000 Thlr. = 1 200 000 ℳ pro Meile, der Elbe-Weser-Canal nach den Veröffentlichungen von Hess auf ca. 360 000 Thlr. = 1 080 000 ℳ, der Elbe-Spree-Canal von Röder auf ca. 378 000 Thlr. = 1 134 000 ℳ.

Ob diese Anschlagssummen bei den jetzigen Preisen und Verhältnissen ausreichen würden, ist wenigstens zweifelhaft, nach den Erfahrungen, welche bei den zur Zeit in Ausführung begriffenen Canälen gemacht sein sollen, unwahrscheinlich. Für Summen, wie sie eben genannt wurden, sind aber bis in die neueste Zeit Eisenbahnen unter einfachen Verhältnissen gebaut und mit dem erforderlichen Betriebsmaterial ausgerüstet. Wenn die Anlagekosten der neueren Eisenbahnen durchschnittlich höher sind, so liegt das zum grossen Theile an den im Interesse des Personen-Verkehrs und der Landes-Vertheidigung gesteigerten Ansprüchen des Staates, in Bezug auf Bahnhofsanlagen, Anschluss an bestehende Bahnen, Uebergangswerke, Sicherheitsmaassregeln und Ausrüstung. Handelte es sich heute um die Anlage von Eisenbahnen, welche keinem anderen Verkehr dienen sollten, als durch Canäle vermittelt wird, so würde deren Anlage mit seltenen Ausnahmen billiger werden als die concurrirender Canäle.

Fragt man nun, durch Einschränkung welcher zu einer Canalanlage gehörigen Arbeiten und Werke eine Abminderung der Baukosten zu erreichen ist, so wird man bald zu dem Schlusse gelangen, dass, da das Querprofil der Canäle durch die Grösse der Fahrzeuge und die Art des Transportes im Wesentlichen bestimmt und, um Nachtheile für den Betrieb zu vermeiden, reichlich zu bemessen, also in den hiervon abhängigen Anlagen eine Ersparung kaum möglich ist, dieselbe in einer Aenderung des Längenprofils, in der Verminderung der Zahl der Schleusen und der damit zusammenhängenden Speisungsanlagen gesucht werden muss. Welch hohen Betrag der Bausumme die Kosten für Schleusen bei den meisten Canälen und auch bei den in Deutschland projectirten ausmachen, bedarf keiner weiteren Erörterung. Es mag indessen mit einigen Worten darauf hingewiesen werden, wie erheblich in vielen Fällen die Kosten für Herbeischaffung des nöthigen Speisewassers werden und welche Ersparungen hier in Frage treten.

Der Wasserconsum entsteht bekanntlich theils durch die von dem Verkehr unabhängige Verdunstung und Filtration, theils durch die Schleusenfüllungen.

Für den Rhein-Weser-Canal berechnet Michaelis in der schon erwähnten Denkschrift den ersteren Betrag zu 26,4 Kubikfuss, den letzteren zu 24 Kubikfuss pro Secunde, sodass auf die Schleusenfüllungen bei einem Verkehr von täglich 20 Schiffen in jeder Richtung 47 pCt. des ganzen Wasserbedarfs kommen.

Für den Weser-Elbe-Canal sind im Durchschnitt 17 Kubikfuss pro Secunde auf Verdunstung, 18 Kubikfuss auf Schleusenfüllungen, auf letztere also etwa 51 pCt. des ganzen Bedarfs gerechnet.

Nach Versuchen am Chenango-Canal in Amerika[4]) berechnet sich der Wasserbedarf für den Zeitraum eines Jahres zu rund 1398 Million Kubikfuss, davon kommen auf Schleusenfüllungen und dabei entstehenden Verlust ca. 778 Million Kubikfuss, also 55 pCt. des ganzen Wasserbedarfs.

Die Kosten der Speisungsanlagen betreffend, so sind dieselben für den Rhein-Weser-Canal zu 1 150 000 Thlr. = 3 450 000 ℳ (ohne Bauzinsen) d. i. 7 bis 8 pCt. der ganzen Bausumme veranschlagt.

Für den 32,6 Meilen langen Canal von Bourgogne in Frankreich sind — vorzugsweise für die Versorgung der Scheitelstrecke — Speisegräben und Reservoirs in einer Länge von 64 182 Meter mit einem Fassungsraum der letzteren von 22 Million Kubikmeter angelegt. Unter diesen hat das Bassin von Grosbois mit einem Rauminhalt von mehr als 8 Million Kubikmeter einen Kostenaufwand von etwa $2\frac{1}{2}$ Million Francs verursacht.[5])

Hält man die Gesammtkosten für Speisungsanlagen mit dem auf die Schleusenfüllungen kommenden Procentsatz des Wasserbedarfs zusammen, so zeigt sich, welches Gewicht auf die Beseitigung der Schleusen von der oberen Canalstrecke zu legen ist. Dieselbe ist zu erreichen, indem man da, wo die Terrainverhältnisse eine schnelle Aufeinanderfolge von Schleusen nöthig machen würden, anstatt der Schleusentreppen, geneigte Ebenen anwendet.

Das der Scheitelstrecke entnommene Wasser kommt zwar den

---

[4]) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen, 1867. S. 520.

[5]) Vgl. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1867. S. 192.

unteren Haltungen zu Gute; die Schwierigkeit der Wasserversorgung ist aber naturgemäss um so grösser, je höher die Canalhaltungen liegen. Vermindert man daher die Wasserentnahme aus der Scheitelstrecke durch Entfernung der anschliessenden Schleusen, so ist damit in der Regel viel gewonnen. — Für die in den unteren Canalstrecken vorkommenden Schleusen ist die Beschaffung des Speisewassers weniger schwierig, weil hier die Zuflüsse ergiebiger sind. — Bei grossem Wassermangel und geringem Gefälle zwischen den Canalhaltungen würde eventuell das Zurückpumpen des für die Schleusenfüllungen erforderlichen Wassers aus der unteren Haltung in die obere in Frage kommen können.[6])

Den zweiten Punkt, die Transportkosten, betreffend, so berechnen sich diese für Canäle, abgesehen von den Kosten der Be- und Entladung,

einestheils aus den Kosten für Vor- und Unterhaltung des Schiffes und dessen Bemannung, zu denen auch häufig diejenigen für Versicherung und Verzinsung der Ladung gerechnet werden,

anderntheils aus den Kosten für die Fortbewegung des Schiffes, Zugkosten.

Erstere sind für ein und dasselbe Schiff pro Zeiteinheit als constant anzusehen und fallen also pro Ctr.-Meile des geförderten Gutes um so geringer aus, je besser das Schiff ausgenutzt wird, d. h. je kürzer die Liegezeit ist und je grösser die Fahrgeschwindigkeit.

Die Zinsen und Versicherung der Ladung werden mit der Abkürzung der Reisezeit ebenfalls vermindert.

Die Zugkosten werden dagegen um so geringer, je langsamer die Bewegung ist.

Der Widerstand wächst mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, so dass zur Fortbewegung eines Schiffes mit 1 Meile Geschwindigkeit pro Stunde ein viermal so grosser Kraftaufwand gehört als zur Fortbewegung mit $\frac{1}{2}$ Meile Geschwindigkeit. Für letztere Geschwindigkeit berechnet sich, nach bekannten Formeln, für Dimensionen, wie sie neuerdings für deutsche Canäle vorgeschlagen sind, der Widerstand

---

[6]) Die Kosten der Wasserhebung würden bei $\frac{1}{10}$-Pfennig pro Meter Kubikmeter für Schiffe von 5000 Ctr. Tragfähigkeit bei 3^m Gefälle pro Schleusenfüllung etwa 1,50 ℳ betragen.

zu etwa $\frac{1}{2000}$. Steigert man die Geschwindigkeit auf das Doppelte, also auf 1 Meile pro Stunde, so wächst der Widerstand schon auf $\frac{1}{500}$.

Bei Eisenbahnen wird die Zugkraft durch die Geschwindigkeit nicht in demselben Maasse beeinflusst, wie bei Canälen, indem dort ein wesentlicher Theil des Gesammtwiderstandes von der Geschwindigkeit unabhängig ist. Bei neueren Versuchen hat man für Güterzüge mit 2,7 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde den Widerstand zu $\frac{1}{450}$ und für langsam fahrende Kohlenzüge auf der Köln-Mindener Bahn denselben zu $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{600}$ ermittelt, also ein Maass, welches oben für Canalschiffe mit 1 Meile Geschwindigkeit pro Stunde angegeben wurde.

Man ersieht hieraus, dass, wenn die geringen Zugkosten, welche als ein besonderer Vorzug des Transportes auf Canälen, gegenüber dem auf Eisenbahnen, angeführt werden, bestehen bleiben sollen, die Schiffe möglichst langsam bewegt werden müssen. — Mit der Verminderung der Geschwindigkeit wachsen aber pro Centner und Meile der geförderten Fracht die von der aufgewandten Zeit abhängigen Kosten für das Schiff mit Personal, sowie die Zinsen und die Versicherung der Ladung.

Während also das Streben, letztere Kosten einzuschränken, auf Beschleunigung der Fahrgeschwindigkeit hinweist, findet hinsichtlich der Zugkosten das Entgegengesetzte statt. Die Gesammtkosten stellen sich, wie leicht nachzuweisen ist, in jedem speciellen Falle am niedrigsten, wenn die Geschwindigkeit so bemessen wird, dass zwischen beiden Arten der Kosten Gleichheit stattfindet.[7])

Die wirkliche Geschwindigkeit, mit welcher Canalbote bewegt werden, beträgt auf französischen Canälen beim Transporte durch Menschen etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen pro Tag, beim Transporte durch Pferde 3 Meilen pro Tag incl. Aufenthalt durch Schleusen.[8]) Auf

[7]) Würden z. B. für eine Hin- und Rückreise nach Abzug der unvermeidlichen Liegezeiten 80 Stunden erfordert und betrügen die pro Zeiteinheit constanten Kosten für das Schiff, für Versicherung etc. für diese Reisedauer 120 ℳ, so müssten auch die Zugkosten für Hin- und Rückreise 120 ℳ betragen, wenn das günstigste Verhältniss stattfinden sollte. Stellten letztere sich höher, so würde es angezeigt sein, durch Ermässigung der Geschwindigkeit und durch Verlängerung der Reisezeit die Zugkosten zu vermindern und die pro Zeiteinheit constanten Kosten zu erhöhen, um die Gesammtkosten auf ein Minimum zu bringen.

Dass die Erreichung dieses Zieles in der Praxis nicht immer möglich, namentlich bei Förderung durch animalische Kräfte, bedarf keiner weiteren Begründung.

[8]) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen. Jahrg. 1870.

dem Erie-Canal in Amerika ist die durchschnittliche Geschwindigkeit der von Pferden gezogenen Schiffe 0,32 deutsche Meilen pro Stunde (= 1,5 engl. Miles) einschliesslich der Zeit für Durchschleusungen, ohne letztere, im schleusenfreien Canal 0,43 deutsche Meilen (= 2 engl. Miles).

Für deutsche Canäle ist von Michaelis bei Pferdezug eine Geschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ Meile pro Stunde im schleusenfreien Canale angenommen, bei Dampfschlepperei auf eine solche von 1 Meile pro Stunde gerechnet. — Letztere Geschwindigkeit, für welche der Bewegungswiderstand schon etwa eben so gross wird, wie bei langsam fahrenden Eisenbahnzügen, erscheint für Canalschiffe reichlich gross. — Nicht ohne Interesse ist für diese Frage das Vorgehen des Staates New-York, welcher beim Ausschreiben einer Concurrenz für die beste und pecuniär vortheilhafteste Substituirung der Dampfkraft an Stelle der Zugthiere zur Fortbewegung der Canalbote eine nicht grössere Durchschnittsgeschwindigkeit (einschliesslich Durchschleusungen) als von 3 englischen = 0,65 deutschen Meilen pro Stunde verlangt hat. Das aus der Concurrenz als Sieger hervorgegangene Baxter-Schiff leistet nach den darüber vorliegenden Berichten im schleusenfreien Canal 0,71 Meilen pro Stunde. Bei dieser Geschwindigkeit ist der Bewegungswiderstand nur etwa halb so gross als bei der für deutsche Canäle mehrfach angenommenen von 1 Meile pro Stunde.[9])

Ausser dem geringen Bewegungswiderstande der Schiffe bei Geschwindigkeiten, wie sie auf den meisten Canälen vorkommen, ist das Verhältniss der Nutzlast zur todten Last von wesentlichem günstigem Einflusse auf die Höhe der Zugkosten bei Canälen gegenüber denen bei Eisenbahnen; denn es beträgt bei gleicher Nutzlast die Bruttolast der Eisenbahnfahrzeuge etwa 33 bis 50 pCt. mehr als die der Canalschiffe.[10])

[9]) Die Rücksichten, welche bei Normirung der Maximalgeschwindigkeit auf die Erhaltung der Canalböschungen zu nehmen sind, haben beispielsweise für den Canal von Bourgogne in Frankreich auf die Bestimmung geführt, dass beladene Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von höchstens 0,7 deutsche Meilen, leere mit 1,07 Meilen pro Stunde sich bewegen dürfen (vgl. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1874. S. 117).

[10]) Bei Eisenbahn-Güterwagen ist das Verhältniss der todten Last zur Ladefähigkeit im Mittel etwa 1 : 2, bei Canalschiffen 1 : 4 bis 1 : 6.

Bei voller Hinfracht und $\frac{1}{5}$-Rückfracht kommen demnach auf einen Centner todte Last

Wie die Transportkosten bei Canalschiffen effectiv sich stellen, bezw. für verschiedene Fälle berechnet sind, darüber enthalten die Noten 11 bis 16 einige Beispiele, ebenso die Noten 17 bis 21 Beispiele über die entsprechenden Kosten bei Eisenbahnen.

---

bei Eisenbahnwagen: $\frac{2(1+\frac{1}{5})}{2} = 1{,}2$ Ctr. Nutzlast

und $1{,}2 + 1 = 2{,}2$ - Bruttolast

bei Canalschiffen: $\frac{6(1+\frac{1}{5})}{2} = 3{,}6$ - Nutzlast

und $3{,}6 + 1 = 4{,}6$ - Bruttolast

oder das Verhältniss der Nutzlast zur Bruttolast ist bei ersterem 1 : 1,83, bei letzterem 1 : 1,28; d. h. bei gleicher Nutzlast ist die Bruttolast der Eisenbahnwagen im Verhältniss von 3 : 2 grösser als bei Canalschiffen, wenn für letztere die Tragfähigkeit 6 mal so gross ist als das Eigengewicht. Beträgt dieselbe nur das 4fache, so ergiebt sich das Verhältniss von 4 : 3.

[11]) Michaelis rechnet die Jahreskosten für Vor- und Unterhaltung eines Schiffes von 7000 Ctr. Tragfähigkeit, incl. Gewinn und Risico des

Schiffsherrn zu	3450 ℳ
die Kosten der Bemannung	1500 -
zusammen	4950 ℳ

und auf 240 Tage vertheilt

pro Tag zu 20,63 ℳ;

ferner die Zugkosten bei Pferdezug pro Meile Hin- und Rückfahrt im schleusenfreien Canal unter Annahme von 12 ℳ täglichen Kosten für 3 Pferde mit Führer und bei 5 Meilen Fahrt pro Tag zu 5,50 ℳ.

Bei voller Hinfracht und $\frac{1}{5}$ Rückfracht ergeben sich daraus im schleusenfreien Verkehr die

Kosten des Pferdezuges zu . .	0,065 Markpfennige
- - Schiffes - . .	0,098 -
zusammen	0,163 Markpfennige

pro Netto Centner pro Meile.

Mit Rücksicht auf die Durchschleusungen, wie sie bei den verschiedenen Touren auf dem Rhein-Weser-Canal vorkommen würden, erhöhen sich die Kosten auf etwa 0,205 Markpfennige pro Ctr.-Ml. und unter Hinzurechnung der durch die Liegezeiten vermehrten Schiffskosten auf etwa 0,26 Markpfennige.

Die Michaelis'sche Denkschrift über den Rhein-Weser Canal datirt vom Jahre 1864. Die nach den damaligen Verhältnissen angenommenen Einheitspreise müssen daher wesentlich erhöht werden, um für die heutigen zu passen.

[12]) Meitzen (vgl. dessen Schrift: „Topographische Erwägungen über den Bau von Canälen in Deutschland". 1870) ermittelt auf Grund der von Michaelis angenommenen Einheitspreise und Belastungen und bei 750 Meilen jährlichen Reisen die Schiffskosten:

bei Schiffen von 7000 Ctr. Tragfähigkeit zu . . .	0,156 Markpfennige
- - - 4000 - - - . . .	0,208 -

ferner die Kosten des Pferdezuges, unter Annahme einer effectiven täglichen Reise incl. Durchschleusungen von $2\frac{1}{2}$ Meilen

Die geringe Uebereinstimmung der Resultate aus den für Canäle angeführten Beispielen wird nicht befremden, wenn man die Verschiedenheit der auf die Kosten influirenden Zeit- und Orts-

---

bei Schiffen von 7000 Ctr. Tragfähigkeit zu . . . 0,137 ₰
- - - 4000 - - - . . . 0,167 -

pro Netto Ctr.-Ml.

Die Kosten der Dampfschlepperei werden mit 0,04 ₰ pro Ctr.-Ml. angesetzt, der Seilschifffahrt mit 0,03 ₰.

Unter Annahme von 1 Schleuse auf die Meile Canal, bei Fortbewegung des Schiffes zur Hälfte mit Pferdezug, zur Hälfte mit Dampfzug und bei Berechnung der täglichen effectiven Leistung des ersteren mit $2\frac{1}{2}$ Meilen, des letzteren mit 5 Meilen giebt Meitzen bei $\frac{1}{5}$ Rückfracht die Zugkosten

bei Schiffen von 7000 Ctr. Tragfähigkeit zu . . . 0,084 ₰
- - - 4000 - - - . . . 0,099 -

die gesammten Transportkosten

bei ersteren zu 0,156 + 0,084 = 0,240 ₰
bei letzteren zu 0,208 + 0,099 = 0,307 -

[13]) Rechnet man für heutige Verhältnisse für ein Schiff von 5000 Ctr. Tragfähigkeit den Kaufpreis des Schiffsrumpfes incl. Takelage zu 12 000 ℳ, davon die 5 pCt. jährlichen Zinsen mit . . . . . 600 ℳ
für Reparaturen und Amortisation 10 pCt. des Kaufpreises mit . . . 1200 -
für Kost und Lohn des Schiffers und des Schiffsknechtes jährlich . . 1800 -
für Gewinn u. Risico des Schiffsherrn $7\frac{1}{2}$ pCt. des Anlage-Capitals mit 900 -
so stellen sich die Jahreskosten des Schiffes mit Bemannung auf . . . 4500 ℳ.
und die täglichen Kosten bei Annahme von 240 Schifffahrtstagen auf . 18,75 -;
setzt man hierzu noch für Versicherung der Ladung u. s. w. und zur Abrundung . . . . . 1,25 -
so erhält man die Tageskosten zu . . . . . 20,00 ℳ.

