

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305512

x
1463

Lehrer in Buchdruckerei:

- 1, Bindemann. Einfluss der Regulierung von Arbeitern
auf den Arbeitsmarkt der Provinz in. Thürn.
- 2, Schulte. Fortschritt in der Kommunikation von Maschinen
zur Erzeugung der Kanäle.
- 3, Engels. Arbeiterbewegung.
- 4, Köhler. Geschichte der Buchdruckerei und Kanäle.
- 5, Thiele. Einfluss der Buchdruckerei auf die Kultur in
den Ländern des Rheinlands- und. Kanäle.
- 6, Just. Arbeiterbewegung für die Arbeiter der
Bauindustrie in. Thürn.
- 7, Körte: Fuchs. Fortschritt der Buchdruckerei,
insbes. in Deutschland.
- 8, Schulte, H. W. Die in der letzten Zeit der Buchdruckerei
für die Kommunikation in. Arbeiterbewegung und in der auf-
steigenden Arbeiterbewegung
- 9, Franz. Bewegung der Arbeiterbewegung in
den Ländern der Buchdruckerei.

F. No. 23408.

F. 2.

11.



4290866 11 879/07
VIII. INTERNATIONALER SCHIFFFAHRTS-CONGRESS
PARIS — 1900

IV. FRAGE 4.

ELEKTRISCHE SCHLEPPSCHIFFFAHRT

AUF KANÄLEN

BERICHT

VON

C. KÖTTGEN

Oberingenieur, Berlin

PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

1900



III - 307056

BPK 12-157/2018

ELEKTRISCHE SCHLEPPSCHIFFFAHRT

AUF KANÄLEN

BERICHT

VON

C. KÖTTGEN

Oberingenieur, Berlin.

In den Berichten des letzten Schiffahrtskongresses in Brüssel war schon erwähnt, dass die Firma Siemens und Halske, Aktien-Gesellschaft Versuche betreffend die elektrische Schleppschiffahrt anstellen würde. Diese Versuche sind im Laufe des vorigen Jahres ausgeführt worden. Der Verfasser, welchem die Leitung derselben übertragen war, hatte hierbei reichlich Gelegenheit, die praktischen Bedürfnisse des Verkehrs auf Kanälen, sowie die Gesichtspunkte kennen zu lernen, welche für die Einführung der elektrischen Schleppschiffahrt maassgebend sind. Vor allem zeigte sich bei den Versuchen, dass, neben dem Hauptfordernis der Billigkeit der elektrischen Traktion, Betriebssicherheit und Einfachheit in der Bedienung sowohl für das Schiffpersonal wie für das Personal der Schleppschiffahrts-Gesellschaft, unerlässlich sind. Der Verfasser möchte deshalb diese Gesichtspunkte bei einem Vergleich der verschiedenen, bisher in Vorschlag gebrachten elektrischen Schleppschiffahrts-Systeme im Nachfolgenden näher beleuchten :

Vorher sei gestattet, kurz die von der Firma Siemens und Halske, Aktien-Gesellschaft angestellten Versuche, siehe auch : Elektrotechnische Zeitschrift 1899, Heft 31 : Dr. G. Klingenberg, elektrische Schleppschiffahrtsversuche mit dem System Lamb und dem System Köttgen, zu beschreiben.

Die Veranlassung zu denselben gab der Ankauf des Versuchsmaterials des elektrischen Schlepplsystems Lamb, durch eine der Firma Siemens und Halske nahestehende Privatperson. Diese hatte an die königliche preussische Regierung den Antrag gestellt, praktische Versuche mit diesem Material vorzunehmen. Die Regierung wiederum hat die Firma Siemens und Halske, Aktien-Gesellschaft um ihr Gutachten über die technische und wirtschaft-