Bei $\frac{1}{5}$ Rückfahrt und einem Wege von täglich 5 Meilen im schleusenfreien Canal ergeben sich darnach die Schiffskosten zu

$$\frac{2 \cdot 20 \cdot 100}{5 \cdot 6000} = 0{,}133 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.-Ml. im schleusenfreien Canal.

Zur Ermittelung der Kosten des Pferdezuges mag die Annahme, dass die Kraft der Pferde gut ausgenutzt werde, wenn sie täglich 4 Meilen, zur Hälfte mit beladenen, zur Hälfte mit leeren Fahrzeugen zurücklegen, auch hier gelten. Setzt man die täglichen Kosten zweier Pferde, welche für ein Schiff von 5000 Ctr. genügen, mit Führer = 12 ℳ, so kostet eine Meile Hin- und eine Meile Rückfahrt 6 Mark und bei einer Nutzladung auf diesem Doppelwege von $1\frac{1}{5} \cdot 5000 = 6000$ Ctr. die Netto Ctr.-Ml. an Zugkosten im schleusenfreien Canal 0,1 ₰.

Die Summe der Kosten für Schiff und Pferdezug ist hiernach pro Ctr.-Ml. im schleussenfreien Canal 0,233 ₰

oder rund 0,24 ₰.

Die Schleusen rechnet Michaelis in ihrem Einflusse auf die Vermehrung der Transportkosten jede einer Canalstrecke von $\frac{1}{3}$ Meilen Länge gleich und dabei die

Umstände, der Dimensionen der Schiffe und Canäle und den Mangel erschöpfender Nachweisungen über die Betriebsverhältnisse bedenkt.

Für Eisenbahn-Transporte sind die Verhältnisse übereinstim-

Transportkosten für Pferdezug. — Dem entsprechend würden aus obigen Sätzen die Kosten jeder Durchschleusung zu $\frac{1}{3} . 0{,}24 = 0{,}08$ ₰ sich ergeben.

Bei Fortbewegung der Canalbote durch Dampfkraft ermässigen sich die Zugkosten auf etwa die Hälfte derjenigen für Pferdezug, d. i. auf 0,05 ₰. Und nimmt man an, dass bei Anwendung der Dampfkraft die Fahrgeschwindigkeit um die Hälfte vermehrt, d. h. von $\frac{1}{2}$ Meile auf $\frac{3}{4}$ Meile pro Stunde gebracht werde, so vermindern sich die Schiffskosten im schleusenfreien Canal auf

$$\frac{3}{4} . 0{,}133 = 0{,}089 \text{ ₰}$$

die Kosten für Zug und Schiff auf

$$0{,}05 + 0{,}089 = \text{rot. } 0{,}14 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.-Ml. oder um 0,1 ₰ gegenüber denen für Pferdezug.

Die Kosten der Durchschleusungen sind bei Pferdezug und Dampfbetrieb gleich zu setzen. —

Zur Ermittelung der gesammten Transportkosten hat man noch den auf die Liegezeiten entfallenden Theil der Schiffskosten zu berücksichtigen. —

Die Rechnung wird sich in jedem speciellen Falle am einfachsten gestalten, wenn man die Schiffskosten aus der Meilenzahl der jährlichen Reisen ermittelt und diesen die Zugkosten zusetzt. Es sei z. B. für eine gewisse Tour die Gesammtlänge der jährlichen Reisen bei Anwendung von Pferdezug 700 Meilen, so betragen bei voller Hin- und $\frac{1}{3}$ Rückfracht nach obigen Annahmen

a) die Schiffskosten pro Netto Ctr.-Ml.

$$\frac{240 . 20 . 100}{700 . \frac{1\frac{1}{3} . 5000}{2}} = 0{,}203 \text{ ₰}$$

b) die Zugkosten . . . . . = 0,100 -

c) die Mehrkosten wegen der Durchschleusungen, soweit sie nicht schon unter *a* berücksichtigt sind und wenn man pro Meile eine Schleuse annimmt $0{,}08 - \frac{0{,}14}{3}$ = 0,033 -

zusammen 0,336 ₰

Bei Anwendung von Dampfbetrieb würden nach obigem die Kosten um 0,1 ₰ pro Ctr.-Ml. geringer werden und auf

$$0{,}336 - 0{,}1 = 0{,}236 \text{ ₰}$$

sich stellen.

[14]) Ueber Tranportkosten auf französischen Canälen giebt Hess in der Zeitschr. f. B. 1870 Folgendes (S. 508).

Nach den von Chanoine und Lagrené mitgetheilten Beobachtungen verschiedener französischer Ingenieure kostet der Transport durch Menschenhand durchschnittlich pro Ctr.-Ml. 0,23 ₰, bei einem Wege von täglich $1\frac{1}{2}$ Meilen, bei einer Verwendung von Pferden 0,5 ₰ bei 3 Meilen täglichen Weg.

Auf den grösseren Canälen sind die Transportkosten aber ganz erheblich niedriger. So werden z. B. auf dem Canal St. Quentin die Kosten des Leinenzuges mit 0,12 ₰ pro Ctr.-Ml. berechnet und auf den nördlichen Canälen im Durchschnitt mit

mender und geregelter und die mit grosser Sorgfalt aufgestellten statistischen Nachweisungen liefern ein für den Vergleich höchst schätzbares Material. Nur ist dasselbe nicht in der Weise gesichtet,

---

0,21 ₰. Auf dem Rhein-Marne-Canal betrugen diese Kosten für die flamländischen Fahrzeuge, welche 180 bis 195 Tonnen laden und meistens Tag und Nacht fahren, pro Ctr.-Ml. 0,075 ₰; auf diesem Canal sind die Frachten für Coks und Steinkohlen, welche im Jahre 1855 0,75 ₰ pro Ctr.-Ml. betrugen, im Jahre 1865 auf 0,45 ₰ gefallen.

Die Zölle sind auf verschiedenen grösseren Canälen, so dem Rhein-Marne-Canal, ganz abgeschafft. Auf mehreren anderen dem Staate gehörigen betragen sie für Kohlen 0,075 ₰, auf einzelnen im Besitz von Gesellschaften befindlichen bis 0,6 ₰.

Auf dem belgischen Canal von Brüssel nach Charleroi mit einer grossen Anzahl Schleusen kostet der Leinenzug für die nur 1300 Ctr. haltende Bote pro Ctr.-Ml. 0,2 ₰.

[15]) Nach Malézieux berechnen sich auf dem Erie-Canal in Nordamerika für Schiffe von 210 Tonnen = 4200 Ctr. Tragfähigkeit die Transportkosten, ohne Canalabgaben, wie folgt:

Schiffs-Bemannung pro Monat	
1 Capitain	300 Frcs.
2 Matrosen	450 -
1 Schiffsjunge	150 -
	900 Frcs.

oder pro Trag 30 Frcs. = ...	24,0 ℳ
Zinsen und Amortisation in 10 Jahren des Kaufpreises eines Schiffes pro Tag 12 Frcs. = ...	9,6 ℳ
Tägliche Kosten des Schiffes mit Bemannung	33,6 -
oder pro deutsche Meile, da die Reise von Buffalo nach Albany (564 Kilometer = 75,2 Meilen) in 9½ bis 10 Tagen, d. i. pro Tag eine Strecke von etwa 7½ Meile, unter Benutzung der Nachtstunden, zurückgelegt wird	4,40 ℳ
Zugkosten bei Pferdebetrieb pro Kilometer 0,78 Frcs. oder pro deutsche Meile	4,68 -
zusammen	9,08 ℳ.

Hess (vgl. Zeitschr. für Bauwesen 1867, S. 533) giebt für dieselben Canalschiffe, welche in schleusenfreier Strecke mit 0,43 Meilen Geschwindigkeit gezogen werden, auf die Meile

für Zugkosten	4,07 ℳ
- Bemannung	2,13 -
- Abnutzung des Botes	2,65 -
zusammen	8,85 ℳ.

Nach beiden nicht wesentlich verschiedenen Angaben stellen sich die Transportkosten pro Centner-Meile für die Thalfahrt auf etwa 0,22 ₰ und mit Rücksicht auf die Rückfahrt durchschnittlich bei ⅓ Rückfracht auf 0,33 ₰. Die Liegezeiten der Schiffe an den Endpunkten der Reise sind dabei nicht in Rechnung gezogen.

Die Frachtsätze (ohne Canalzölle) haben nach Hess im Jahre 1862 durchschnittlich zu Thal 0,57 ₰ zu Berg 0,3 ₰ pro Centner-Meile betragen.

dass man überall die Kosten des Personenverkehrs von denen des Güterverkehrs trennen könnte.

Diese mühevolle und in vielen Punkten doch immer auf Schätzung

---

[16]) In dem offiziellen Bericht der New-Yorker Staats-Ingenieure Greene und Sweet (vgl. die Broschüre: „Was können wir vom Erie-Canal lernen?“) werden die gesammten Transportkosten, ohne Canalabgaben, auf dem Erie-Canal angegeben:

bei Pferdebetrieb zu . . . . . 0,52 ₰
- Dampfbetrieb - . . . . . 0,25 -

pro Centner-Meile und es wird daraus der Schluss gezogen, dass durch Einführung des Dampfbetriebes eine Ersparniss von 50 pCt. in den Transportkosten, excl. Canalabgaben, erreicht werden kann.

Die gesammten Transportkosten auf den Eisenbahnen betragen nach derselben Quelle 0,923 Cents pro ton und mile oder 0,86 ₰ pro Centner und deutsche Meile.

[17]) Für Güterzüge auf Eisenbahnen kostet nach Note 32 die Zugkraft einschliesslich der Kosten für Erneuerung der Locomotiven pro Brutto Centner pro Meile etwa $0{,}08 + 0{,}02 = 0{,}1$ ₰, das macht pro Netto Centner bei einer mittleren Belastung von 40 pCt. der Ladefähigkeit und einem Verhältniss der letzteren zur todten Last von 2 : 1 etwa $0{,}1 \cdot \frac{90}{40} = 0{,}225$ ₰.

Bei einer Belastung von durchschnittlich $\frac{1 + \frac{1}{5}}{2} = 0{,}6$ oder 60 pCt. der Ladefähigkeit, entsprechend der bei den Canalschiffen angenommenen vollen Hinfracht und $\frac{1}{5}$ Rückfracht, würde der Netto Centner pro Meile kosten $0{,}1 \cdot \frac{110}{60} = 0{,}183$ ₰.

Die Anschaffungskosten der Locomotiven betragen pro Netto Centner-Meile bei einer jährlichen Leistung der Maschinen von 5 bis 6 Millionen Netto Centner-Meilen etwa 1 ₰ und die 5 pCt. des jährlichen Anlage-Capitals . . . . . 0,05 ₰
bei einer Ausnutzung der Wagen mit 40 pCt.; bei einer solchen von 60 pCt.
würden sie sich ermässigen auf . . . . . 0,04 -

Mit Einschluss der Zinsen des Capitals für Anschaffung der Maschinen kostet demnach die Locomotivkraft

bei 40 pCt. Ausnutzung der Wagen $0{,}225 + 0{,}05 = 0{,}275$ ₰
- 60 pCt. - - - $0{,}183 + 0{,}04 = 0{,}223$ -

[18]) Die Jahresleistung der Eisenbahn-Güterwagen berechnet sich für sämmtliche Wagen bei einem Wege von rund 2000 Meilen, welche jede Axe nach den statistischen Nachweisungen von den preussischen Bahnen jährlich durchläuft und nach der mittleren Belastung (der beladenen und leeren Wagen) von 40 Ctr. pro Axe, durchschnittlich zu $2000 \cdot 40 = 80\,000$ Netto Centner-Meilen.

Die Leistung der Lastwagen übertrifft die mittlere Leistung sämmtlicher Güterwagen und würde bei Annahme voller Hinfracht und $\frac{1}{5}$ Rückfracht (wie bei den Canalschiffen) $1\frac{1}{2}$ Mal so gross sein, d. h. pro Axe 120 000 Centner-Meilen.

[19]) Die Kosten für Unterhaltung, Reparatur und Ersatz für Güterwagen (excl. Neubeschaffung), sowie für Schmier- und Putzmittel berechnen sich pro Netto Centner-Meile auf etwa . . . . . 0,09 ₰
Die Kosten für Bedienung der Güterzüge auf . . . . . 0,04 -
Die Anschaffungskosten für offene Güterwagen im Mittel auf etwa 1300 ℳ

Latus 0,13 ₰

beruhende Arbeit ist neuerdings mehrfach versucht und ist eines der darüber vorliegenden Resultate hier benutzt, um die wirklichen Kosten des Gütertransportes bei Eisenbahnen zu ermitteln. Zur

	Transport	0,13 ₰
pro Axe, pro Netto Centner-Meile also auf $\frac{130\,000}{80\,000}$	= 1,625 ₰	
und die 5 pCt. jährlichen Zinsen davon auf		0,08 -
	zusammen	0,21 ₰

Rechnet man für Lastwagen in der einen Richtung volle Belastung, in der anderen $\frac{1}{2}$, wie bei den Schiffen angenommen (d. h. 60 pCt. statt 40 pCt. der Ladefähigkeit), so reduciren sich die Kosten auf $\frac{2}{3}$ der angegebenen Werthe.

[20]) Den Transportkosten der Canalschiffe, soweit sie durch die Kosten der Zugkraft und der Fahrzeuge (Schiffe mit Bemannung) verursacht werden, würden nach Note 17 bis 19 bei den Eisenbahn-Transporten entgegenzustellen sein:

bei einer Belastung der Wagen mit 40 pCt. der Tragfähigkeit:

für Zugkraft ([17])	0,225 + 0,05 =	0,275 ₰
- Wagen ([19])	0,13 + 0,08 =	0,21 -
	zusammen	0,485 ₰

bei Belastung der Wagen mit 60 pCt. der Tragfähigkeit:

für Zugkraft	0,183 + 0,04 =	0,223 ₰
- Wagen	0,087 + 0,053 =	0,14 -
	zusammen	0,363 ₰

Da letztere Belastung der bei Canalschiffen angenommenen gleich ist, so kommen die dieser entsprechenden Kosten zum Vergleich mit denen der Canalschifffahrt.

[21]) Die gesammten Betriebskosten sind in Note 32 für Güterzüge angegeben zu 0,3 ₰ pro Brutto Centner und Meile. Für den Netto Centner ergeben sich daraus

bei 40 pCt. Nutzlast . . . . . $0{,}3 \cdot \frac{90}{40} = 0{,}675$ ₰

- 60 pCt. - . . . . . $0{,}3 \cdot \frac{110}{60} = 0{,}55$ -

Die Zinsen des Anlage-Capitals für Locomotiven und Wagen sind hierin nicht mit enthalten. Sie betragen nach Note 17 und 19 bezw. 0,05 + 0,08 = 0,13 und 0,04 + 0,057 = 0,097 ₰.

Setzt man diese Werthe den obigen zu, so erhält man pro Netto Centner-Meile

bei 40 pCt. Nutzlast . . . . . 0,675 + 0,13 = 0,805 ₰

- 60 pCt. - . . . . . 0,55 + 0,097 = 0,647 -

Von den sämmtlichen Betriebskosten kommen etwa $\frac{1}{3}$ auf die allgemeine Verwaltung und Bahnverwaltung mit bezw. 6 und 28 pCt., $\frac{2}{3}$ auf die Transportverwaltung. Die Differenz zwischen letzteren und den Kosten für Locomotiv- und Wagendienst ist auf den Expeditionsdienst etc. zu rechnen.

[22]) Die Unterhaltungskosten des Canals du centre in Frankreich von 120,9 Kilometer Länge mit 82 Schleusen stellen sich nach Krantz (vgl. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1875. S. 98) auf jährlich 160 000 ℳ d. i. annähernd 10 000 ℳ pro Meile.

Hess rechnet für den Rostock-Berliner Canal, abgesehen von den Gehältern

Vergleichung mit den Betriebskosten bei Canalschifffahrt hat dann noch eine für beide Transportarten gleiche Ausnutzung der Fahrzeuge nach Procenten ihrer Tragfähigkeit eingesetzt werden müssen. Dabei ist das in mehreren Schriften über Canäle angenommene Belastungsverhältniss von voller Hinfracht und $\frac{1}{3}$ Rückfracht, also im Mittel 60 pCt. der Tragfähigkeit zu Grunde gelegt. — Während also die Eisenbahn-Güterwagen nur mit etwa 40 pCt. ihrer Tragfähigkeit auf den deutschen Bahnen wirklich belastet werden, sind

---

und Löhnen der Aufseher, Schleusenwärter etc. an Unterhaltungskosten der neueren Strecke 7500 ℳ pro Meile.

Michaelis setzt für den Rhein-Weser-Canal die Unterhaltungs- und Verwaltungskosten mit 600 000 ℳ an. Bei 34 Meilen Länge des Canals ergiebt das pro Meile rund 18 000 ℳ und pro Netto Centner pro Meile 0,1 ₰.

[23]) Eine Vergleichung sämmtlicher Betriebskosten bei Eisenbahnen (Güterverkehr) und Canälen führt nach vorstehenden Noten zu folgendem Resultate:

a) Betriebskosten beim Eisenbahn-Güterverkehr mit Einschluss der jährlichen Zinsen des Anlage-Capitals für Locomotiven und Wagen unter Ausnutzung der Güterwagen mit 40 pCt. und 60 pCt. ihrer Tragfähigkeit

	bei 40 pCt. durchschnittlicher Belastung	bei 60 pCt. durchschnittlicher Belastung
Zugkraft	0,275 ₰	0,223 ₰
Wagen	0,210 -	0,140 -
Expedition	0,091 -	0,093 -
Bahnverwaltung	0,189 -	0,154 -
Allgemeine Verwaltung	0,040 -	0,033 -
Summa	0,805 ₰	0,643 ₰

Setzt man von diesen Summen die Zinsen des Anlage-Capitals der Betriebsmittel mit 0,13 bezw. 0,093 ab, so erhält man die in Note 21 angegebenen Werthe von 0,675 bezw. 0,55 ₰, von welchen 28 pCt. auf die Bahnverwaltung und 6 pCt. auf die allgemeine Verwaltung gerechnet sind.

b) Betriebskosten bei der Canalschifffahrt pro Netto Centner-Meile (5000 Ctr. Tragfähigkeit der Schiffe, 60 pCt. durchschnittliche Belastung)

	für Pferdezug	für Dampfzug
Transportkosten nach Note 13 . .	0,336 ₰	0,236 ₰
Ladekosten (Expedition)	0,093 -	0,093 -
Unterhaltung und allgemeine Verwaltung . .	0,100 -	0,100 -
Summa	0,529 ₰	0,429 ₰

Die Kosten der Verladung etc. sind hierbei denen der Expedition beim Eisenbahn-Güterverkehr gleich gesetzt.

Die Zinsen des Anlage-Capitals für Locomotiven und Wagen der Eisenbahnen sind unter a) mit berücksichtigt, weil die entsprechenden Beträge auch in den Transportkosten bei Canälen enthalten sind. Die Zinsen des Bau-Capitals sind selbstverständlich in beiden Fällen ausser Acht gelassen.

zum Zweck des Vergleichs die Transportkosten auch für 60 pCt. Ausnutzung berechnet.

Vergleicht man nun beispielsweise die unter gewissen für Canaltransport keineswegs ungünstigen Annahmen gefundenen Resultate in Note 13, 20 und 23, so ergiebt sich, dass im schleusenfreien Canal der Pferdezug mit 0,1 ₰ pro Netto Centner-Meile und der Dampfzug mit 0,05 ₰ wesentlich billiger werden als die Locomotivkraft bei Eisenbahnen mit 0,223 ₰; dass aber unter Hinzurechnung der Kosten für Schiff und Bemannung während der Reise (incl. Durchschleusungen) die Transportkosten auf Canälen mit 0,336 ₰ bei Pferdebetrieb und mit 0,236 ₰ bei Dampfbetrieb nur noch um 0,027 bezw. 0,127 ₰ niedriger sind als die entsprechenden Kosten auf Eisenbahnen (einschliesslich der Kosten des Wagendienstes) mit zusammen 0,363 ₰. — Die gesammten Betriebskosten stellen sich, hauptsächlich in Folge der auf etwas unsicheren Angaben beruhenden Annahmen über Unterhaltungskosten der Canäle, um 0,114 ₰ bei Pferdebetrieb und um 0,214 ₰ bei Dampfbetrieb niedriger als die Betriebskosten auf Eisenbahnen ([23]) oder um bezw. 18 pCt. und 33 pCt.; bei zur Hälfte Pferdebetrieb, zur Hälfte Dampfbetrieb um etwa 25 pCt. niedriger.

Minderbeträge wie sie beispielsweise für mittlere Verhältnisse hier ermittelt sind, erscheinen relativ erheblich. In ihrer absoluten Höhe aber werden sie selten genügen, um die mit der Canalschifffahrt verbundenen Nachtheile aufzuwiegen, welche in der geringeren Fahrgeschwindigkeit und deshalb längeren Lieferfrist, in der Beschränkung der Schifffahrt auf gewisse Jahreszeiten und in der Einseitigkeit des Canalverkehrs liegen. Es bedarf vielmehr weiterer Ermässigung der Betriebskosten, um den Canälen als Verkehrswegen die Lebensfähigkeit zu sichern.

Unterwirft man die einzelnen Beträge, aus welchen die Gesammtkosten sich zusammensetzen, einer näheren Prüfung, so wird man sofort den bedeutenden Antheil erkennen, welcher auf die Kosten für Schiff und dessen Bemannung entfällt, eine Folge der sehr ungünstigen Ausnutzung der Schiffe, d. h. der geringen Gesammtlänge der jährlichen Reisen.

Während die Güterwagen auf deutschen Eisenbahnen nach den statistischen Nachweisungen jährlich im Durchschnitt mehr als

2000 Meilen zurücklegen, kommt beispielsweise auf die Kohlenschiffe zwischen Mons und Paris eine Gesammtlänge der jährlichen Fahrten von nur 232 bis 279 Meilen[24]), für den Rhein-Weser-Canal, nach dem Durchschnitt aus den verschiedenen in der Michaelis'schen Denkschrift berechneten Touren, eine Länge von 672 Meilen.[25])

Soweit diese geringe Leistung durch den Umstand, dass die Canäle während der Frostzeit für die Schifffahrt nicht zu benutzen sind und ferner durch die geringe Fahrgeschwindigkeit der Schiffe, welche ohne wesentliche Vermehrung der Zugkosten, also ohne einen Hauptvortheil der Canalschifffahrt aufzugeben, über ein bestimmtes Maass nicht zu vergrössern ist, veranlasst wird, muss man dieselbe als einen durch die physischen Verhältnisse begründeten unabänderlichen Nachtheil der Canalschifffahrt hinnehmen. — Sofern sie indessen eine Folge der Arbeitsdisposition und der baulichen Anlagen der Canäle ist, wird man mit Erfolg auf eine Remedur bedacht sein können und müssen.

In ersterer Hinsicht ist sie zu erreichen durch bessere Aus-

---

[24]) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen, 1870. S. 509.

[25]) Unter Einschluss des Zeitverlustes beim Laden und bei den Durchschleusungen berechnet sich aus der Michaelis'schen Broschüre für die verschiedenen Reisen auf dem projectirten Rhein-Weser-Canal ein Weg der Schiffe von durchschnittlich 2,8 Meilen pro Tag oder von 2,8 . 240 = 672 Meilen pro Jahr.

Ohne den Aufenthalt für das Be- und Entladen ergiebt sich ein Weg von durchschnittlich 4,1 Meilen pro Tag und ohne den für Durchschleusungen von 5 Meilen, sodass nach den für den Rhein-Weser-Canal gemachten Annahmen

26 pCt. der nutzbaren Zeit auf das Ladegeschäft
18 - - - - - - Durchschleusen
56 - - - - - den eigentlichen Weg

verwandt werden würden.

Die Jahresleistung eines Schiffes von 7000 Ctr. Ladefähigkeit ist demnach bei $\frac{1}{5}$-Rückfracht

$$672 \,.\, 7000 \,.\, \frac{1\frac{1}{5}}{2} = 2\,822\,400 \text{ Netto Ctr.-Ml.;}$$

eines solchen von 4000 Ctr.

$$672 \,.\, 4000 \,.\, \frac{1\frac{1}{5}}{2} = 1\,612\,800 \text{ Ctr.-Ml.}$$

Bei den jährlichen Kosten für Schiff und Bemannung von 4950 ℳ (s. Michaelis S. 28) kommen von diesen

auf die Netto Centner-Meile 0,175 ₰

bei Schiffen von 7000 Ctr. Tragfähigkeit und bei solchen von 4000 Ctr. Tragfähigkeit mit 3750 ℳ Jahreskosten

auf die Netto Centner-Meile 0,233 ₰

nutzung der Zeit, als sie auf den meisten Canälen bisher stattfindet; sowohl während der Reise, indem man, selbst unter Vermehrung der Kosten für das Schiffspersonal, die tägliche Arbeitszeit auf eine grössere Anzahl von Stunden, wenn möglich auch auf die Nachtstunden, ausdehnt; als auch während des Stillliegens der Schiffe behufs deren Be- und Entladung. Durch Aufstellung zweckentsprechender Ladevorrichtungen kann man, neben der Verminderung der Ladekosten, die Ladezeit ganz bedeutend einschränken und dadurch die Schiffskosten (Generalkosten) verringern.[26])

In zweiter Hinsicht sind es die Schleusen, die eine wesentliche Verzögerung der Fahrt herbeiführen. Wenn schon bei normaler Abfertigung der Schiffe der Zeitverlust erheblich wird, so fällt oft mehr als dieser der durch das Warten der Schiffe bei lebhaftem Verkehr veranlasste Aufenthalt ins Gewicht. Bei einer Reihenfolge von Schleusen in kurzen Entfernungen kommt ausserdem die Verzögerung in Betracht, welche durch die langsamere Bewegung der Schiffe zwischen den einzelnen Schleusen, durch das Anfahren und Anhalten entsteht.

Es dürfte nicht zu hoch gegriffen sein, wenn Michaelis jede Schleuse hinsichtlich des Zeitverlustes und der Kosten, welche sie der Schifffahrt verursacht, einer Canalstrecke von $\frac{1}{3}$ Meile gleich setzt.

Diese Betriebs-Erschwerungen, in Verbindung mit den hohen Anlagekosten der Schleusen, lassen dieselben als Uebelstände erscheinen, deren Bedeutung für die Benutzung und die Rentabilität eines Canals nicht hoch genug angeschlagen werden kann.

Stellt man die Vor- und Nachtheile der Eisenbahnen und Canäle einander gegenüber, so wird man nicht umhin können zuzugestehen, dass letzteren in ihrer Eigenschaft als Verkehrswege durch die Eisenbahnen Concurrenzen entstanden sind, welchen sie unter gleichen Vorbedingungen nur selten gewachsen sein werden. Oft sogar be-

---

[26]) Hess erwähnt in seinem Aufsatze über französische Canäle (s. Zeitschrift für Bauwesen, 1870. S. 509): „Es ist unglaublich, dass der immense Kohlenverkehr, von Belgien nach Paris, bei Vilette keine Vorrichtungen findet, um die Schiffe zu entladen. Während in London ein Schiff von 250 Tonnen (5000 Ctr.) in 6 Stunden zu entladen ist, muss der französische und belgische Schiffer vor Paris 6 bis 7 Tage warten, ehe er seine Rückreise antreten kann und muss, während in London die Ausladung von 1 Tonne 20 Centimen kostet (pro Centner 0,08 ₰), 80 Centimen bis 1 Francs pro Tonne zahlen (3,2 bis 4 ₰ pro Centner).“

dürfen die Canäle noch eines besonderen gesetzlichen Schutzes, wenn sie nicht unter dem Einfluss mächtiger Eisenbahngesellschaften unterliegen sollen, die bei der Vielseitigkeit des von ihnen vermittelten Verkehrs für einzelne naturgemäss den Canälen zukommende Transporte zeitweise niedrige Tarife einführen können. — In England ist bekanntlich mehr als $\frac{1}{3}$ sämmtlicher Canäle bereits in den Besitz concurrirender Eisenbahngesellschaften übergegangen, die ein Interesse daran haben, den Waarentransport derjenigen Verkehrsstrasse zuzuwenden, auf welcher sie zugleich Frachtführer sind, d. h. der Eisenbahn. — Ein grosser Theil der französischen Canäle befindet sich in ähnlicher Lage.

Trotzdem und wenn auch Fälle vorliegen, dass schlecht rentirende Canäle zugeworfen sind, um Eisenbahnen Platz zu machen, behalten die Canäle bei zweckmässiger Anlage und rationellem Betriebe in vielen Fällen, selbst wenn sie nicht gleichzeitig zur Landes-Melioration dienen, eine hohe Bedeutung; insbesondere da, wo sie Verbindungen zwischen vorhandenen Wasserstrassen herstellen sollen, wo also durch verhältnissmässig kurze Neubauten lange Schifffahrtswege zwischen den Productions- und Consumtionsgebieten zu schaffen sind. Bei vielen der in Deutschland projectirten Canäle ist dieses der Fall, indem sie theils grössere Seen und Seenketten, theils schiffbare Flüsse und fertige Schifffahrtskanäle unter sich und mit wichtigen Verkehrsgebieten in Zusammenhang bringen sollen. Die in mehreren grösseren Verkehrsplätzen bereits vorhandenen ausgedehnten Liegeplätze und Uferanlagen sind ein weiteres der Anlage förderliches Moment.

Liegen demnach die Verhältnisse in Deutschland für den Canalbau einerseits nicht ungünstig, so zeigt sich andererseits bei näherer Betrachtung einzelner hervorragenden, in erster Linie zu berücksichtigenden Projecte, dass bei zweckmässigster Ausnutzung der Terrain-Verhältnisse oft auf kurzen Strecken ganz bedeutende Niveau-Unterschiede zu überwinden sind. So beispielsweise auf dem in neuerer Zeit vielfach besprochenen Elbe-Spree-Canal, um von dem Hochplateau zwischen Elbe und Spree in das Thal der Dahme hinabzusteigen; beim Rostock-Berliner Canal zwischen den mecklenburgischen Seen und dem Nebel, bezw. Warnow-Fluss; beim Rhein-Weser-Elbe-Canal in der Nähe der grossen Flüsse.

Bei dem erst erwähnten Beispiele ist in dem älteren Projecte eine Schleusentreppe mit 20 Schleusen und einem Gesammtgefälle von 62^{m} auf 1,8 Meilen Länge angenommen, welche man neuerdings durch schiefe Ebenen zu ersetzen bemüht sein soll, ohne bisher eine Construction gefunden zu haben, welche die Förderung grösserer Schiffe, wie sie nach den jetzigen Erfahrungen verlangt werden, ermöglicht. Und doch liegt in der Abminderung der Baukosten und in der thunlichsten Beseitigung der Betriebserschwernisse die Vorbedingung für die Lebensfähigkeit dieser und ähnlicher Unternehmen.

Es wird keiner weiteren Beispiele bedürfen, um die Bedeutung der hier angeregten, die Beseitigung der Schleusentreppen betreffenden, Frage nachzuweisen. In der Hoffnung, zur Lösung derselben beizutragen, übergebe ich die vorliegende Schrift der Oeffentlichkeit.

Bei dem darin besprochenen Projecte tritt eine Combination der Schifffahrt mit dem Eisenbahn-Transporte in der Weise ein, dass da, wo die Terrainverhältnisse ein Aufgeben der Canalanlage anzeigen, auf die Herstellung einer Eisenbahn Bedacht genommen ist, auf welcher die Schiffe, in Kammern schwimmend, mit gewöhnlichen Motoren fortbewegt werden sollen.

Der näheren Beschreibung dieses neuen Systems schicke ich eine Uebersicht der bisher angewandten Methoden des Schiffstransportes über geneigte Ebenen und in verticaler Richtung voraus, um daran eine Besprechung ihrer Mängel und der Vortheile, welche das vorliegende Project gewährt, zu knüpfen.

II. Uebersicht der bisherigen Methoden zur Auf- und Abwärtsbewegung von Canalschiffen, ohne Anwendung fester Schleusen.

Als Ersatz von Schleusentreppen hat man bei grösseren Höhenunterschieden zweier Canalhaltungen bisher folgende Transport-Systeme angewendet:

a) geneigte Ebenen, über welche die Schiffe ausser Wasser (auf festen Unterlagen) bewegt werden;

b) vertical auf- und abwärts zu bewegende Schleusenkammern,

c) auf geneigten Ebenen bewegliche Schleusenkammern.

Zu a. Sieht man ab von den ältesten Anlagen der ersten Art, von den Rollbrücken der Holländer, bei welchen kleine Schiffe über die mit hölzernen Böden belegten Rampen eines Wehres gezogen resp. herabgelassen werden, so besteht der Betrieb auf den geneigten Ebenen allgemein darin, dass die Schiffe auf Wagen gestellt und mittels Seile oder Ketten auf- und abwärts bewegt werden. —

Die erste Anlage dieser Art soll in England im Jahre 1788 von William Reynolds für Schiffe von 19′ Länge, 6′ Breite, 3′ Höhe und 100 Ctr. Ladungsfähigkeit bei 2′ Tiefgang auf einem Privat-Canale zur Ueberwindung eines Gefälles von 70 Fuss ausgeführt sein. Die Ebene hat eine Neigung von 1 : 2, die Wagen ruhen auf je 4 Rädern von $2\frac{1}{2}$′ und $1\frac{1}{4}$′ Durchmesser, welche auf Schienenbahnen von 6′ Spurweite laufen. Zwei solcher Bahnen in 7′ Abstand sind angeordnet, auf deren einer jedesmal ein beladenes Schiff hinabgelassen, während auf der anderen ein leeres heraufgezogen wird.

Das Aufbringen eines Schiffes auf den Wagen geschieht im Unterwasser, indem man den Wagen auf der unter Wasser fortgesetzten Bahn so weit hinablässt, dass das Schiff schwimmend über ihn geschoben werden kann; durch gleichzeitige Aufwärtsbewegung des Wagens und des Schiffes setzt sich letzteres dann allmählich auf den Wagen und wird mit diesem hochgezogen. — Zum Auf- und Abfahren des Schiffes am Obercanal sind hier zwei Schleusenkammern hergestellt, über deren Boden die Eisenbahn fortgesetzt ist. Wird nun der Wagen in die am Unterhaupte geöffnete Schleusenkammer

eingefahren und dann nach Schliessung des Schützens am Unterhaupt und Oeffnen desjenigen am Oberhaupt die Kammer mit Wasser gefüllt, so hebt sich das Schiff vom Wagen ab und kann die Fahrt im oberen Canale fortsetzen. In umgekehrter Reihenfolge der einzelnen Manipulationen vollzieht sich die Abwärtsbewegung der Schiffe.[27]) —

Nach dieser Anlage sind später auf dem Shropshire-Canal 3 geneigte Ebenen erbaut, welche zusammen ein Gefälle von 407′ überwinden, darunter eine Ebene mit 201′ Niveaudifferenz. Nur hat man hier schon, um den Bau der oberen Schleusenkammern und den Wasserverlust beim Entleeren derselben zu vermeiden, zwischen den Canalhaltungen wehrartige Rücken hergestellt, die sich über das Oberwasser erheben. Vom Scheitel dieser Rücken fallen die Eisenbahnen nach beiden Seiten ab und die Schiffe werden mit den unter sie gestellten Wagen unmittelbar vom Oberwasser in das Unterwasser hinabgelassen oder umgekehrt aus diesem gehoben.

Die ausgedehnteste Anwendung haben die geneigten Ebenen der beschriebenen Art mit einzelnen Modificationen in Nord-Amerika auf dem in den Jahren 1825—1831 erbauten Morris-Canal gefunden, wo deren 23 vorkommen sollen, zur Ueberwindung eines Gesammtgefälles von 1399 Fuss; davon 97 Fuss durch die eine Ebene bei Philippsborg. Die Neigung der Rampen, welche theils einfache, theils doppelte Gleise haben, wechselt zwischen 1 : 10 und 1 : 12. Die Verbindung mit dem Oberwasser wird bei einigen Ebenen durch Schleusenkammern hergestellt, bei anderen werden die Schiffe wie bei dem Shropshire-Canal direct in das Oberwasser gelassen.

Die den Canal befahrenden Schiffe besitzen bei 60′ Länge und 10′ Breite eine Ladungsfähigkeit von 700 Ctr., die Wagen, mit welchen sie über die geneigten Ebenen bewegt werden, haben 8 Räder, von denen je 4 mit ihren Axen ganz nahe zusammengelegt und durch ein besonderes Gestell verbunden sind. Ueber den Mitten der beiden so gebildeten Gestelle befinden sich die Auflager für den Rahmen, welcher das Schiff trägt. — Der Rahmen findet also, wie es für den Uebergang über den Scheitel der geneigten Ebenen erforderlich wird, seine Unterstützung an nur zwei Punkten, von denen die Last gleichmässig auf die vorhandenen 8 Räder übertragen wird. —

[27]) Eine genaue Beschreibung findet sich u. a. in Hagen's „Handbuch der Wasserbaukunst."