liche Brauchbarkeit des Lamb'schen Systems. Bei dieser Gelegenheit wurden schon Bedenken gegen dasselbe von seiten dieser Firma geäußert und zugleich der königlichen Regierung ein neuer Vorschlag unterbreitet, welcher von dem Verfasser ausging. Es wurde hierauf beschlossen, beide Systeme zur Ausführung zu bringen und zu erproben, und zwar das Lamb'sche System auf einer Strecke von 300 Meter, für welche Länge das Material ausreichte und das neue System des Verfassers auf einer Strecke von 1000 Meter. Als Ort der Versuche wurde eine Strecke am Finowkanal bei Eberswalde bestimmt (Fig. 5); dieselbe wurde so ausgesucht, dass auf derselben die für Schleppschiffahrt charakteristischen Hindernisse, wie Brückenpassagen, Passieren einer Ladestelle, starke konkave und konvexe Krümmungen vorkamen.

Das Lamb'sche System (Fig. 6 u. 7) ist eine Drahtseilbahn nach Art der bekannten Otto'schen Drahtseilbahnen für Materialtransport. Längs des Kanals, in Höhe von 4 bis 5 Meter über dem Treidelweg, wird an Masten, welche einen Abstand von circa 50 Meter besitzen, ein starkes Drahtseil von 32 Millimeter Durchmesser ausgespannt. Auf diesem Drahtseil laufen kleine elektrische Lokomotiven, deren Elektromotoren mittels Zahnradvorgelegten Windtrommeln antreiben. Um diese Windtrommeln ist ein zweites Drahtseil von jedoch bedeutend geringerem Durchmesser und zwar von nur 16 Millimeter geschlungen. Dieses Drahtseil, welches ebenfalls ruht, legt sich auf aus Winkel-Eisen hergestellte Stützen, die an den einzelnen Masten befestigt sind und findet hier so viel Reibungswiderstand, dass die durch das Voranwinden der Lokomotive entstehende Zugkraft nach dem Erdboden übertragen werden kann. Nach der amerikanischen Original-Anordnung soll die Stromzuführung durch das starke Drahtseil, dessen Stützen isolierende Einlagen enthalten, geschehen und die Stromrückleitung durch das an Erde liegende Zugseil. Bei den Versuchen zeigte sich jedoch sehr bald, dass die Isolationsmaterialien in den Stützen nicht genügende Festigkeit besitzen, um die in dem Tragseil bei richtig eingestelltem Durchhang auftretenden sehr starken Kräfte Seilkraft bis zu 10 000 Kilogrammen aufzunehmen. Es brachen vielmehr sehr bald einzelne Isolationseinlagen, sodass man gezwungen war, eine besondere Kontaktleitung zu verlegen, von welcher aus nach Art des Strassenbahnbetriebes der Strom durch Kontaktrolle und Ruthe dem Motor der Lokomotive zugeführt wurde.

Ferner ergab sich bei den Versuchen, dass die schon erwähnten sehr grossen Kräfte, welche im Tragseil auftreten, viele praktische Schwierigkeiten bereiten. Diese Schwierigkeiten werden besonders in den Kurven sehr gross, da alsdann eine Horizontal-Komponente der Seilkräfte von einer Grösse bis zu 5000 Kilogramm auftritt. Diese Kraft wirkt am oberen Ende der Befestigungs-Masten, also an einem sehr grossen Hebelarm, und sucht die Masten nach dem Wasser hin, beziehungsweise vom Wasser fort zu ziehen. Es ist deshalb erforderlich, die Masten mit sehr starken Verankerungen, welche ihre Stützpunkte in dem anliegenden Terrain finden müssen, zu versehen.

In den Kurven stellte sich das Trageil je nach dem Kurvenradius unter einem gewissen Winkel ein. Es war deshalb nicht möglich, mit der Lokomotive solche Stellen zu passieren. Sollten die Kurven fahrbar gemacht werden, so müssen an den Kurvenmasten Façonstücke aus Eisen, beziehungsweise Stahl angebracht werden, welche einen gewissen Mindestradius garantieren, sodass die Lokomotive ohne Entgleisung passieren kann. Diese Façonstücke werden aber sehr umfangreich, also auch sehr schwer und kostspielig. Bei einem Winkel der beiden Seilstücke von zum Beispiel 150° , müssten diese Façonstücke eine Länge von circa 2,5 Meter erhalten.

Ferner sei erwähnt, dass die Versuche eine sehr starke Beanspruchung beider Seile ergaben. Das Trageil wird besonders stark beansprucht, wenn die Lokomotive eine Maststütze erreicht (siehe Fig. 6). Die Beanspruchung des Zugseiles rührt besonders von der scharfen Biegung desselben um die verhältnismässig kleine Windtrommel (600 Millimeter Durchmesser), sowie von dem Umstand her, dass sich das Zugseil wegen der schraubenförmigen Aufwicklung auf die Windtrommel ständig auf derselben verschiebt und somit abnutzt.

Diese verschiedenen Uebelstände zeigten sehr bald, dass dies System für eine praktische Ausführung nicht besonders geeignet ist. Es wurden deshalb die Versuche auch nicht weiter ausgedehnt.

Das zweite von der Siemens und Halske Aktien-Gesellschaft durchgeprobte Schlepsschiffahrtssystem besteht aus einer eigenartig durchgebildeten leichten Lokomotivbahn, welche sich auf dem Treidelweg selbst befindet (siehe Fig. 8 bis 13).

Das Charakteristische der Anordnung, ist die Gewichtsverteilung auf die verschiedene Räder der Lokomotive. Die Haupträder, welche von dem Elektromotor angetrieben werden, sind mit dem grösseren Theil des Gewichtes, circa 85 0/0 desselben belastet, und übertragen dasselbe auf die Hauptschiene. Diese Hauptschiene nimmt ferner die gesamte Zugkraft auf, sowie die für den Schlepsschiffahrtsbetrieb charakteristische, nach dem Wasser zu gerichtete Komponente der Zugkraft. Die zur Erzeugung der Stabilität der Lokomotive erforderlichen Nebenräder erhalten also nur eine verhältnismässig geringe Belastung. Dieselbe kann entweder unmittelbar ohne Zwischenfügen einer weiteren Schiene auf den Erdboden übertragen werden oder durch Einfügung einer Nebenschiene mittelbar auf denselben.

Der leitende Gesichtspunkt für diese Anordnung der ungleichen Gewichtsverteilung ist, möglichst wenig Terrain des Treidelweges für die Schlepsschiffahrtanlage in Anspruch zu nehmen. Im allgemeinen besitzen die Treidelwege eine Breite von circa 2 Meter. Die Hauptschiene wird nun an der dem Wasser fern liegenden Seite des Treidelweges verlegt und zwar circa 20 bis 30 Centimeter von der äusseren Seite desselben entfernt. Es bleibt also immer noch genügend Platz für den freien Verkehr auf den Treidelweg, besonders für den Gang der Treidelpferde.

Eine zweite Schiene wird man in der Regel dann verlegen, wenn es sich

um die Anlage einer elektrischen Schleppschiffahrtseinrichtung an einem vollständig neuen Kanal handelt. In diesem Falle wird die Anlage der zweiten Schiene noch billiger zu stehen kommen wie die Chaussierung des Treidelweges. Auch hat man bei einem neuen Kanal nicht mit dem Vorhandensein von Treidelpferden zu rechnen, da ja die elektrische Schleppschiffahrtsanlage das Aufkommen dieses Schleppmodus nicht zulassen wird.

Die ungleiche Gewichtsverteilung besitzt ausserdem den weiteren Vorzug der Erhöhung der Stabilität der Lokomotive gegenüber dem bei Schleppen auftretenden nach dem Wasser hin gerichteten Kräften.

Der Schlepplokomotive wird der elektrische Strom durch eine dem Strassenbahnbetrieb nachgebildete Kontaktrolle mit Ruhe von einer Kontaktleitung aus zugeführt, welche an der äusseren Seite des Treidelweges circa 4 Meter über dem Erdboden an Masten ausgespannt ist.