Nach dem Vorbild dieser amerikanischen Anlagen sind, mit einigen Verbesserungen in der mechanischen Einrichtung, in Deutschland die 4 geneigten Ebenen am Elbing-Oberländischen Canal erbaut. Die Gefälle betragen bezw. 65, 60, 78 und 70′ Pr. Jede der mit zwei Gleisen von 10′ 2″ Spurweite belegten Ebenen hat im oberen und unteren Bassin eine Neigung von 1 : 24, im übrigen Theile von 1 : 12, die Canalschiffe sind 78′ lang, 8′ im Boden, $9\frac{1}{2}$′ in den Borten breit und gestatten bei $3\frac{1}{2}$′ Tiefgang eine Belastung von 1000 Ctrn. Die Wagen haben wie bei den amerikanischen Anlagen 8 Räder, von denen je 4 durch besondere Gestelle verbunden sind. — Das auf jedes Rad kommende Gewicht beträgt bei einem Gewichte

des grössten Wagens von . . .	521 Ctr.
- Schiffes von	156 -
der Maximalladung von	1000 -
den 8. Theil von	1677 Ctr.

also rund 210 Ctr. Diese Belastung der einzelnen Räder, welche schon wesentlich grösser ist als die der Locomotiv-Räder gewöhnlicher Eisenbahnen, lässt eine erhebliche Steigerung nicht mehr zu und die hier angewendete Construction der Wagen wird daher für grössere Schiffe als von 1000 Ctr. Ladungsfähigkeit kaum noch beizubehalten sein. — Wollte man Schiffe von 6000 Ctr. Ladung in ähnlicher Weise transportiren, so müsste unter Beibehaltung desselben Raddruckes die Anzahl der Räder auf etwa das sechsfache gebracht werden.

Die Möglichkeit der Anwendung einer grösseren Zahl von Axen für jeden der beiden die Auflager des Wagenrahmens bildenden Gestelle ist nun zwar nicht ausgeschlossen, die Construction würde aber eine sehr gekünstelte werden, den ganzen Apparat schwerfällig und seine Nutzbarkeit zweifelhaft machen.

Das Eigenthümliche und die Anwendbarkeit für Schiffe von grösserer Ladung ausschliessende der genannten Wagen-Construction liegt in der Unterstützung des Wagenrahmens an nur 2 Stellen, um ihn für den Uebergang über den Scheitel der schiefen Ebenen und die Neigungswechsel am Ober- und Unterwasser geeignet zu machen. — Vermeidet man die Wechsel in den Neigungen der schiefen Ebenen, am Scheitel und den Fusspunkten derselben, so

kann man den Wagenrahmen an beliebig vielen Punkten unterstützen und bei der dadurch ermöglichten Anordnung einer grossen Anzahl von Rädern auch Schiffe von bedeutender Ladungsfähigkeit über die schiefen Ebenen bewegen. —

Die Erhaltung einer gleichmässigen Neigung der schiefen Ebenen würde zunächst auf die bei den älteren Anlagen vorkommenden Schleusenkammern an der oberen Canalhaltung hinweisen. Bei den vielfachen mit diesen Schleusenkammern verbundenen Nachtheilen ist ferner in Anregung gebracht, den wehrartigen Rücken zwischen Ober- und Unterwasser beizubehalten und auf den Scheitelpunkt der schiefen Ebenen eine Drehscheibe mit geneigter Plattform zu stellen, mittelst welcher der Wagen ohne seine Neigung zu ändern von der einen Ebene auf die in entgegengesetzter Richtung fallende übergesetzt werden könnte. Die Schwerfälligkeit einer solchen Drehscheiben-Anlage hat auch diesem Systeme bisher wenige Anhänger geschaffen und man ist dann auf die Idee gekommen, die Schienenbahnen nicht quer über den Rücken zwischen Ober- und Unterwasser zu führen, sondern in der Längenrichtung des Scheitels eine Weiche anzuordnen, an welche die von beiden Seiten des Rückens aufsteigenden Schienengleise mit Curven sich anschliessen sollten. — Hier hat aber wieder das Durchfahren der Weichencurven mit langgestreckten Wagen, deren Last (das Schiff) eine Biegung nicht verträgt, neue Schwierigkeiten gezeigt, die bisher nicht überwunden sind.

Ausser der bisher angewandten Wagen-Construction ist es noch ein zweiter Punkt, welcher die ausgedehntere Nachbildung der geneigten Ebenen, auf welchen die Schiffe ausser Wasser transportirt werden, bisher gehindert hat. Dieser Punkt hat Ausdruck gefunden in einem Gutachten amerikanischer Ingenieure, welche zur Prüfung der Nachtheile und Vorzüge der auf dem Morris-Canale vorkommenden Ebenen zu einer Besichtigung derselben veranlasst wurden, als man im Jahre 1836 die Canäle am Genessee und Black River in Nordamerika erbauen wollte. Nach Ansicht dieser Commission besteht der grösste Uebelstand der geneigten Ebenen darin, dass beim Uebergange der Schiffe über dieselben die Ladung einen Seitendruck gegen die Schiffswände ausübt, dem keine Kraft entgegenwirkt, sobald das Schiff ausser Wasser sich befindet. — „Will man daher grössere Ladungen, als sie auf dem Morris-Canale vorkommen, anwenden, so

muss für eine angemessene Verstärkung der Schiffe gesorgt werden. Dadurch würde aber, von den Anlagekosten abgesehen, das Gewicht des Schiffes in grösserem Maasse zunehmen als seine Ladungsfähigkeit, und die Frachten würden aus diesem Grunde sich höher stellen, als sie jetzt sind."

Durch dieses Gutachten, welches noch andere, weniger haltbare Gründe gegen die geneigten Ebenen enthielt, ist die weitere Anwendung derselben im Staate New-York verhindert und bei den meisten später erbauten Canälen hat man sich wieder für die Wahl gewöhnlicher Schleusen entschieden.

Vor Inbetriebsetzung des Elbing-Oberländischen Canals sollen ähnliche Befürchtungen hinsichtlich der Formveränderung und des Undichtwerdens der Schiffe beim Austritt derselben aus dem Wasser und während der Fahrt geäussert sein, sich aber nicht bestätigt haben. Hier kommen Schiffe bis zu 1000 Ctr. Ladungsfähigkeit vor. Wie sich die grösseren für die neuen deutschen Canäle empfohlenen Schiffe von ca. 6000 Ctr., bei den Bewegungen ausser Wasser verhalten würden, ist schwer zu sagen. Die bezeichneten Gefahren müssen aber mit der Grösse der Schiffe in steigender Progression wachsen und es ist kaum zu bezweifeln, dass, wenn die Frage über den Transport grösserer Schiffe ausser Wasser neuerdings wieder angeregt werden sollte, ernste Bedenken über diesen Schifffahrtsbetrieb entstehen werden, die durch die bisherigen Erfahrungen schwer zu beseitigen sind.

Zu b. Von den Methoden, welche man bisher angewandt hat, um Schiffe, ohne Benutzung gewöhnlicher Schleusen, schwimmend zwischen zwei Canalstrecken von erheblichem Höhenunterschiede zu transportiren, ist zunächst die von dem Ingenieur James Green für den Grand-Western Canal in England für Schiffe von 26′ Länge, $6\frac{1}{2}$′ Breite, $2\frac{1}{4}$′ Tiefgang und 160 Ctr. Tragfähigkeit, bei einem Gefälle von 46′ eingeführte zu erwähnen. Hier sind zwei bewegliche (kastenförmige) Schleusenkammern an Ketten aufgehängt, welche über gemeinschaftliche Kettenscheiben so geführt sind, dass sich die beiden Kammern das Gleichgewicht halten und zu ihrer Verticalbewegung nur die Reibung überwunden zu werden braucht. Die beiden Schleusenkammern, von denen jede zur Zeit ein Schiff aufnehmen kann, bewegen sich in einem senkrechten Schachte, welcher durch

je zwei Schützvorrichtungen mit dem Oberwasser und dem Unterwasser verbunden ist. Die Schleusenkammern haben an den beiden Enden entsprechende gusseiserne Schützen. Indem nun die beweglichen Kammern mit dem einen Ende fest an die Rahmen der festen Schützenöffnungen gepresst werden und die Schützen der Kammer und des Canals, die sich dann beinahe berühren, gezogen werden, stellt sich die Verbindung der Schleusenkammer mit dem Canal her und die Schiffe können ein- oder ausfahren.

Zu c. Bei einer anderen Einrichtung, welche nach dem im Jahre 1839 vom Ingenieur Andrews Thompson gemachten Vorschlage später (durch den Ingenieur Leslie) für den Monkland-Canal bei Glasgow in England eingerichtet ist, bewegen sich die Schleusenkammern mit den darin schwimmenden Schiffen auf einer geneigten Ebene. Die hier vorkommenden Schiffe sind 70′ lang und $12\frac{2}{3}$′ breit (engl. M.), das zu überwindende Gefälle ist 96′, das Neigungsverhältniss der Ebenen beträgt 1 : 10, ihre Länge zwischen den beiden Canalhaltungen 960′, und einschliesslich der in die untere Haltung unter Wasser sich fortsetzenden Strecke 1030′. Thompson hatte beabsichtigt, nur eine Schleusenkammer einzurichten, Leslie hat aber deren zwei ausgeführt, die sich gegenseitig das Gleichgewicht halten sollen. Es macht das die Anlage doppelter Anschlüsse am Ober- und Unterwasser, sowie doppelte Gleise, deren Spurweite zu 7′, bei 18′ Gleisentfernung, angenommen ist, erforderlich. — Die Schleusenkammern bestehen ganz aus Eisen, ebenso die Wagen, welche sie tragen. Letztere haben 10 Axen oder 20 Räder von 3′, $2\frac{1}{4}$′ und $1\frac{1}{2}$′ Durchmesser. Die Wagen sind, um eine horizontale Lage der Schleusenkammern zu erreichen, am untern Ende 7′ höher als am oberen. Sie werden mittels 2″ starker gesonderter Drahtseile durch zwei am oberen Ende der geneigten Ebene aufgestellte Dampfmaschinen bewegt. Die Verbindung der Schleusenkammer mit dem Unterwasser wird direct durch die im Wasser sich fortsetzende 70′ lange Gleisstrecke hergestellt, auf welcher die Schleusenkammern so tief hinabgelassen werden, bis der innere und äussere Wasserstand gleiche Höhe haben und nach Oeffnung der die Kammer verschliessenden Thore die Schiffe aus- und einfahren können. — Das Oberwasser ist durch eine kräftige Futtermauer begrenzt, welche vor jedem der beiden Schienengleise durch eine Oeffnung unterbrochen ist, die zum

Ein- und Auslaufen der Schiffe zwischen Schleusenkammer und Canal dient und durch Schleusenthore mit horizontalen Axen abgeschlossen werden kann. — Hier wird also der Anschluss der Schleusenkammer an den oberen Canal in ähnlicher Weise wie beim Grand-Western-Canal erreicht.

Um einen möglichst wasserdichten Schluss zwischen der Schleusenkammer und der Stirn der Canalmauer zu erhalten, wird auf dem Rande der Kammer ein Flechtwerk von getheerten Tauen befestigt und der Wagen wird noch durch eine besondere Winde gefasst und gegen die Mauer gedrückt. Das trotzdem noch im geringen Maasse durchsickernde Wasser, sowie das beim jedesmaligen Abfahren des Wagens zwischen den Verschluss-Vorrichtungen der Kammer und des Canals freiwerdende wird von der Dampfmaschine in den Canal zurückgepumpt. Das Gewicht jedes Wagens mit Einschluss der Schleusenkammer und deren Füllung beträgt 1400 Ctr.

Eine ähnliche Anlage soll am Chesapeak-Ohio-Canal in Nordamerika zur Verbindung desselben mit dem Potomac-Fluss vorkommen (vgl. deutsche Bauzeitung 1877. S. 509).

III. Bedingungen für eine den Anforderungen der Neuzeit entsprechende Anordnung geneigter Ebenen zum Schiffstransport. System der Schiffs-Eisenbahn.

In vorstehender Uebersicht der vorhandenen Systeme geneigter Ebenen zum Schiffstransport ist erwähnt, dass solche Ebenen für Schiffe von mehr als etwa 1000 Ctr. Tragfähigkeit bisher nicht angewandt sind, dass der Transport solcher Schiffe über geneigte Ebenen mit einem wehrartigen Rücken zwischen Ober- und Unterwasser eine Construction des Wagens (mit nur 2 Radgestellen) erforderlich gemacht hat, welche dessen Verwendung für wesentlich grössere Schiffe ausschliesst und dass die Anordnung einer grösseren Anzahl von Rädern unter dem Wagen bisher die Beibehaltung gleichmässig ansteigender Ebenen veranlasst hat, deren zweckmässiger und gefahrloser Anschluss an die obere Canalstrecke schwer zu erreichen ist. Auch ist erwähnt, dass die Ueberführung eines Wagens mit

einer beliebigen Anzahl von Rädern über eine Scheitelstrecke zwischen der oberen und unteren Canalhaltung eine Drehscheiben- oder Weichenanlage nöthig machen würde, von denen die ersten wegen ihrer Schwerfälligkeit, die letztere wegen der Schwierigkeit, einen langen Wagen mit unbiegsamem Obertheile durch Weichencurven zu bewegen, als praktisch durchführbar bisher nicht erachtet sind. So ist man bei den neueren Canalprojecten auf die Anwendung gewöhnlicher Schleusen für den Transport grösserer Schiffe über bedeutende Gefälle zurückgekommen.

Wenn hier die Anwendung geneigter Ebenen von Neuem angeregt wird, so verlangt zunächst die Grösse der Lasten, um deren Transport es sich handelt, sowie das Neigungsverhältniss der Bahn und die Art des Motors, deren Einführung empfohlen wird, eine kurze Besprechung.

Ueber die Grösse der Schiffe, für welche die neuen Canäle in Deutschland zu erbauen sind, haben bekanntlich in letzteren Jahren mehrfach Discussionen stattgefunden. Allgemein giebt sich die Ansicht kund, dass grössere Schiffe als die bis jetzt meist üblichen eine Bedingung für die Lebensfähigkeit der Canäle sind; weit differiren aber die Ansichten über die Grenzen, bis zu welchen man zu gehen hat. Bei Besprechung einzelner Canalprojecte ist vorgeschlagen, auf Schiffe von den Dimensionen der Oderkähne mit 2000 bis 2200 Ctr. Ladungsfähigkeit, welche letztere durch verbesserte Bauart auf 3000 bis 3500 Ctr. gebracht werden könnten, Bedacht zu nehmen. Von anderer Seite wird die Einführung dreier Classen von Schiffen mit 8000, 5000 und 2000 Ctr. Ladungsfähigkeit und bezw. 1,75^{m}, 1,50^{m} und 1,10^{m} Tiefgang empfohlen.

Classe	Der Schiffe				Der Schleusen			Der Canäle	
	Tiefe	Breite	Länge	Tragfähigkeit	Drempel-Tiefe	Breite	Länge	Tiefe	Breite
	m	m	m	Ctr.	m	m	m	m	m
I	1,75	7,0	52,5	8000	2,0	7,50	55	2,5	16
II	1,50	6,0	45,0	5000	1,75	6,25	48	2,0	14
III	1,10	4,4	33,0	2000	1,30	4,60	35	1,5	10

Der im October 1872 durch den Centralverein für Hebung der deutschen Fluss- und Canalschifffahrt zusammengerufene Congress hat Schiffe von 6000 bis 7000 Ctr. für genügend und einen Maximal-Tiefgang der Schiffe von 1,75^{m}, eine Schleusenweite von 7^{m}, eine nutzbare Schleusenlänge von 75,5^{m} für zweckmässig erachtet, während von Hess vorgeschlagen wird, die Dimensionen der Schleusen auf 6,4^{m} lichte Weite und 51,5^{m} nutzbare Länge zu reduciren. In Amerika hat man den für den Verkehr zwischen New-York und den Binnenseen so bedeutungsvollen Erie-Canal neuerdings für Schiffe bis 240 Tonnen = 4800 Ctr. Maximalladung erweitert. Auf demselben sind im Jahre 1872 51¾ Millionen Centner nach der Ostküste transportirt in Ladungen von durchschnittlich 4260 Ctr.

Man hält dort nach langjährigen ausgedehnten Erfahrungen Fahrzeuge von 4000 bis 4500 Ctr. Tragfähigkeit für die vortheilhaftesten und ist erstere Ladung auch für die vor einigen Jahren vom Staate New-York ausgeschriebene Concurrenz, aus welcher das Baxter Dampfboot als Sieger hervorgegangen, vorgeschrieben.

Eine Einigung über die den Schiffen und Canälen in Deutschland zu gebenden Dimensionen hat unter den verschiedenen bei der Canalfrage interessirten Organen bisher nicht stattgefunden.

Denken wir uns vorläufig ein Schiff der vorstehend erwähnten II. Classe mit 5000 Ctr. Tragfähigkeit und stellen zunächst die Forderung, dass dasselbe nicht ausser Wasser, sondern schwimmend über eine geneigte Ebene transportirt werden soll, so würde die das Schiff aufnehmende bewegliche Schleusenkammer bei 47^{m} Länge, 6,2^{m} Breite und 1,50^{m} + 0,1^{m} Wassertiefe eine Last des Schiffes und des dasselbe umgebenden Wassers von 8900 Centner (entsprechend 445 Kubm. Wasser) zu tragen haben und rechnet man hierzu das Gewicht des Wagens, incl. Räder und Axen, von 2600 Ctr., so betrüge die zu bewegende Brutto-Last 11 500 Ctr., etwa so viel, wie die eines mittleren Kohlenzuges bei Bahnen im Flach- und Hügellande. Zur Unterstützung dieser Last würden, wenn man jedem Rade höchstens 140 Ctr. Druck geben will, etwa 80 Räder oder 40 Axen erforderlich sein. — Die zweckmässige Vertheilung einer solchen für die Länge des Wagens verhältnissmässig grossen Anzahl von Axen (welche für Schiffe von 7 — 8000 Ctr. sich noch entsprechend vermehren würde) ist die erste der zu erfüllenden Bedingungen.

Bei der grossen Breite und geringen Länge des Wagens liegt es nahe, in der Richtung der Breite mehrere Axen anzuordnen, also beispielsweise den Wagen nicht auf 2, sondern auf 4 oder mehr Schienen laufen zu lassen.

Liegt hierin schon eine Abweichung von der bisher angewandten Construction, so wird eine zweite hinsichtlich der den geneigten Ebenen zu gebenden Neigungen, wenn auch principiell nicht erforderlich, so doch in der Regel zweckmässig. Die früher erwähnten Ebenen haben durchweg, wenn man von den flacheren Rampen am Fusse absieht, Neigungen nicht geringer, als 1 : 12. — Das Terrain, auf welchen die geneigten Ebenen in mehrfacher Anordnung vorkommen, fällt aber in den weitaus meisten Fällen sehr viel flacher ab, und es sind daher zwischen den einzelnen Ebenen wieder horizontale Canalstrecken angelegt, welche eine häufige Umladung des Schiffes zwischen Canal und geneigter Ebene nöthig machen. Dieser häufige Wechsel in der Bewegungsart ist wegen des Aufwandes an Zeit, Arbeit und Kosten, welchen er verursacht, als ein wesentlicher Uebelstand zu betrachten.

Bei mehreren für Norddeutschland in neuerer Zeit aufgestellten Canalprojecten liegen die grossen Schleusentreppen in Terrain-Abdachungen von 1 : 200, 1 : 350, 1 : 500 und noch flacher und wenn auch durch geringe Veränderung der Trace das Gefälle mehr zu concentriren sein mag, besonders da, wo die gewünschte Minimallänge der Haltungen zwischen den einzelnen Schleusen von Einfluss auf die Wahl der Linie gewesen ist, so würden doch voraussichtlich nur in seltenen Fällen Verhältnisse zu schaffen sein, welche die Herstellung von Rampen mit den früher angewandten Neigungen günstig erscheinen lassen.

Ist eine Abflachung der Rampen theils durch das grössere Gewicht der darauf zu bewegenden Lasten, theils um deren Einführung auch bei weniger concentrirten Gefällen zu ermöglichen, angezeigt, so wird weiter die Frage entstehen, ob das Neigungsverhältniss nicht so weit abzumindern ist, dass es der natürlichen Terrain-Abdachung sich anschmiegt und dass man ohne Unterbrechung der geneigten Ebenen die Förderung der Schiffe in einer Tour zwischen der oberen und unteren Canalhaltung vornehmen kann. — Dieses führt aber selbstredend auf grosse Längenausdehnungen der geneigten Ebenen,

gegenüber den bisherigen Beispielen, so dass die Fortbewegung der Schiffe durch stehende Maschinen und Seile in den meisten Fällen nicht mehr vortheilhaft bleiben kann; namentlich dann nicht, wenn das Terrain der Anlage von Seilebenen ohne Curven, die den Betrieb doch immer erschweren, grosse Hindernisse entgegenstellt. — Damit wird man auf die Einführung des Locomotiv-Betriebes hingewiesen. Der Vorschlag, grössere Canalschiffe mit dem zu ihrer Flotterhaltung erforderlichen Wasser nach Art der Eisenbahnzüge fortzubewegen, mag von vorn herein überraschen. Ein Vergleich mit den Leistungen der Eisenbahn-Güterzüge wird aber die Berechtigung erklären.

Ein Schiff mit der vorher angenommenen Tragfähigkeit von 5000 Ctr. verlangt zu seinem Transporte in der angedeuteten Weise die Bewegung einer Bruttolast von 11 500 Ctr., so dass die Nutzladung etwa $43\frac{1}{2}$ pCt. der Bruttolast beträgt.

Bei den offenen Güterwagen der gewöhnlichen Eisenbahnen ist die Tragfähigkeit etwa das Doppelte des Wagengewichtes oder $66\frac{2}{3}$ pCt. der Bruttolast bei voller Ladung. Die Güterwagen werden aber (in Deutschland) durchschnittlich mit nicht mehr als 40 pCt. ihrer Tragfähigkeit ausgenutzt, so dass die durchschnittliche Nutzladung nur $\frac{40}{\frac{40+100}{2}} \cdot 100 = 44\frac{1}{2}$ pCt. der Bruttolast beträgt, in anderen Ländern oft noch weniger.

Nun hat man freilich auch bei dem hier in Frage stehenden Schiffstransport die Rückfahrt der leeren Schiffe zu berücksichtigen und rechnet man, dass von 5 Schiffen nur eines mit voller Rückfracht fahre, die übrigen 4 leer, so hat man unter 5 Hin- und Rückfahrten $6 \cdot 5000 = 30\,000$ Ctr. Nutzladung und $6 \cdot 11\,500 + 4 \cdot 6500 = 95\,000$ Ctr. Bruttolast (cfr. Seite 44), also eine durchschnittliche Nutzladung von $\frac{30}{95} \cdot 100 = 31\frac{1}{2}$ pCt. der Bruttolast.

In beiden Fällen ergiebt sich ein Verhältniss der relativen Nutzlasten von 3 : 2. Man würde also bei den Schiffsebenen mit Locomotivbetrieb, sowohl hinsichtlich der fortzubewegenden Gesammtlast, als auch der procentualen Nutzlast Verhältnisse haben, welche von denen des gewöhnlichen Eisenbahnbetriebes nicht wesentlich abweichen und mit Vortheil jenen da an die Stelle des Canalbetriebes

setzen, wo die für letzteren erforderlichen Schleusentreppen nicht selten die Möglichkeit der Canalanlage ganz ausschliessen, ohne Ausnahme aber bedeutende Anlagekosten verursachen und den Verkehr belästigen.

Für die Herstellung einer schwach geneigten Locomotivbahn zum Schiffstransport wird, bei der grossen Längenausdehnung, welche die Bahn wegen ihrer nur schwachen Neigung erhält und um ihre Trace dem Terrain möglichst anpassen zu können, die Einführung häufiger Curven ein Erforderniss. — Die auf der Bahn sich bewegenden Wagen müssen daher auch so eingerichtet sein, dass sie die vorkommenden Bahncurven, namentlich auch die Weichen, auf deren Anwendung, wie sich aus der nachfolgenden Beschreibung ergiebt, Bedacht genommen ist, leicht durchfahren können. — Die Räder des Wagens sind zu diesem Zwecke zu einem gegliederten Systeme verbunden gedacht, während der obere Theil zur Aufnahme des Schiffes einen starren Körper bildet, der so durch Rollen gestützt wird, dass er sich rechtwinklig zu seiner Längenrichtung auf dem Untergestell des Wagens um ein Geringes verschieben kann.

Um diesen Wagen mit der Last des Schiffes und des Wassers, in welchem letzteres schwimmt, wie einen Güterzug über eine Locomotivbahn fortzubewegen, wenn auch mit geringerer Geschwindigkeit, muss das Laufwerk an Axen, Rädern und Lagern in einem Grade der Vollkommenheit hergestellt und erhalten werden, wie man es bei den besten Eisenbahnfahrzeugen findet. — Dieses schliesst aber die bei den bisherigen geneigten Ebenen angewandte Methode zur Aufnahme des Schiffes aus dem Wasser und umgekehrt aus, welche darin besteht, dass der Wagen so tief in das Wasser hinabgelassen, bezw. vom Wasser derart umgeben wird, dass das Schiff schwimmend auf- oder abfahren kann. — Die Berührung der Axen und Räder mit dem Wasser und dessen Verunreinigungen würde störend auf den leichten Gang des Laufwerks wirken, und es sind daher zur Aufnahme und Abgabe des Schiffes Einrichtungen zu treffen, bei denen der Wagen stets im Trockenen bleiben kann. Es ist dies zu erreichen durch Anlagen, wie sie ähnlich bei dem Monkland-Canal in England vorkommen und oben beschrieben sind.

Das Specielle dieser wie der obigen hier nur angedeuteten Constructionstheile wird sich aus der nachfolgenden Beschreibung ergeben.

IV. Specielle Beschreibung des neuen Transportsystems.

Wie schon aus dem Früheren hervorgeht, besteht das hier empfohlene System der Förderung von Canalschiffen zwischen zwei Canalstrecken mit erheblichem Höhenunterschiede in einer mit Locomotiven zu befahrenden Eisenbahn, über welche die Schiffe in einer Schleusenkammer schwimmend bewegt werden. — Das Schwimmen der Schiffe während des Transportes ist indessen nur eine die vollkommenste Sicherung der Schiffskörper ermöglichende Eigenschaft des Systems und wenn behufs Verminderung der todten Last ein Transport der Schiffe ausser Wasser unter Einführung einer stärkeren Bauart derselben oder von Einrichtungen zur Vermeidung der schädlichen Deformation der Schiffswände, vorgezogen werden sollte, so passen auch hierfür sämmtliche Anlagen. Dem Verfasser erscheint jedoch die erste Art des Transports als die bei weitem vorzüglichere, weil sie die Beibehaltung von Schiffen leichtester Construction zulässt und jede Befürchtung hinsichtlich einer Aenderung des normalen Zustandes des Schiffskörpers während des Transportes über die geneigte Ebene ausschliesst. Ueberdies wird sich aus der späteren Kostenberechnung ergeben, dass die Mitführung des zur Flotterhaltung der Schiffe erforderlichen Wassers die Transportkosten keineswegs in so bedeutendem Maasse vermehrt.

Aus diesen Gründen wird in Folgendem vorzugsweise der Transport der Schiffe im Zustande des Schwimmens im Auge behalten werden.

Zwischen den beiden getrennten Canalhaltungen ist stets ein wehrartiger Rücken anzunehmen, es mag derselbe natürlich oder künstlich geschaffen sein, sich über die eine Canalhaltung nur wenig erheben oder über beide viel, wie es bei der Uebersteigung einer Wasserscheide, eines Bergrückens etc. vorkommen kann. (s. Fig. 3.)

Die Lage desselben, ob annähernd parallel oder geneigt zur Hauptrichtung der Bahn — wird für deren Trace von Einfluss sein. Das mittlere Neigungsverhältniss der Rampe darf des in der Schleusenkammer mitgeführten Wassers wegen nur innerhalb gewisser,

aber keineswegs sehr eng gezogener Grenzen verändert werden [28]), muss also annähernd constant sein und die Richtung der Bahnneigung der Art, dass der das Schiff aufnehmende Wagen (die bewegl. Schleusenkammer) mit seinem vorderen Theile, der als solcher durch die Construction gekennzeichnet ist, stets auf einem höheren Punkte der Bahn sich befindet, als mit dem hinteren Theil.

Dieser Umstand macht auf dem Scheitel zwischen den beiden Canalhaltungen die Anlage einer Weiche erforderlich, wenn man, wie hier geschieht, von Drehscheiben, Schiebebühnen, Balanciers und ähnlichen Anlagen absehen will. Die mittlere Neigung der Rampen richtet sich nach örtlichen Verhältnissen, nach dem Terrain, nach der Grösse der vorkommenden Schiffe etc. und sind bei deren Feststellung ähnliche Rücksichten maassgebend, wie bei Projectirung einer gewöhnlichen Eisenbahn. Dasselbe gilt für die Wahl der Trace, bei welcher äussersten Falles Krümmungen vom Halbmesser der Weichencurven angenommen werden können. — Die Weichen sind in den wesentlichsten Theilen denen der gewöhnlichen Eisenbahnen analog. — Es wird sich empfehlen, für dieselben Curven von 300^{m} Radius anzuwenden.

Eingleisige Rampen werden selbst für einen schon bedeutenden Verkehr ausreichen, wenn an geeigneten Stellen Ausweichungen für das Begegnen der Schiffe hergestellt werden.

Der Schleusenwagen (die bewegliche Schleusenkammer) besteht aus einem unbiegsamen Obertheile — der zur Aufnahme der Schiffe und des Wassers, in welchem sie schwimmen, bestimmten Kammer — und einem gegliederten durch Verbindung einzelner Wagengestelle, gebildeten Untertheile. — Die Kammer ist an den Langseiten und vorn durch Wände aus Eisenblech fest umschlossen;

[28]) Rechnet man beispielsweise den mittleren geraden Theil des Schiffsbodens 40^{m} lang, den verticalen Spielraum zwischen Schiffsboden und Wagenboden zu 0,1^{m} und gestattet eine Abminderung dieses Spielraums an dem einen Ende um die Hälfte unter gleicher Vermehrung desselben an dem anderen Ende, so würde der Wagenboden eine Neigung gegen das Schiff von $\frac{0{,}1}{40} = \frac{1}{400} = 2\frac{1}{2}$ pMl. annehmen dürfen.

Bei einem mittleren Neigungsverhältniss der geneigten Ebene von $\frac{1}{200} = 5$ pMl. würde dann die grösste Neigung $\frac{1}{200} + \frac{1}{400} = \frac{1}{133\frac{1}{3}}$ oder $7\frac{1}{2}$ pMl., die kleinste $\frac{1}{200} - \frac{1}{400} = \frac{1}{400}$ oder $2\frac{1}{2}$ pMl. sein und die Bahn innerhalb dieser Grenzen beliebig geneigt werden können, selbstredend unter sorgfältiger Vermittelung des Gefällwechsels nach der bei Eisenbahn-Anlagen üblichen Methode. (Vergl. Fig. 3.)

die Wand am unteren Ende kann zum Aus- und Einlassen der Schiffe niedergelegt werden. Die festen Blechwände werden durch Längsträger aus gewalztem I-Eisen gestützt, von denen die unter dem Boden der Kammer befindlichen direct auf I-förmigen Querträgern lagern, während die der Seitenwände gegen verticale an den Enden derselben Querträger befestigte Stützen sich lehnen. Die Querträger finden ihre Auflager in je 6 Rollen, welche in dem Rahmwerk der einzelnen Wagengestelle angebracht sind.

Jedes Wagengestell ist aus einem System von Längs- und Querträgern gebildet, welches auf 16 Rädern ruht[29]). Bei der verhältnismässig grossen Breite des Wagens sind je 4 Räder nach der Breite des Wagens angeordnet, je 4 nach der Länge. Der Wagen läuft daher auf 4 Schienen und ist die Entfernung der beiden mittleren Schienen der Spurweite gewöhnlicher Eisenbahnen gleich genommen, so dass für die auf diesen Schienen laufenden Locomotiven die üblichen Constructionen beibehalten werden können. —

Die Lage der beiden äusseren Schienen richtet sich nach der Breite des Wagens und nach der Lastvertheilung. Ihre Entfernung beträgt bei dem auf den beigefügten Zeichnungsblättern dargestellten Beispiele 6^m. Die auf den beiden mittleren Schienen laufenden Räder sitzen paarweise auf Axen der bei Eisenbahnwagen allgemein vorkommenden Construction. Die auf den äusseren Schienen laufenden Räder erhalten jedes für sich eine kurze Axe mit 2 Schenkeln. Die mittleren Räder sind mit Spurkränzen versehen, die äusseren dagegen haben glatte Reifen. Durch diese Anordnung wird der durch die Bahncurven hervorgerufene Bewegungswiderstand im Wesentlichen auf denjenigen reducirt, welcher durch die Axen und Räder auf dem mittleren Schienengleise der normalen Spurweite erzeugt wird. Da derselbe mit der Grösse des Radstandes wächst, so ist es wichtig, den letzteren soweit abzumindern, als die Rücksicht auf andere Erfordernisse zulässt. — Bei der in Fig. 8 bis 14 dargestellten Construction ergiebt sich ein Radstand von nur $4{,}2^m$,

[29]) In dem durch die Zeichnungen dargestellten Beispiele läuft der Schleusenwagen auf 6 . 16 = 96 Rädern und erhält bei einer Gesammtbruttolast von 11500 Ctr. jedes Rad einen Druck von durchschnittlich 121 Ctrn., welcher indessen bei den verschiedenen Rädern nicht vollkommen gleich ist. Bei den geneigten Ebenen des oberländischen Canals bekommen, wie angeführt, die Räder einen Druck von je 210 Ctrn. —

während bekanntlich auf gewöhnlichen Eisenbahnen sechsrädrige Wagen mit 6 m Radstand und mehr vorkommen.

Dadurch, dass nur die inneren beiden auf den Schienen der normalen Spur laufenden Räder mit Spurkränzen versehen sind, wird es möglich, die Weichen und Kreuzungen in sehr einfacher Weise herzustellen, indem nur für die mittleren Räder bewegliche Zungen und Herzstücke mit Spurrinnen angeordnet zu werden brauchen. (Vergl. Fig. 6.)

Um die unvermeidlichen, durch kleine Unebenheiten der Bahn und andere Umstände entstehenden Stösse unschädlich zu machen, dann auch um die Uebergänge zwischen den etwa angewandten Rampen verschiedener Neigung ohne Nachtheil für den Wagen, durchfahren zu können, tragen die Axschenkel starke Federn, an welchen das Rahmwerk der Wagen hängt. Die Verschiedenheit in den Höhenabständen zwischen den Schienen und dem, auf der Bahnstrecke mit mittlerem Neigungsverhältniss, horizontal stehenden Wagenkasten ist durch verschiedene Durchmesser der Laufräder und Rollen sowie durch verschiedene Längen der Tragfederbolzen zu erreichen.

Die Verbindung der einzelnen Wagengestelle unter sich geschieht durch einfache Kuppelungen. Mit dem oberen Wagenkasten — der Kammer, — ist eine feste Verbindung nur an zwei Punkten vorhanden, nämlich vorn und in der Nähe des hinteren Endes. — Zwischen diesen beiden Punkten, welche durch den starren Obertheil des Wagens fixirt sind, wird also der gegliederte Untertheil beim Durchfahren der Curven eine Bogenform annehmen, deren grösste seitliche Ausbiegung in der Mitte zwischen den beiden Befestigungspunkten stattfindet. — Diese Abweichung wird bei gegebenem Curvenradius dann am geringsten, wenn der Befestigungspunkt in der Nähe des hinteren Endes, von letzterem um etwa $\frac{1}{5}$ der ganzen Wagenlänge ab, liegt. Für diese Lage beträgt in einer Curve von 300m Radius die seitliche Verschiebung zwischen Ober- und Untertheil des Wagens bei einem Abstande der äussersten Axen von 46m (vgl. Fig. 1) und einem solchen zwischen den beiden Befestigungspunkten von 38m etwa 0,6m. Die Verschiebungen finden auf den bereits erwähnten Rollen statt, welche auf den Querträgern der einzelnen Wagengestelle befestigt sind. —

Für die eben angeführte Lage der Befestigungspunkte mit 38^m Abstand wird beim Durchfahren von Curven von 300^m Radius die Längenveränderung (d. h. die Differenz zwischen Bogen und Sehne) des gegliederten Untertheiles des Wagens etwa 20^{mm}, mithin so gering, dass dieselbe in den einzelnen Verbindungstheilen ohne besondere Vorrichtung vor sich gehen kann. Bei grösseren Längendifferenzen würde man eine der Kuppelungen zwischen den Wagengestellen mit einem Feder-Apparat versehen können. —

Wegen der Starrheit des Wagen-Obertheils — der Kammer — muss beim Beginn der Fahrt die ganze Last aus dem Zustande der Ruhe plötzlich in die Bewegung übergehen, wie bei dem amerikanischen Eisenbahnsystem, aber verschieden von der Bewegungsart unserer Eisenbahnzüge, bei denen durch Vermittelung der elastischen Zugapparate ein Wagen nach dem andern angezogen wird. — Um in vorliegendem Falle das Lastmoment durch die für die normale Bewegung ausreichende Zugmaschine (Locomotive) überwinden zu können, ist die Einrichtung vorgesehen, dass die Locomotive einen gewissen Weg für sich machen kann, ehe der Wagen ihr folgt, der Art, dass am Ende dieses Weges das Zugmoment gross genug wird, um die Last fortzubewegen. Zu erreichen ist dieses durch Einlegung einer Zugkette zwischen Locomotive und Wagen und durch Anordnung eines kräftigen Federapparats, durch welchen die Zugkraft auf den Wagen übertragen wird, ohne hier Stösse zu verursachen; dieser Apparat besteht in einer Aufeinanderfolge mehrerer kräftiger Bufferfedern bekannter Construction. — Bremsvorrichtungen sind ausser an der Locomotive, auch an den Wagen in der durch die Neigung der Bahn bedingten Stärke vorzusehen.