Die mit diesem System angestellten Versuche brachten ein in jeder Beziehung befriedigendes Resultat. Im Anfang war die Hauptschiene mit einer Zahnstange versehen, durch welche bei möglichst leichtem Gewicht der Lokomotive eine möglichst hohe Zugkraft erreicht werden sollte. Diese Anordnung war mit Rücksicht auf Vorschläge, welche für den Betrieb des Brüsseler Seekanals bestimmt waren, veranlasst worden. Bei diesem Kanal handelt es sich um äussergewöhnlich hohe Zugkräfte, sodass die Anordnung einer Zahnstange gewisse Vorteile versprach. Das Arbeiten der mit Zahnradbetrieb versehenen Lokomotive befriedigte vollkommen. Es zeigte sich jedoch nach Abnahme der an der Lokomotive angebrachten, in die Zahnstange eingreifenden Zahnkränze, dass das Gewicht der Lokomotive vollkommen ausreichte, um die für den Verkehr auf dem Finowkanal benötigten Zugkräfte zu liefern. Es wurde deshalb fernerhin bei den Versuchen der Betrieb ständig ohne Zahnstange, also nur mit reiner Adhäsionswirkung durchgeführt, und kann diese Anordnung allgemein als normal angesehen werden.

Die verschiedenen auf der Versuchsstrecke vorhandenen Hindernisse boten dem Schleppbetrieb keine Schwierigkeiten. Die in den konkaven und konvexen Kurven auftretenden Seitenkräfte wurden anstandslos von dem Geleise aufgenommen. Um die Brückenpassagen zu erleichtern, war die Lokomotive mit 2 Hilfsrollen versehen, welche sich circa 1 Meter oberhalb der Hauptschiene befanden, und welche sich bei Brückenpassagen gegen eine seitlich angebrachte Hilfsschiene stützen (siehe Fig. 12). Es ist alsdann möglich, die Nebenräder frei in der Luft laufen zu lassen, sodass nur wenig von den Brückenprofilen durch die Anbringung des Geleises versperrt wird. Um das Passieren der Schlepplokomotive an Ladestellen, wie sie an Kanälen häufig vorkommen, zu zeigen, war aus eingerammten Pfählen die in Fig. 13 dargestellte Laderampe gebaut. Die beiden Steigungen dieser Laderampe besitzen eine Neigung von 1 : 8. Dieselben wurden ohne Schwierigkeiten von der Lokomotive auch bei Adhäsionsbetrieb und bei regnerischem Wetter überwunden.

Das Zugseil, welches von der Lokomotive nach dem Treidelbaum des Schiffes geht, ist circa 1 Meter über dem Erdboden an der Lokomotive befestigt. Diese Höhe, welche übrigens dem Betrieb mit Pferden entspricht, genügt im allgemeinen vollkommen, um am Ufer befindliche Hindernisse, wie still liegende Schiffe, u. s. w. zu überwinden. Sollte einmal der Treidelweg sehr tief liegen und andererseits ein unbeladenes Schiff sehr hoch am Ufer hervorragen, so wird das Schleppseil an einem zweiten Haken, der sich circa 2 Meter über dem Erdboden befindet, für eine solche kurze Strecke von 30 bis 40 Meter befestigt.

Die bei den Versuchen verwandte Lokomotive war gebaut für eine Zugkraft von 600 Kilogramme bei einer Geschwindigkeit von 4, 5 Kilometer per Stunde. Bei dieser Schleppgeschwindigkeit war dieselbe im Stande, 3 vollbeladene Finowkähne von 150 bis 170 Tonnen Tragfähigkeit zu schleppen oder 2 vollbeladene und 2 leere. Der in die Lokomotive eingebaute Gleichstrommotor mit Hauptstromwicklung besitzt eine mittlere Leistung von circa 12 P.S. Bei Leerfahrt der Lokomotive, also bei geringer Belastung des Hauptstrommotors, vergrößert derselbe ohne weiteres seine Geschwindigkeit. Es wurde bei Leerfahrt eine solche von 8 bis 10 Kilometer per Stunde erreicht.