Die Verschlussvorrichtung des Wagenkastens am hinteren Ende desselben besteht aus einem eisernen Thore mit Holzumrahmung an den Seiten und an dem unteren Theile. Das Thor ist nach Art der in Amerika vielfach vorkommenden Constructionen um eine horizontale Axe drehbar und wird beim Oeffnen niedergelegt. Um den Raum für den Anschlag des Thores und für das Niederlegen zu gewinnen, ist der Wagenkasten hier nach unten und nach den Seiten entsprechend erweitert. Den Anschlag findet das Thor in den inneren Holzfüllungen des den Boden und die verticalen Seiten abschliessenden Rahmens aus gewalztem I-Eisen; die äusseren Holzfüllungen

dieses Rahmens entsprechen denen des Schleusenhauptes, von welchem gleich die Rede sein wird. — Zum Heben des Thores werden einfache Windevorrichtungen mit Vorgelege an den Längsträgern und verticalen Stützen der Wagenkammer befestigt.

Auf absolute Dichtigkeit des Verschlusses während der Fahrt kommt es nicht an. Sollte aber das Wasser unterwegs in solcher Masse abfliessen, dass ein Aufsetzen des Schiffes auf den Boden des Wagenkastens zu befürchten wäre, so kann dasselbe in einem leicht anzubringenden Behälter aufgefangen und durch eine Pumpe, die von einer der Laufaxen aus getrieben wird, in den Wagenkasten zurückgeleitet werden. —

Zur Vermittelung des Schiffsüberganges von der Canalhaltung auf den Wagen und umgekehrt, dient an jedem Endpunkte der schiefen Ebene und für jedes Gleis ein gemauertes Schleusenhaupt. Die zugehörigen Schleusenthore sind wie die des Wagens zum Niederlegen, mit horizontaler Drehaxe, angenommen. Für die Wahl der Construction der Verschlusstheile ist es von Wichtigkeit, dass der Raum zwischen dem festen Schleusenthore und dem des Wagens, wenn letzterer vor dem Schleusenhaupt liegt, möglichst eingeschränkt werde, weil das darin befindliche Wasser jedesmal vor Abfahrt des Wagens abgelassen und demnächst in den Canal zurückgepumpt werden soll. —

In dem vorliegenden Falle ist die Mündung des Schleusenhauptes aus einem mit dem Mauerwerk sicher verankerten oben offenen eisernen Kasten gebildet gedacht, welcher einmal die Rahmhölzer für das Schleusenthor und die Wasserumläufe mit Schutzvorrichtungen aufnimmt, ausserdem aber an der Aussenseite ein Rahmholz trägt, gegen welches sich das schon erwähnte an dem Wagen befestigte Holz legt, um den wasserdichten Abschluss zwischen dem Wagen und dem Schleusenhaupt beim Aus- und Einlassen der Schiffe zu bewirken.

Zur weiteren Dichtung können auf die Holzflächen getheerte Hanfseile gelegt und der Wagen mittelst Flaschenzügen an das Schleusenhaupt gepresst werden. Das dann noch während des Durchschleusens der Schiffe etwa durchsickernde Wasser wird durch eine zu diesem und anderen Zwecken aufzustellende Dampfmaschine entfernt.

Zur Ableitung des Wassers aus dem Raum zwischen den beiden Schleusenthoren, ferner zum Ablassen des überflüssigen Wassers aus dem Wagen beim Transport leerer Schiffe, dient eine Rohrleitung, welche zu einem Bassin führt, von wo das Wasser durch die erwähnte Dampfmaschine in den Canal zurückgepumpt wird. Dieselbe Maschine entfernt das an der tiefsten Stelle der geneigten Ebene etwa durchsickernde Wasser und versorgt die Wasserstation zum Speisen der Locomotiven.

Die Anzahl der Schleusenhäupter und der nach ihnen führenden Gleise richtet sich nach dem Verkehr. Weniger als zwei anzulegen wird sich nicht empfehlen, schon um im Falle der Reparaturbedürftigkeit des einen nicht den ganzen Verkehr einstellen zu müssen. Zwei werden aber auch schon für einen bedeutenden Verkehr bis zu etwa 6 Schiffen pro Stunde in jeder Richtung ausreichen. Von der Art des Verkehrs, namentlich von der Verschiedenheit in Grösse und Tiefgang der Schiffe wird es ferner abhängen, ob auch Wagenkasten von geringerem Fassungsraume als dem normalen anzuschaffen und dafür besondere Schleusenhäupter zu bauen sind. Geringere Wassertiefe in dem Wagenkasten gestattet selbstredend die Verlegung der Schleusenhäupter nach einem höheren Punkte der geneigten Ebene. Für eine ausgedehnte Station würden daher mehrere Anlegestellen neben dem Hauptgleise der Bahn und mit diesem durch Nebengleise verbunden, zweckmässig werden können.

Bei einfacher Anlage werden ausser den beiden Ladegleisen, welche sich in geringer Entfernung von den Schleusenhäuptern zu dem einen Hauptgleise vereinen, noch an den Endstationen Gleise für die Aufstellung von Reservewagen und für die Locomotiven erforderlich.

Eine Anordnung der Endstationen, wie sie sich hiernach und nach den weiteren Erfordernissen an Locomotivschuppen mit kleiner Werkstätte, Maschinenhaus für die Pumpenanlage, Beamtenwohnhaus etc. ergiebt, ist in Fig. 5 dargestellt.

Bei dem Anschluss der Bahn an den Canal, wie er in Fig. 4 gezeichnet ist, muss das Schiff an einer der Endstationen gedreht werden, um nach dem Passiren der geneigten Ebene für den Weitertransport auf dem Canal richtig zu stehen. Bei dem Anschluss nach Fig. 4 a ist das Drehen nicht erforderlich.

Vergegenwärtigen wir uns den Gang der beim Aus- und Einfahren der Schiffe vorkommenden Arbeiten, so wird derselbe folgender sein müssen.

Es komme ein Wagen mit einem beladenen Schiff an einer der Endstationen an. Je nach dem Neigungsverhältniss der schiefen Ebene wird die Locomotive den Wagen entweder direct bis vor das Schleusenthor niederlassen oder das langsame Anfahren des Wagens an das Schleusenhaupt wird von einem festen Punkt mittelst Kette, Flaschenzug oder in ähnlicher Weise regulirt. Unten angekommen wird der Wagen mittelst der oben erwähnten Flaschenzüge fest an das Schleusenhaupt herangeholt, um die Berührungsflächen der Rahmhölzer auf einander zu pressen und den wasserdichten Abschluss, soweit erforderlich, zu bewirken. — Sodann wird der Raum zwischen den beiden Schleusenthoren durch Oeffnen des Drehschützens *A* (Fig. 7) mit Wasser gefüllt, um gleichen Wasserdruck zu beiden Seiten der Verschlussvorrichtungen zu haben. Letztere können nun mit Leichtigkeit geöffnet werden und nachdem das geschehen, wird das im Wagenkasten schwimmende Schiff herausgeholt, ein anderes eingebracht. Darnach werden die beiden Thore des Schleusenhauptes und des Schleusenwagens geschlossen, das in dem Raum zwischen beiden Thoren befindliche Wasser wird durch Oeffnen des Schiebeschützens *B* (Fig. 7) in das Bassin neben der Pumpmaschine abgelassen und der Wagen kann nach Lösung der erwähnten Flaschenzüge abfahren. Ist das neu eingefahrene Schiff nicht voll beladen, sondern leer, oder leicht beladen, so dass in dem Wagenkasten mehr Wasser sich befindet als zur Flotterhaltung des Schiffes erforderlich, so kann das überflüssige Wasser vor Schliessung des Wagenthores durch Oeffnen des Schützens *B* in das Bassin neben der Pumpmaschine abgelassen werden.

Kommt der Wagen mit einem leeren oder leicht beladenen Schiffe an, und correspondirt nach Festlegen des Wagens der Wasserstand darin nicht mit dem im Canal, so muss zunächst eine Füllung des Wagenkastens bis zum Niveau des Canalwassers stattfinden, durch Oeffnen des Schützens *A* und des Wagenthores. Die weiteren Manipulationen sind dieselben wie vorerwähnte [30]).

[30]) In derselben Weise würde das ganze Wasser zu entfernen und später wieder zuzuführen sein, wenn die Schiffe über die geneigte Ebene nicht schwimmend

Die Fortbewegung des Wagens durch die vorgespannte Locomotive, welche, wie früher angeführt, nicht direct an den Wagen angreift, sondern durch Vermittelung einer Kette, um das Anziehen zu erleichtern, geschieht bergauf ohne Unterbrechung von der Endstation bis zum Scheitel der geneigten Ebene. Oben angekommen tritt ein momentaner Stillstand ein und nachdem hier die Weiche umgelegt ist, lässt die Locomotive den Wagen auf dem zweiten Arm der schiefen Ebene hinab, wobei sie also dem Wagen folgt.

Das Begegnen zweier Wagen an den Ausweichstellen ist so zu regeln, dass der abwärtsfahrende Wagen nebst Locomotive stets früh genug an der Ausweichstelle eintrifft, um hier die Ankunft des aufwärtsfahrenden abwarten zu können, so dass dessen Bewegung nicht unterbrochen zu werden braucht.

V. Kosten-Vergleichung.

Zur leichteren Uebersicht werde zunächst eine Schleusentreppe mit 10 Schleusen und einer Länge von einer Meile (= 7,5 K^{m}) in Vergleich gezogen mit einer geneigten Ebene, welche bei einer directen Entfernung zwischen den beiden Canalhaltungen von einer Meile, wegen der Weichenverbindung auf der Wasserscheide eine Länge von 1,1 Meile erhalte. — Das Gesammtgefälle betrage 10 à $3^{m} = 30^{m}$. Die Eisenbahn hat alsdann ausser diesem Höhenunterschiede noch denjenigen zwischen ihrem tiefsten Punkte an der oberen Canalhaltung und der Weichenspitze auf dem wehrartigen Rücken (Wasserscheide) zu überwinden. Werden hierfür, reichlich gerechnet, 5^{m} angenommen, so ergiebt sich für die Bahn von 1,1 Ml. $= 8250^{m}$ Länge ein mittleres Neigungsverhältniss von $\frac{30 + 2.5}{8250} =$ rund $\frac{1}{200}$.

Die hier in Anschlag zu bringenden Kosten bestehen nun

1) in dem auf die Zeit der Reise entfallenden Antheil an den Jahreskosten des Schiffes mit Bemannung,
2) in den eigentlichen Zug- und Schleusungskosten,

transportirt und erst nach Beendigung der Eisenbahnfahrt wieder flott gemacht werden sollten.

3) in den Zinsen der Baukosten, bezw. des bei Annahme einer schiefen Ebene ersparten Baucapitals.

Die Kosten für Unterhaltung und Bedienung der baulichen Anlagen werden bei der schiefen Ebene sich geringer stellen als bei der Schleusentreppe.[31]) Bei der nicht erheblichen Differenz werde indessen dieser Posten, um nicht in zu minutiöse Vergleichungen eintreten zu müssen, hier ausser Acht gelassen; — ebenso die Verwaltungskosten.

Die Kosten für Speisung der Schleusen erreichen, wie früher hervorgehoben, bei vielen Canälen eine bedeutende Höhe. — Bei der schiefen Ebene werden sie vollständig gespart. Da aber der hieraus sich ergebende Gewinn allgemein nicht zu beziffern ist, sondern in jedem besonderen Falle besonders abzuwägen, so soll er in die allgemeine Vergleichung der Kosten nicht hineingezogen werden.

Die Tageskosten eines Schiffes von 5000 Ctr. Tragfähigkeit mit Bemannung sind in Note 13 zu 20 ℳ ermittelt, die Zugkosten bei Pferdezug in schleusenfreier Strecke zu 0,1 Markpfennig pro Netto Ctr.-Meile.

Hinsichtlich der Zeitdauer, welche die Schiffe für die Durchschleusungen und für die Fahrt auf schleusenfreiem Canal gebrauchen, möge die Annahme, welche Michaelis in seiner Denkschrift über den Rhein-Weser-Canal gemacht hat, auch hier gelten. Nach ihm legt ein Schiff bei einer Fortbewegung durch Pferde, welche in unserem Falle bei der verhältnissmässig geringen, die Schleppschifffahrt ausschliessenden, Entfernung zwischen den einzelnen Schleusen ebenfalls nur anzunehmen ist, 5 Meilen pro Tag mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ Meile pro Stunde in schleusenfreiem Canal zurück.

Die ganze durch eine Schleuse bedingte Verzögerung der Fahrt, einschliesslich des durch Anhäufung und Begegnung von Schiffen ver-

---

[31]) Setzt man die jährlichen Kosten für bauliche Unterhaltung von 10 Schleusen à 300 ℳ = ... 3 000 ℳ
desgl. der 1 Meile langen Canalstrecke . . . . . 7 500 -
Bedienung der Schleusen, 10 Schleusenwärter nebst Gehülfen, à 1500 ℳ = 15 000 -
so ist die Summe mit 25 500 ℳ
grösser als die für Unterhaltung und Bedienung der 1,1 Meilen langen Bahnstrecke voraussichtlich erforderliche.

anlassten Aufenthaltes rechnet Michaelis zu durchschnittlich 40 Minuten und gleich einer Verlängerung des Weges von $\frac{40}{60} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ Meile. Für die eigentliche Durchschleusung werden dabei nur 18 bis 20 Minuten angenommen.

Wird bei dem vergleichenden Ueberschlage noch vorausgesetzt, dass ein jedes Schiff nur in der Richtung des Hauptverkehrs mit voller Ladung fahre und durchschnittlich $\frac{1}{5}$ der vollen Ladung als Rückfracht erhalte, so kommt auf jede Hin- und Rückfahrt zusammen eine Nettolast von $5000 + \frac{5000}{5} = 6000$ Ctr.

A. Für die Schleusentreppe stellen sich nun die Kosten wie folgt:

ad 1. Schiffskosten.

Auf einer Canalstrecke von 1 Meile mit 10 Schleusen à $\frac{1}{3}$ Meile ist die reducirte Wegelänge

$$1 + \frac{10}{3} = 4\frac{1}{3} \text{ Meilen,}$$

dieselbe wird hin- und zurück in

$$\frac{2 \cdot 4\frac{1}{3}}{5} = 1{,}73 \text{ Tagen}$$

durchfahren.

Die Schiffskosten sind daher

$$1{,}73 \cdot 20 = 34{,}60 \text{ ℳ}$$

$$\text{oder } \frac{3460}{6000} = 0{,}577 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.

ad 2. Zugkosten und Schleusungskosten.

Dieselben stellen sich innerhalb der Schleusentreppe bei der eben ermittelten reducirten Wegelänge von $4\frac{1}{3}$ Meilen auf

$$4\frac{1}{3} \cdot 0{,}1 = 0{,}433 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.

B. Geneigte Ebene mit Locomotivbetrieb. (Die Schiffe während des Transportes schwimmend.)

Das Gewicht eines Schleusenwagens zur Aufnahme von Schiffen mit 5000 Ctr. Tragfähigkeit ist berechnet zu 2600 Ctr.;

das Gewicht der Wagenladung an Wasser und darin schwimmendem Schiffe bei voller Schiffsladung zu 8900 Ctr.

Für den Transport eines leeren Schiffes wird der Wasserstand im Wagenkasten durch Ablassen von wenigstens 5000 Ctr. Wasser, dem geringeren Tiefgange des leeren Schiffes entsprechend, gesenkt, und das Gewicht der Wagenladung beträgt dann höchstens 8900 — 5000 = 3900 Ctr.

Die zu bewegende Bruttolast ist daher beim Transport eines
voll beladenen Schiffes: 2600 + 8900 = 11 500 Ctr.,
leeren Schiffes: . . . . . 2600 + 3900 = 6500 -

Werden, der oben gemachten Annahme von $\frac{1}{5}$ Rückfracht entsprechend, auf 5 voll beladene in der Richtung des Hauptverkehrs sich bewegende Schiffe in entgegengesetzter Richtung ein voll beladenes und 4 leere Schiffe gerechnet, so ist die auf 5 Hin- und 5 Rückfahrten zu bewegende Bruttolast

6 à 11500 = 69 000 Ctr.
4 à 6500 = 26000 -
zusammen 95000 Ctr.

Die Nettolast bei 5 Doppelfahrten beträgt (5 + 1) . 5000 = 30000 Ctr. oder $31\frac{1}{2}$ pCt. der Bruttolast.

ad 1. Schiffskosten.

Die Zeitdauer einer Hin- und Rückfahrt einschliesslich des Ein- und Ausfahrens der Schiffe bestimmt sich, wenn der durch letztere Manipulationen an jedem Endpuncte der geneigten Ebene bedingte Zeitverlust wieder zu je 40 Minuten und die Fahrgeschwindigkeit auf der Eisenbahn zu nur 2 Meilen pro Stunde angenommen wird, zu

$$2 \cdot \frac{40}{60} + \frac{2 \cdot 1{,}1}{2} = 2{,}43 \text{ Stunden}$$

$$= 0{,}243 \text{ Tagen (à 10 Arbeitsstunden).}$$

Der auf diese Zeit von den Jahreskosten für Schiff und Bemannung entfallende Betrag ist

$$0{,}243 \cdot 20 = 4{,}86 \text{ ℳ}$$

$$\text{oder } \frac{4860}{6000} = 0{,}081 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.

ad 2. Förderungskosten.

a) Die Kosten der Zugkraft, einschliesslich der Kosten für Erneuerung der Locomotiven, aber ausschliesslich der Zinsen der

ersten Anschaffungskosten (vgl. ad 3) sind ermittelt zu 0,12 ₰ pro Brutto Ctr.-Meile. [32])

Die geneigte Ebene hat bei einem directen Abstande zwischen den beiden Canalhaltungen von einer Meile eine Länge von 1,1 Meile.

---

[32]) Der Betrag von 0,12 ₰ berechnet sich wie folgt.

Nach neueren officiellen Ermittelungen (vgl. Organ für die Fortschr. des Eisenb.-Wesens 1876, S. 91) haben sich auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn im Jahre 1873 die Betriebskosten pro Güterzug-Kilometer auf 4,713 ℳ, d. i. pro Meile auf 35,35 ℳ gestellt oder bei einem durchschnittlichen Gewichte der Güterzüge, ohne Locomotive und Tender, von 10 890 Centner auf

$$\frac{3\,535}{10\,890} = 0{,}325 \text{ ₰}$$

pro Centner und Meile.

Mit Rücksicht darauf, dass im Jahre 1873 die Transportkosten aussergewöhnlich hoch gewesen sind (um etwa $\frac{1}{5}$ höher als 1875), wird man, um einen für mittlere Verhältnisse passenden Satz zu erhalten, obigen Betrag auf 0,3 ₰ abrunden können.

Von diesen Gesammt-Betriebskosten kommen bei den preussischen Bahnen nach einem Durchschnitt von 7 Jahren (vgl. Heusinger's Handbuch der sp. Eis.-Technik Bd. IV, S. 621) auf die Zugkraft 27 pCt. oder pro Brutto Centner-Meile 0,081 ₰

Ferner sind für Verschleiss (Erneuerung) der Locomotiven etc. 6 pCt. der Betriebsausgaben mit 0,018 oder rund . . . . . 0,02 -

zu rechnen.