Für den Lokomotivführer ist in der Mitte der Lokomotive ein nach dem Wasser zgerichteter Sitz angebracht, von welchem aus der Lokomotivführer sowohl die von ihm gezogenen Schiffe, wie auch die entgegenkommenden in aller Ruhe beobachten kann. Zur Linken des Lokomotivführers befindet sich ein Griff zur Bedienung des elektrischen Anlass- und Regulierapparates und zur Rechten ein Griff für die mechanische Bremse.

Nachdem im Vorhergehenden diese beiden bisher in Berichten zu den Internationalen Schifffahrts-Congressen noch nicht behandelten Systeme beschrieben worden sind, sei gestattet kurz einen Rückblick auf die bisher vorgeschlagenen, beziehungsweise erprobten Systeme (Fig. 1 bis 4) zu werfen. Als unterscheidendes Merkmal möge das Stützmittel dienen, welches die einzelnen Systeme verwenden, um die beim Schleppen entstehende Zugkraft auf den festen Erdboden zu übertragen.

Bei dem von der Siemens und Halske Aktien-Gesellschaft erprobten Lamb'schen System besteht dieses Stützmittel in einem Drahtseil und bei dem zweiten erprobten System der Einschienenbahn, in einer gewöhnlichen, jedoch leichten Eisenbahnschiene. Das bekannte System Bovet benutzt zur Uebertragung der Stützkraft eine Kette, das System von Thwaité und Cawley, welches im *The Electrician*, 21. Oktober 1898, beschrieben ist, einen Z-förmigen eisernen Träger. Das System des Schraubensteuers von Galliot beziehungsweise Büsser, verwendet das Kanalwasser als Stützmittel und das bekannte elektrische Pferd von Galliot-Denèfle den Treidelweg selbst ohne Vermittlung irgend welcher Schiene.

Es kommen also für den Vergleich folgende sechs Anordnungen in Betracht :

1. Kettentauerei, System Bovet, Figur 1.
2. Schraubensteuer, System Galliot-Büsser, Figur 2.
3. Seilbahn, System Lamb, Figur 6 und 7.
4. Trägerbahn, System Thwaite-Cawley, Figur 5.
5. Treidelweg-Dreirad, System Galliot-Denèfle, Figur 4.
6. Einschienenbahn, Figur 8 bis 15.

Die Figuren 1 bis 4 stellen die einzelnen Systeme Bovet, Galliot-Büsser, Thwaite-Cawley und dasjenige des cheval électrique von Denèfle dar.

Bei der Kettentauerei, System Bovet, erhält jeder Kahn eine kleine elektrisch betriebene Windevorrichtung, deren Kettentrommel die auf der Kanalsole ausgelegte Kette aufnimmt. Wird nun die Kettentrommel durch den Elektromotor in Umdrehung gesetzt, so zieht sich das Schiff an der Kette voran. Diese Anordnung entspricht im allgemeinen den auf Flüssen häufig angewandten Einrichtungen. Damit jedoch die Beanspruchung und die Abnutzung der Kette, welche bei kalibrierter Ketten-Trommel auftreten, fortfallen, stellt Bovet diese Ketten-Trommel mit einem glatten Umfang her und erreicht die Haftung der Kette an der Trommel durch Magnetisierung der Trommel und der einzelnen Kettenglieder. Die Stromzuführung zu dem Schiff geschieht vom Lande aus, wo eine Kontakt-Leitung verlegt wird, mit Hilfe einer je nach der Breite des Kanales verschieden langen Kabelleitung mit Schleifkontakt.

Bei dem Schraubensteuer-System Galliot-Büsser muss jedes Schiff sein gewöhnliches Steuer gegen ein besonderes auswechseln, welches eine durch einen Elektromotor betriebene Schraube besitzt. Auch bei diesem System muss die Stromzuführung vom Land aus durch verhältnismässig lange Schleppkabel bewirkt werden.

Die Trägerbahn, System Thwaite und Cawley gleicht in ihrer Gesamt-Anordnung dem Lamb'schen System, da bei derselben ebenfalls ein 4 bis 5 Meter über dem Erdboden an Masten verlegtes Stützmittel verwandt wird. Hier besteht das Stützmittel jedoch aus Z-förmigen eisernen Trägern von vielleicht 50 Meter Höhe. Bei dem verhältnismässig grossen Gewicht der Träger muss man die Masten in Abständen von ungefähr 10 Meter aufstellen. Die an den Trägern entlang laufenden Schlepplokomotiven übertragen ihre Zugkräfte durch reine Adhäsion auf die Träger. Damit das Gewicht der Lokomotiven für den Adhäsions-Betrieb möglichst zur Geltung kommt, sind die Adhäsions-Räder, welche auf verschiedenen Seiten des Trägers pressen, so dicht bei einander angebracht, dass unter Berücksichtigung der sich ergebenden Hebelarme, das Gewicht der Lokomotive für den Anpressungsdruck ungefähr verdreifacht wird.

Das Treidelweg-Dreirad, System Galliot-Denèfle ist hinreichend bekannt. Dasselbe besteht aus einem mit einem Elektromotor verbundenen lenkbaren Wagen, welcher von einer längs des Treidelweges ausgespannten Kontaktleitung Strom empfängt und sich unmittelbar ohne Vermittlung irgend einer Schiene auf dem Treidelwege bewegt.

Es dürfte vielleicht interessieren, die Gründe kennen zu lernen, welche zu der Konstruktion der Einschienebahn geführt haben :

Schon im Vorangegangenen haben wir als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal für die einzelnen Systeme das Stützmittel bezeichnet, welches längs des ganzen Kanales erforderlich ist, um die Schleppkraft auf den Erdboden zu übertragen. Ausser diesem Stützmittel bestehen die elektrischen Schleppschiffahrtseinrichtungen noch aus zwei weiteren Teilen und zwar den eigentlichen Traktionsvorrichtungen mit Elektromotoren, sowie der Stromabnahmevorrichtung und den elektrischen Energie-Erzeugungsstationen.

Bei der Erwägung, wie ein rationell arbeitendes Schleppschiffahrts-System anzulegen sei, ist vor allem darauf zu achten, dass die Anlagekosten nicht zu hoch werden, dass der Wirkungsgrad des Systems ein guter ist, da sonst die Anlagekosten des dritten Teiles der Schleppschiffahrtsanlage, der Stromabnahmevorrichtung mit Energie-Erzeugungs-Stationen zu gross werden und auch zu viel Brennstoff verbraucht wird, sowie, dass eine genügend grosse Betriebssicherheit der ganzen Anlage vorhanden ist.

Der Verfasser sagte sich nun, dass die Benutzung des Kanalwassers oder des Treidelweges als Stützmittel zwar willkommen sei, da ja solche Stützmittel kein besonderes Anlagekapital erfordern. Zu gleicher Zeit aber war zu berücksichtigen, dass durch Verwendung dieser Stützmittel der Wirkungsgrad nicht unbeträchtlich herabgesetzt wird und dass auch beträchtliche jährlich wiederkehrende Reparaturen durch die Verwendung solcher Stützmittel herbeigeführt werden. Die Benutzung einer Kette oder eines Drahtseiles schien dem Verfasser aber nicht betriebssicher und einfach genug. Gerade Betriebssicherheit und Einfachheit sollten erreicht werden und deshalb schien es naheliegend als Stützmittel einen einzig massiven Eisenstab zu verwenden, welcher längs des ganzen Kanales in möglichst einfacher Weise mit dem Erdboden verbunden wird. Ein solcher Eisenstab ist gegeben in Form der allgemein üblichen Eisenbahnschiene. Zu gleicher Zeit wurde der Verfasser durch diese Erwägung darauf gebracht, eine Schiene zu verwenden, die bei diesem speziellen Verwendungszweck ja bedeutende betriebstechnische Vorteile bietet.