Erstere Kosten von 0,081 ₰ vertheilen sich auf

1) Gehälter, Löhne, Meilengelder, Prämien, Kleidung, Putzen etc. mit 26 pCt.
2) Reparaturen an Locomotiven und Tender, Wasserstationen, Werkstättenbetrieb etc. mit . . . . . 32 pCt.
3) Brennmaterial für Locomotiven und Wasserstationen, Schmier-, Putz- und Verpackungsmaterial etc. mit . . . . . 42 pCt.

Durch die Steigungen der Bahn wird nur ein geringer Theil der Kosten sub 2 und etwa $\frac{3}{4}$ der Kosten sub 3 beeinflusst, so dass man $\frac{3}{5}$ der Kosten der Zugkraft als constant, $\frac{1}{3}$ als mit den Steigungen variabel annehmen kann. Letzteres Drittel beträgt pro Brutto Centner-Meile . . . . . 0,027 ₰

In unserem Falle werde angenommen, dass die Hälfte der Bruttolast bergauf, die Hälfte bergab transportirt werde, obwohl meist die Richtung des Hauptverkehrs thalwärts und deshalb ein günstigeres Verhältniss stattfindet. Ferner werde der von den Steigungen abhängige Theil der Kosten der Zugkraft für die Steigung von $\frac{1}{200}$ dreimal so gross gerechnet als für die Horizontale, für das Gefälle dagegen gleich Null. Alsdann erhöhen sich die Kosten der Zugkraft in Folge der Steigung um

$\frac{1}{2} . 3 . 0{,}027 - 0{,}027 =$ . . . . . 0,0135 ₰

Dazu für den Widerstand in den Curven und zur Abrundung = . . . 0,0055 -

zusammen 0, 019 ₰

Die Zugkraft kostet demnach pro Brutto Centner-Meile

ohne Verschleiss der Locomotiven 0,081 + 0,019 = ... 0,10 ₰

dazu für Verschleiss - - . . . . . 0;02 -

zusammen 0,12 ₰

Der Transport kostet demnach an Locomotivkraft pro Brutto-Ctr.:

$$0{,}12 \,.\, 1{,}1 = 0{,}132 \text{ ₰}$$

und pro Netto-Ctr.:

$$0{,}132 \,.\, \frac{100}{31\frac{1}{2}} = 0{,}418 \text{ ₰}$$

b) Werden die Kosten für Unterhaltung, Reparatur und Erneuerung der Wagen (ohne die Zinsen des Anlagecapitals) zu 10 pCt. der Anschaffungskosten gesetzt, also (vgl. ad 2, c) zu jährlich 6000 ℳ oder täglich, bei 240 Schifffahrtstagen

zu $\frac{6000}{240} =$ . . . . . 25 ℳ

ferner die Bedienung jedes Wagens durch 2 Mann täglich zu 5 -

zusammen 30 ℳ

so stellen sich bei einer Nettoleistung jedes Wagens pro Hin- und Rückfahrt von 6000 Ctr. und bei $\frac{10}{1{,}77}$ täglichen Doppel-Fahrten (vgl. ad 2, c) die Kosten des Wagendienstes auf

$$\frac{30 \,.\, 100}{6000} \,.\, \frac{1{,}77}{10} = 0{,}088 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr.

c) Zinsen des Anlagekapitals für Betriebsmittel.

Von den Kosten einer Locomotive mit . . . . . 60 000 ℳ

- - - eines Schleusenwagens mit . . . . . 60 000 -

$\frac{1}{3}$ für Reserve mit . . . . . 40 000 -

zusammen 160 000 ℳ

betragen die Jahreszinsen mit 5 pCt. 8000 ℳ und vertheilt auf 240 Tage pro Tag $\frac{8000}{240} = 33{,}33$ ℳ.

Eine Hin- und Rückfahrt erfordern an Zeit $2 \,.\, 1{,}1 \,.\, \frac{1}{2} = 1{,}1$ Stunden; für den Aufenthalt der Locomotiven und Wagen an den Endpunkten der schiefen Ebene, während des Ein- und Ausfahrens der Schiffe sind je 20 Minuten zu rechnen, also $2 \,.\, \frac{20}{60} =$ . . . . . 0,67 -

In 1,77 Stunden

kann daher die Locomotive mit Wagen eine Doppelfahrt machen und in einem Tage deren $\frac{10}{1{,}77}$.

Bei jeder Doppelfahrt werden 6000 Ctr. Nutzladung transportirt, so dass der Antheil an den Zinsen der Anschaffungskosten für Locomotiven und Wagen

$$\frac{3333}{6000} \cdot \frac{1{,}77}{10} = 0{,}098 \text{ ₰}$$

pro Netto Ctr. beträgt.

d) Pumpmaschinen. Vor jeder Abfahrt der Schleusenwagen muss das zwischen den beiden Schleusenthoren (dem festen und dem beweglichen) befindliche Wasser abgelassen und später in den Canal zurückgepumpt werden. Dasselbe soll mit dem beim Transport leerer Schiffe überflüssigem Wasser geschehen.

Die hierfür und zu anderen Zwecken aufzustellenden zwei Pumpmaschinen kosten an Betrieb- und Amortisation, aber ohne die Verzinsung des Anlagekapitals, pro Jahr etwa

$$2 \,.\, 5000 = 10\,000 \text{ ℳ}.$$

Bei einem jährlichen Transporte von 20 Millionen Centner repartiren sich diese Kosten mit 0,05 ₰ auf den Netto Centner.

e) Bedienung der Endstationen. Für Hülfeleistung und Controle beim Ein- und Ausfahren der Schiffe werden pro Jahr an jeder Endstation 2000 ℳ gerechnet, an beiden 4000 ℳ oder bei 20 Millionen Centner jährlicher Förderung

$$\frac{4000 \,.\, 100}{20\,000\,000} = 0{,}02 \text{ ₰}$$

pro Netto Centner.

Die Förderungskosten ad 2 betragen hiernach für:

a)	Zugkraft	0,418 ₰
b)	Wagendienst	0,088 -
c)	Zinsen der Anschaffungskosten	0,098 -
d)	Pumpmaschinen	0,050 -
e)	Wärter an den Endstationen	0,020 -
	zusammen	0,674 ₰

pro Netto Centner.

ad 3. Ersparung an Baukosten und Zinsen.

a) Die Baukosten einer schleusenfreien Canalstrecke werden sich, gegenüber einer freien Eisenbahnstrecke der hier in Frage stehen-

den Art unter sonst gleichen Bedingungen und abgesehen von den Wasserzubringern, höher stellen

im Grunderwerb und in den Erdarbeiten, weil das Planum kaum die Hälfte der Breite des Canalplanums in Höhe des Wasserspiegels verlangt,

in den Brücken, namentlich für Wege, weil die Ueberführung von Wegen im Niveau bei der Eisenbahn thunlich, beim Canal ausgeschlossen ist,

in den Arbeiten für Dichtung des Canalbettes, für Befestigung des Leinpfades u. dgl., welche bei der Bahnanlage nicht vorkommen.

Dagegen treten bei der Eisenbahn die Kosten für den Oberbau mit 4 Schienen, welcher dem einer zweigleisigen Bahn gleich zu setzen ist, hinzu.

Die Mehrkosten der Eisenbahn (geneigte Ebene) sind darnach pro Meile zu 200 000 ℳ ermittelt.

Für die bei der schiefen Ebene erforderliche Weichenverbindung auf der Wasserscheide, bezw. für den Umweg des Schienengleises von $\frac{1}{10}$ Meile sind ferner anzusetzen

100 000 ℳ

und für eine Gleis-Ausweichung zum Kreuzen zweier Züge

50 000 ℳ.

Die freie Strecke der geneigten Ebene kostet daher mehr als die Canalstrecke ohne Schleusen

$$200\,000 + 100\,000 + 50\,000 = 350\,000 \text{ ℳ}.$$

b) die Schleusen der Schleusentreppe mit 160,000 ℳ pro Stück angesetzt, kosten

$$10 \text{ à } 160\,000 = 1\,600\,000 \text{ ℳ}.$$

c) An den beiden Endpunkten der geneigten Ebene sind folgende Anlagen vorzusehen und zu veranschlagen.

An jedem Endpunkte zum Durchlassen der Schiffe zwei Schleusenhäupter, von denen streng genommen nur eins unbedingt erforderlich ist und deshalb hier zum Vergleich gezogen zu werden brauchte. Die Kosten der Schleusenhäupter, einschliesslich der Ver-

schlussvorrichtungen, Rohrleitungen und weiteren Zubehörs sind veranschlagt mit 2 à 50,000 = ... 100 000 ℳ
Schinengleise und Weichen für beide Stationen mit . 100 000 -
Gebäude-Anlagen und zwar Locomotivschuppen für je 2 Stände, Wasserstations-Einrichtungen, kleine Werkstätten mit Magazin, Maschinen und Kesselhäuser, Beamten-Wohnhäuser auf beiden Stationen mit . . . 120 000 -
Dampfmaschinen zum Wasserpumpen und Werkstattsbetrieb 2 à 15,000 = ... 30 000 -
Dichtungs- und Befestigungsarbeiten an den tief liegenden Bahnstrecken, für Brunnen, Wege, Einfriedigungen, für Ausgraben zweier Bassins etc. . . . . 50 000 -

Zusammen an beiden Stationen 400 000 ℳ.

Die baulichen Anlagen der geneigten Ebene kosten mithin weniger als die der Schleusentreppe um

$$1\,600\,000 - (350\,000 + 400\,000) = 850\,000\ ℳ.$$

Die 5 pCt. Zinsen mit 42 500 ℳ ergeben bei einem jährlichen Verkehr von 20 Millionen Centner eine Ersparung von

$$\frac{42\,500 \cdot 100}{20\,000\,000} = 0{,}212\ ₰$$

pro Netto Centner.

Die für beide Transportarten zu vergleichenden Kosten betragen also pro Netto-Centner und Meile nutzbaren Weg:

A. auf dem Canal mit Schleusentreppe

1) an Schiffskosten . . . . . 0,577 ₰
2) an Zugkosten . . . . . 0,433 -

zusammen 1,010 ₰

B. auf der geneigten Ebene

1) an Schiffskosten . . . . . 0,081 ₰
2) an Förderungskosten . . . . . 0,674 -

zusammen 0,755 ₰

Davon ab:

3) an Zinsen des ersparten Bau-Kapitals . . . . 0,212 ₰

bleiben 0,543 ₰

so dass die Ersparung an Transportkosten und Zinsen des Bau-Kapitals bei Anwendung einer geneigten Ebene für diesen Fall zu

$$1{,}010 - 0{,}543 = 0{,}467 \text{ ₰}$$

pro Netto Centner und Meile sich ergiebt oder zu 46 pCt. der Transportkosten bei Anwendung der Schleusentreppe.

Je grösser der Niveau-Unterschied zwischen den beiden Canalhaltungen, resp. die bei Anlage einer Schleusentreppe erforderliche Zahl der Schleusen, desto günstiger stellt sich die geneigte Ebene, weil viele der constanten Kosten für Bauanlagen, für Arbeits- und Zeitaufwand, auf eine grössere Transportlänge sich vertheilen.

Umgekehrt wird bei geringeren Gefällen der Vortheil geringer, bis er unter Annahmen, wie sie vorstehend gemacht sind, bei etwa 15^{m} Gefälle, entsprechend 5 Schleusen, schon fast verschwindet.

In welchem Verhältnisse diese Abnahme stattfindet, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen, in welcher die obigen Resultate und die für 5, 15 und 20 Schleusen berechneten zusammengestellt sind.

Jährlicher Verkehr (hin und zurück) im Ganzen 20 Million Centner.

Täglich etwa 14 Schiffe à 5000 Centner Tragfähigkeit in jeder Richtung, mit voller Hinfracht und $\frac{1}{3}$-Rückfracht.

		20 Schleusen à 3 m = 60 m Gefälle. Entfernung zwischen den Canalhaltungen . . . . . 1,8 Meilen. Länge der geneigten Ebene 1,9 -					15 Schleusen à 3 m = 45 m Gefälle. Entfernung zwischen den Canalhaltungen . . . . . 1,4 Meilen. Länge der geneigten Ebene 1,5 -					10 Schleusen à 3 m = 30 m Gefälle. Entfernung zwischen den Canalhaltungen . . . . . 1 Meile. Länge der geneigten Ebene 1,1 -					5 Schleusen à 3 m = 15 m Gefälle. Entfernung zwischen den Canalhaltungen . . . . . 0,6 Meilen. Länge der geneigten Ebene 0,7 -				
		Minder-Baukosten ℳ	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Schleusen-Treppe	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Geneigte Ebene	Pro Netto Centner in Markpfennigen:	In Procenten der Transportkosten b. Schleusentreppen	Minder-Baukosten ℳ	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Schleusen-Treppe	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Geneigte Ebene	Pro Netto Centner in Markpfennigen:	In Procenten der Transportkosten b. Schleusentreppen	Minder-Baukosten ℳ	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Schleusen-Treppe	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Geneigte Ebene	Pro Netto Centner in Markpfennigen:	In Procenten der Transportkosten b. Schleusentreppen	Minder-Baukosten ℳ	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Schleusen-Treppe	Pro Netto Centner in Markpfennigen: Geneigte Ebene	Pro Netto Centner in Markpfennigen:	In Procenten der Transportkosten b. Schleusentreppen
Kosten für Schiff und Bemannung		—	1,129	0,108	—	—	—	0,853	0,094	—	—	—	0,577	0,081	—	—	—	0,303	0,068	—	—
Förderungskosten		—	0,847	1,066	—	—	—	0,640	0,869	—	—	—	0,433	0,674	—	—	—	0,227	0,481	—	—
Summe der Transportkosten . .		—	1,976	1,174	—	—	—	1,493	0,963	—	—	—	1,010	0,755	—	—	—	0,530	0,549	—	—
Ersparung bei Anwendung geneigter Ebenen	An Transportkosten . .	—	—	—	0,802	41 pCt.	—	—	—	0,530	35 pCt.	—	—	—	0,255	25 pCt.	—	—	—	— 0,019	— 3 pCt.
	An Zinsen der Minder-Baukosten	5 pCt. von 2 100 000	—	—	0,525	26 pCt.	5 pCt. von 1 500 000	—	—	0,375	25 pCt.	5 pCt. von 850 000	—	—	0,212	21 pCt.	5 pCt. von 200 000	—	—	0,050	9 pCt.
	Zusammen auf die ganze Entfernung zwischen den Canalhaltungen	—	—	—	1,327	67 pCt.	—	—	—	0,905	60 pCt.	—	—	—	0,467	46 pCt.	—	—	—	0,031	6 pCt.
	Auf die Meile	—	—	—	0,737	—	—	—	—	0,646	—	—	—	—	0,467	—	—	—	—	0,051	—

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

VI. Schlussbemerkungen.

Das System der Schiffs-Eisenbahn, wie es in den vorhergehenden Abschnitten behandelt ist, theilt mit den aus früheren Zeiten bekannten schiefen Ebenen für Schiffstransporte die Vortheile, welche sich aus einer Beseitigung der Schleusentreppen ergeben, also derjenigen Anlagen, welche durch die Kostspieligkeit ihrer Herstellung, durch die Belästigung des Verkehrs und durch das Erforderniss der Speisung, welches in vielen Fällen nur mit schweren Geldopfern zu erfüllen, die Nutzbarkeit und Rentabilität einer Canalanlage im höchsten Grade beeinträchtigen.

Es vereinigt in sich diejenigen Vorzüge, welche bei den verschiedenen älteren Systemen geneigter Ebenen vereinzelt hervortreten.

Es gestattet die Hebung und Senkung der Schiffe im Zustande des Schwimmens, also in der denkbar vollkommensten Weise, weil die Schiffskörper hierbei nicht anders angestrengt werden, als während ihrer Fortbewegung im Canalwasser.

Es ermöglicht die Anlage wehrartiger Rücken (Wasserscheiden) zwischen den beiden Canalhaltungen und beseitigt damit die Gefahren, welche ohne dieselben aus einem Anschluss der schiefen Ebenen an die obere Canalstrecke entstehen.

Die Construction der Wagen lässt die Anbringung so vieler Räder zur Unterstützung der fortzubewegenden Lasten zu, dass die Anwendung des Systems für Canalschiffe aller Dimensionen, so weit sie bisher in Vorschlag gekommen oder nur besprochen sind, möglich bleibt.

Die Anlage der Schiffs-Eisenbahn wird durch das Terrain weniger erschwert als die jeder anderen Construction, weil die Möglichkeit vorhanden ist, Curven von verhältnissmässig kleinen Radien anzuwenden und die Steigung für die verschiedenen Fälle nicht nur im Ganzen verschieden zu wählen, sondern auch noch in jedem einzelnen Falle innerhalb gewisser Grenzen wechseln zu lassen. Man hat damit eine grosse Freiheit in der Tracirung.

Da in der Regel die Schiffs-Eisenbahn flache Steigungen, deshalb eine verhältnissmässig grosse Längenausdehnung erhalten wird

und auf ihr die Bewegung eine wesentlich schnellere ist, als auf den Canalstrecken, so wird schon bei mässigem Höhenunterschiede zwischen den beiden Canalhaltungen der Transport der Schiffe durch sie nicht nur nicht verzögert, sondern gegenüber der gewöhnlichen Canalschifffahrt beschleunigt, — je grösser das Gesammtgefälle, desto mehr.

Während bei allen früheren Systemen der schiefen Ebenen und der verticalen Schiffsbewegungen zur Zeit immer nur ein Schiff zu heben und ein anderes gleichzeitig zu senken ist, können auf der geneigten Ebene der hier vorgeschlagenen Construction die Schiffe in kurzen Intervallen sich folgen, wie die Züge auf einer gewöhnlichen Eisenbahn. Es ist nur für die genügende Anzahl Ausweichungsstellen, eventuell für ein doppeltes Gleis zu sorgen und auf jeder Endstation für die hinreichende Anzahl Oeffnungen in der die Canalhaltung abschliessenden Mauer (Schleusenhäupter), um in dem Ein- und Auslaufen der Schiffe keine Stockung eintreten zu lassen. Die Schiffs-Eisenbahn wird dadurch ausserordentlich leistungsfähig. Sie bietet daneben den Vortheil, dass sie nicht von vorn herein für den grössten zu erwartenden Verkehr angelegt zu werden braucht, sondern dass sowohl die baulichen Anlagen, als auch die Betriebsmittel für den Anfang eingeschränkt und mit wachsendem Verkehr vermehrt werden können.

Anschlüsse von Zweigcanälen an die Schiffs-Eisenbahn sind durch Abzweigung eines Gleises an jeder beliebigen Stelle zwischen den Endstationen möglich und genau wie diese letzteren auszubilden.

Die Schiffs-Eisenbahn gestattet somit die verschiedenartigste Anwendung und, wie die Kostenvergleichung ergiebt, unter wesentlicher Ersparung an Bau- und Betriebskosten gegenüber den Schleusentreppen.

Berlin, im Februar 1877.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Fig. 1. Ansicht des Schleusenwagens.