Zwar verwenden Thwaite und Cawley ebenfalls Eisenstäbe und zwar in Form von Z-Trägern. Diese sind aber so schwer und ihre Verbindung mit dem Erdboden in Form der schweren Mast-Konstruktionen so schwierig, dass sich die Verwendung dieser Anordnung ohne weiteres mit Rücksicht auf die Anlagekosten verbot.

Die Besprechung der Gesichtspunkte, welche für den Vergleich massgebend sind, soll in der Reihenfolge geschehen, dass zuerst die Wirkungsgrade der einzelnen Systeme behandelt werden, alsdann die Anlagekosten, ferner die Bedienungskosten, die Möglichkeit von Betriebsstörungen, die Störungen, welche der übrige Treidelverkehr erleidet und zuletzt die Frage, inwieweit durch die einzelnen Systeme die Gewohnheiten der Schiffer geändert werden.

WIRKUNGSGRAD

Maassgebend für die Beurteilung der Wirkungsgrade der einzelnen Systeme sind die Verluste, welche von der unmittelbar ausgeübten Zugkraft bis zur Arbeit an der Welle des Elektromotors entstehen. Die ferneren Verluste von der Motorwelle bis zur Stromabnahmevorrichtung und von dieser bis zur Primärstation werden durch das Wesen der einzelnen Systeme nicht beeinflusst, brauchen also beim Vergleich derselben nicht berücksichtigt zu werden.

Schon im Vorhergehenden ist gesagt worden, dass diejenigen Systeme, welche sich eines natürlichen Stützmittels bedienen, also die Schraube, sowie das unmittelbar auf dem Treidelweg laufende Dreirad einen schlechteren Wirkungsgrad besitzen, wie die übrigen.

Diese letzteren Systeme, also die Kettentauerei Bovet, die Seilbahn Lamb, die Trägerbahn Thwaite und Cawley, sowie die Einschienenbahnarbeiten mit einem Wirkungsgrade, gemessen von der Motorwelle bis zur ausgeübten Zugkraft, von 70 bis 85 Procent. Dem gegenüber steht ein Wirkungsgrad der Schraube von im allgemeinen 25, höchstens 50 bis 55 Procent. Diese niedrigen Werke erklären sich dadurch, dass die für Kanalschleppen benutzten Schrauben eine verhältnismässig sehr geringe Geschwindigkeit besitzen. Die Schleppgeschwindigkeit in Kanälen wird man im allgemeinen zu 5 bis 4 Kilometer per Stunde annehmen. Diese Zahlen sind aber gegenüber anderen Verwendungsarten der Schraube zum Beispiel der bei Torpedobooten, bei welchen Geschwindigkeiten von 55 bis 40 Kilometer per Stunde normale sind, sehr gering. Auch überträgt die Schraube für Kanalschleppzwecke nur geringe Leistungen, wodurch ebenfalls wieder der Wirkungsgrad herunter gesetzt wird. Es ist eben nötig, die Schrauben mit ganz flacher Steigung, entsprechend der geringen Geschwindigkeit, zu bauen. Hierdurch ist aber verhältnismässig viel Wasserreibung bedingt, sowie viel verlorene Wasserbewegung, um die Stützkraft für die Fortbewegung zu erreichen. Es ist deshalb nicht leicht, den Wirkungsgrad solcher Schrauben weit über 25 Procent zu steigern. Eine solche Steigerung dürfte überhaupt nur durch sehr umfangreiche, also zeitraubende und kostspielige Versuche auf empirischer Basis zu erreichen sein. Vielleicht ist es alsdann möglich, die Wirkungsgrade bis auf 50 bis 55 Procent zu bringen.

Es sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass es aus konstruktiven Rücksichten wohl nötig sein wird, zwischen der Schraubenwelle und der Motorwelle eine Uebersetzung hinzufügen und zwar, um den Elektromotor zugänglich zu erhalten, da derselbe im anderen Falle 1 1/2 bis 2 Meter unterhalb der Wasseroberfläche angebracht werden müsste. Durch diese Uebersetzung werden aber wiederum Verluste von 5 bis 8 Procent entstehen.