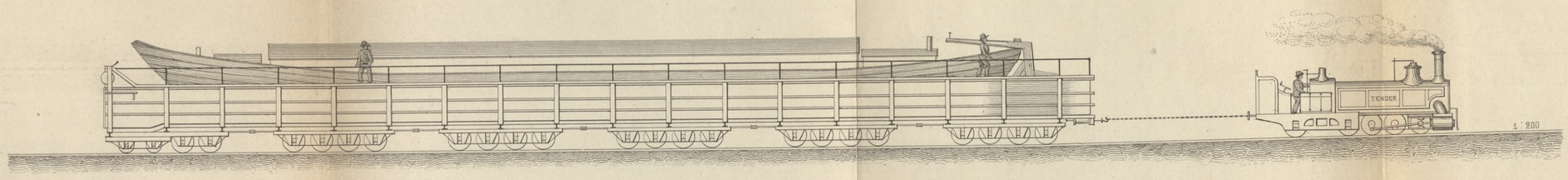


Fig. 2. Grundriss.

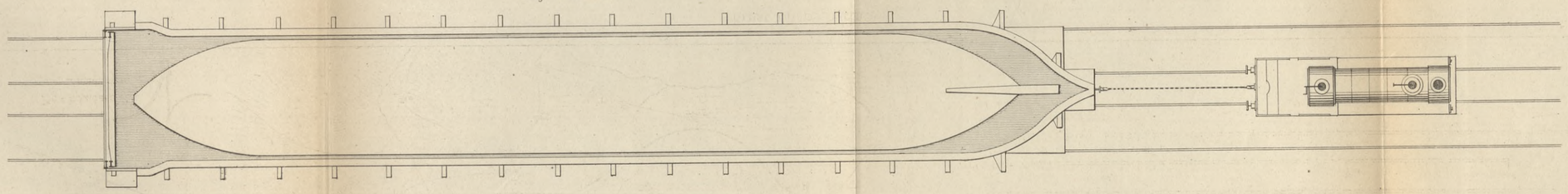


Fig. 3. Längenprofil der geneigten Ebene

für mittleres Neigungs-Verh. von 5‰ = 1:200
zulässiges gröfstes " " 7½‰ = 1:133
" kleinstes " " 2½‰ = 1:400

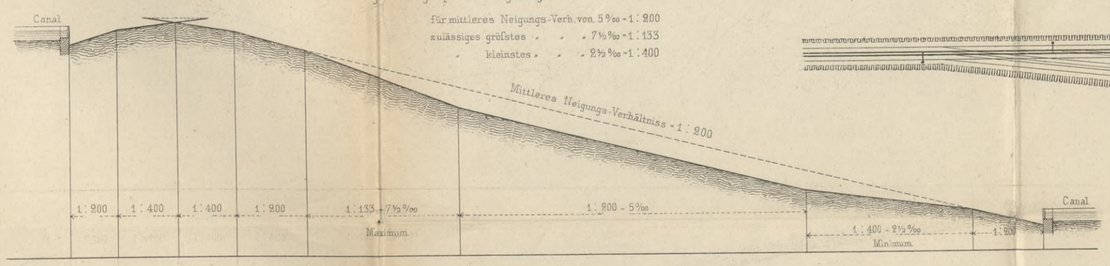


Fig. 4. Situation $\frac{1}{50000}$.

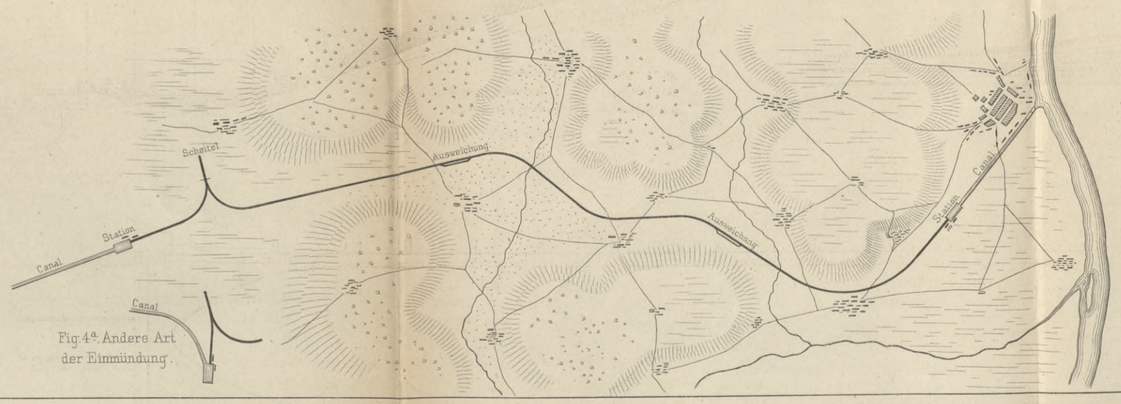
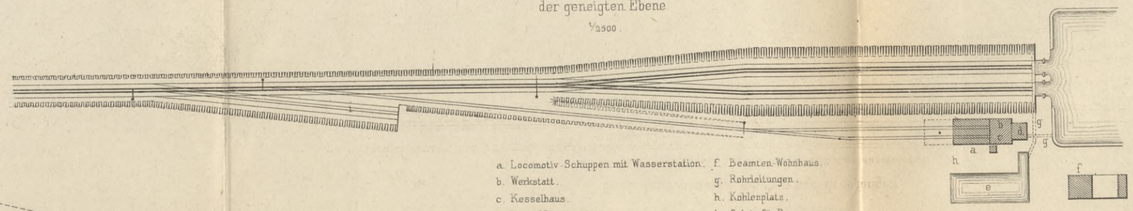


Fig. 4a. Andere Art der Einmündung.

Fig. 5. Anordnung der Stationen an den Endpunkten der geneigten Ebene

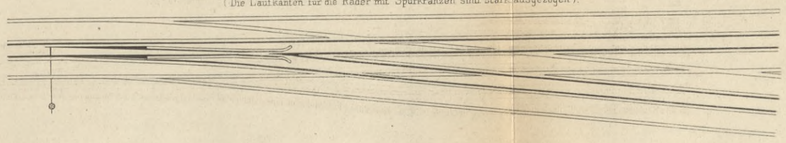
$\frac{1}{2500}$.



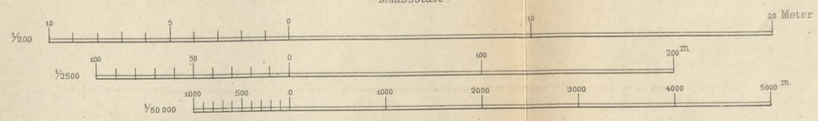
a. Locomotiv-Schuppen mit Wasserstation.
b. Werkstatt.
c. Kesselhaus.
d. Pump-Maschinenhaus.
e. Bassin.
f. Beamten-Wohnhaus.
g. Rohrleitungen.
h. Kohlenplatz.
i. Geleis für Reservewagen.

Fig. 6. Anordnung der Weichen und Kreuzungen.

(Die Laufkanten für die Räder mit Spurkränzen sind stark ausgezogen).



Maassstäbe.



Gest. v. Kadeder.

Ernst & Korn. Berlin.

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

Fig. 7.
Schleusen - Haupt.

Fig. 8.
Längenschnitt des hinteren Theiles
des Schleusenwagens.

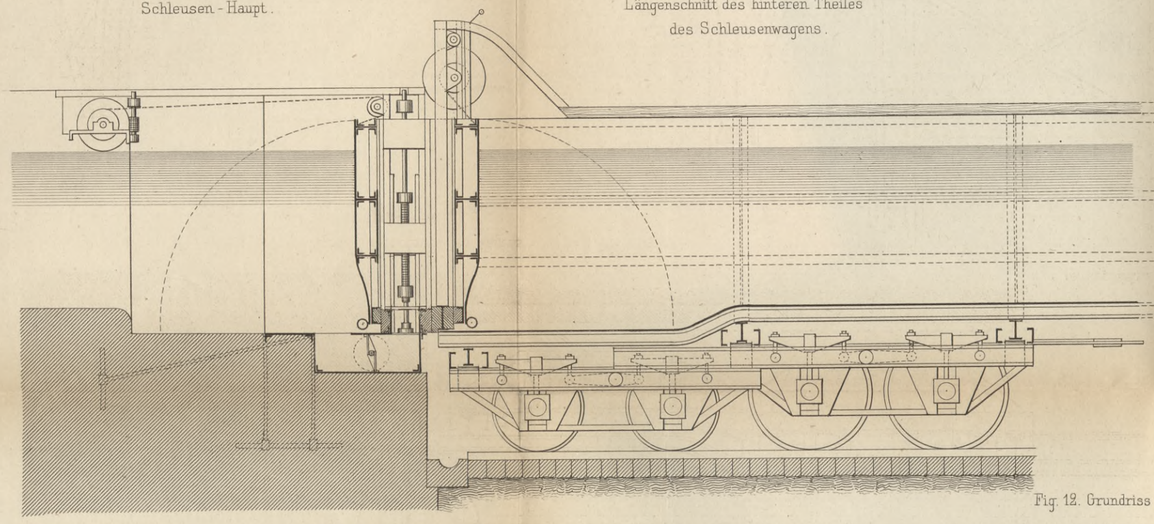
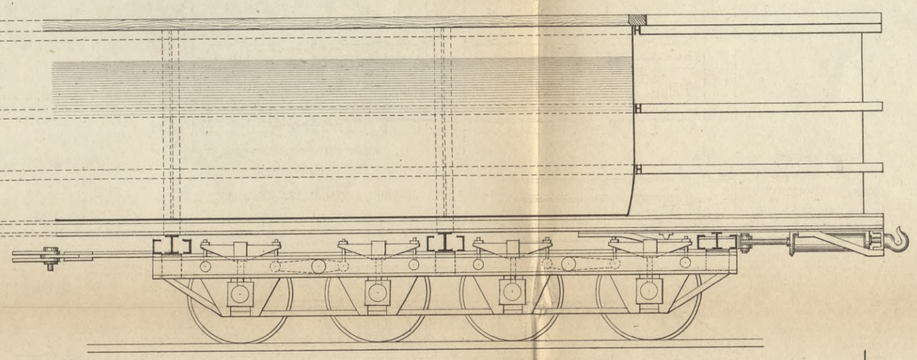


Fig. 9.
Längenschnitt des vorderen Theiles
des Schleusenwagens
(nach M-N).



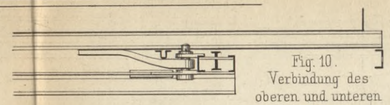


Fig. 10.
Verbindung des
oberen und unteren
Wagentheiles.

Fig. 12. Grundriss der Rahmen.

Fig. 11. Grundriss des unteren Theiles
des Wagens.
(die Rollenlager sind fortgelassen).

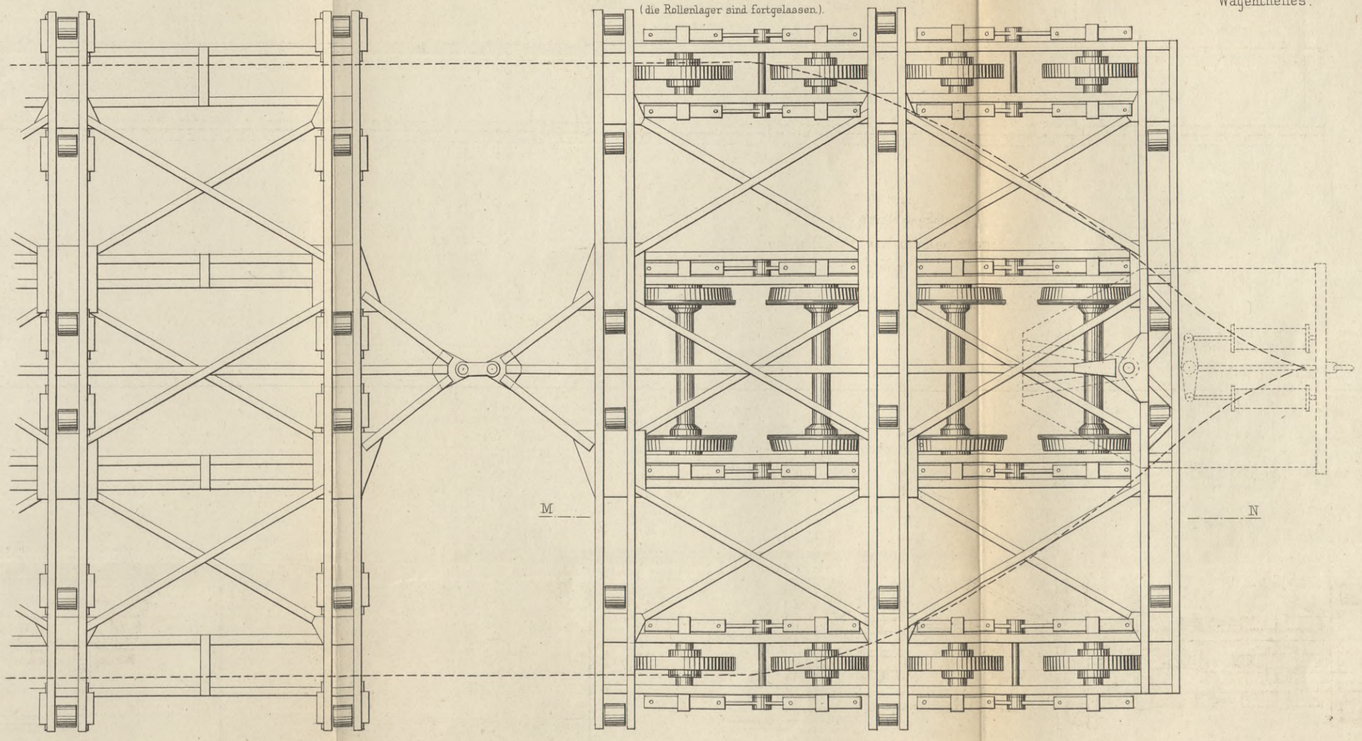


Fig. 13. Querschnitt des Wagens.

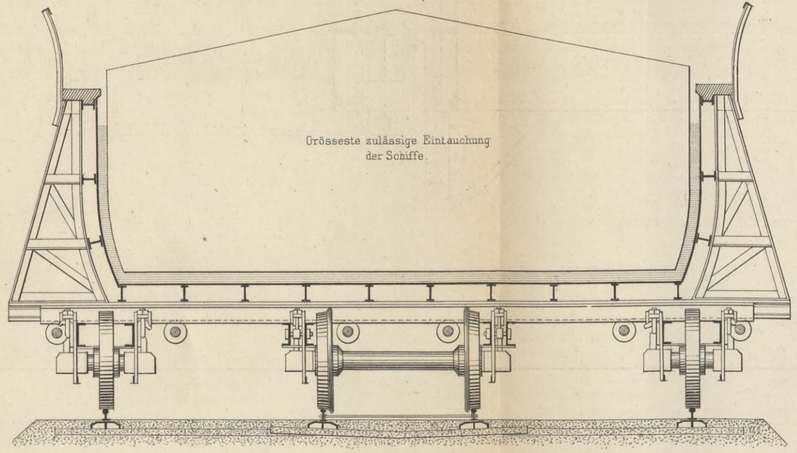
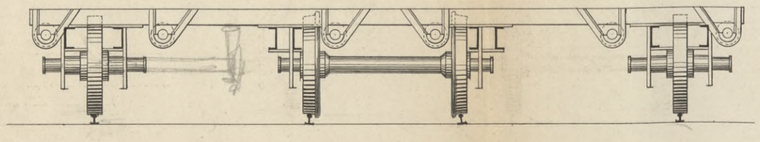
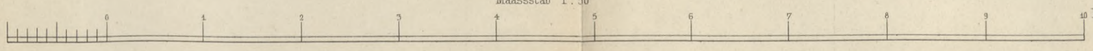


Fig. 14. Querschnitt des unteren Theiles
des Wagens.



Maassstab 1 : 50



Ernst & Korn. Berlin.

Gest. v. Kadeder.

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
L. inw. 31554
Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Im Verlage von **Ernst & Korn** in Be

Baensch, O., Die Sturmfluth an den Ostse
12. und 13. November 1872. In mete
ziehung bearbeitet im Auftrage Sr. Exc.
werbe und öffentliche Arbeiten. gr. 4. M
——, **Studien aus dem Gebiete der Ostse**

Hagen, Dr. G., Handbuch der Wasserbau
Brunnen, Wasserleitungen und F
Atlas in Quer-Folio. 1869—70. Dritte neu bearbeitete Auflage. 28 Mk.
Zweiter Theil: Die Ströme. Uferschälungen, Strombauten und Schifffahrts-Canäle. 4 Bände. gr. 8. Mit Atlas in Folio. 1871—73. Dritte neu bearbeitete Auflage. 56 Mk.
Dritter Theil: Das Meer. Seeufer- und Hafenbau. 4 Bände. gr. 8. 1863—65. Mit Atlas in Folio. 56 Mk.

——, **Ueber die Bewegung des Wassers in Strömen.** gr. 8. 1876. 4 Mk.

Hartwich, E., Bemerkungen über Transportmittel und Wege, sowie über Gestaltung und Verwaltung des Eisenbahnwesens. Nach Maassgabe der Verhältnisse und Bedürfnisse. gr. 8. 1875. geh. 1 Mk.

——, **Bemerkungen über die Schifffahrts- und Vorfluths-Verhältnisse in und bei Berlin** mit Anschluss eines Projectes zu einem Canale von der Ober-Spree nach der Havel bei Wann-See. Hierzu 4 Pläne und Profile. Lex. 8. 1874. geh. 5 Mk.

——, **Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten.** Mit 17 Tafeln. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. geh. 10 Mk.

Michaelis, K., Rhein-Weser-Canal. Darlegung und Motivirung des Projects nebst Minimal-Frachtberechnung und Auszug aus den Kostenanschlägen. Im Auftrage des Kgl. Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten bearbeitet. Mit 4 Kupfertafeln. gr. 4. geh. 5 Mk.

——, **Beschreibung von Wasseranlagen in Irland** für Entwässerung, Binnenschifffahrt, Nutzbarmachung von Wasserkraft und Verbesserung der Fischerei. Mit 9 Kupfertafeln. gr. 4. 1866. geh. 4½ Mk.

Ritgen, Dr. Hugo von, Neues System für Secundärbahnen von normaler Spur. Mit 3 Kupfertafeln und Holzschnitten. Lex. 8. 1876. broch. 4 Mk.

Roeder, Die Loire und ihre Wasserverhältnisse. Bericht an Se. Excellenz den Herrn Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten über die Bereisung der Loire im November und December 1866. Mit 6 Kupfertafeln. 4. 1867. geh. 3 Mk.

Schlichting, J., Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz. gr. 4. Mit 12 Kupfertafeln. 1874. geh. 6 Mk.

——, **Zur Schiffbarmachung der Flüsse.** Kritische Beleuchtung der Schrift: „Regulirung oder Canalisirung der deutschen Flüsse." gr. 8. 1876. 0,80 Mk.

Schwabe, H., Ueber das Englische Eisenbahnwesen. Reisestudien. Mit einer Karte. gr. 8. 1871. geh. 4 Mk.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000298283