Die Verluste, welche die anderen Systeme aufweisen, zerfallen in zwei

Teile : in diejenigen, welche durch die verschiedenen Uebersetzungen zur Reduktion der Tourenzahl des Elektromotors bedingt sind, und in diejenigen, die durch den Mechanismus zur Uebertragung der Zugkraft erzeugt werden.

Die Verluste durch die Uebersetzungen steigern sich natürlich mit der Zahl derselben. Bei grösseren Motoren, das heisst solchen von 10, 15 und auch 20 P. S. Leistung wird man im allgemeinen mit 2 Uebersetzungen auskommen, während bei kleineren Motoren von 5 und 7 P. S. Leistung 3 Uebersetzungen erforderlich sein werden. Als Uebersetzung wird man wohl zweckmässigerweise stets Räderpaare wählen, sodass sich Verluste ergeben, die je nach der Zahl der Uebersetzungen und je nach der Ausführung der Räderpaare zwischen 10 und 20 Procent schwanken.

Der Wirkungsgrad der Mechanismen zur Uebertragung der Stützkraft ist bei allen Systemen, bis auf dasjenige des Denëfle'schen Dreirades, verhältnismässig gut. Sowohl die Kette des Systems Bovet, wie die Seiltrommel des Lamb'schen Systems, die Adhäsionsräder des Trägersystems Thwaite-Cawley und der Einschienenbahn werden mit Verlusten arbeiten, die zwischen 7 bis 10 Procent schwanken. Ungünstiger jedoch liegen die Verhältnisse bei dem Denëfle'schen Dreirad. Beim Rollen der Treibräder desselben unmittelbar auf dem rauhen Treidelwegen entstehen verhältnismässig grosse Verluste. Es findet nicht nur ein einfaches Rollen statt, sondern die Treibräder, welche die doch ziemlich bedeutende Zugkraft auf den Erdboden zu übertragen haben, suchen die einzelnen Teile der Oberfläche rückwärts zu treiben und erzeugen so verlustbringende Reibungen. Die durch diese Art des Arbeitens entstehenden Kraft-Verluste geben sich übrigens auch dadurch kund, dass der Treidelweg und auch die Dreiräder selbst mehr oder weniger stark angegriffen werden.

Sind die Verluste des Denëfle'schen Dreirades auch nicht übermässig von denjenigen der anderen Systeme verschieden, so muss dieses doch für das Schraubensteuer constatirt werden. Die hier auftretenden Verluste sind so enorm, dass es notwendig ist, zum Betrieb der Schraubensteuer zwei bis drei mal mehr Energie zu erzeugen, wie es bei den anderen Systemen notwendig wäre. Dieser schwerwiegende Unterschied gibt sich nicht nur in den erhöhten Betriebskosten kund, sondern vor allem auch in dem bedeutend höheren Anlagekapital für den dritten Teil der Schleppschifffahrtsanlage nämlich für die Leitungsanlage und die Energieerzeugungs-Stationen. Aus den Zahlen, die im nachfolgenden bei Besprechung der Höhe der Anlagekosten gegeben werden, geht hervor, dass hierdurch die Einführung dieses Systemes sich überhaupt verbieten dürfte.

ANLAGEKOSTEN

Es sei vorweg bemerkt, dass bei der Besprechung der Anlagekosten der einzelnen Systeme nicht der Gesichtspunkt aus den Augen gelassen werden darf, dass nicht allein die Anlagekosten zu berücksichtigen sind, sondern auch die jährlich wiederkehrenden Beträge für Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten, sowie für Reparaturen. Erst diese Zahlen geben ein richtiges Bild darüber, ob die Anlagekosten wirtschaftlich zu hoch sind oder nicht.

Zuerst wurde untersucht, welche Systeme eingleisig ausgebaut werden können und bei welchen Systemen es erforderlich ist, zwei Geleise anzuordnen.

Führt man das Stützmittel nur eingleisig längs des Kanals aus, so ist natürlich ein Kreuzen der Schlepplokomotiven nicht möglich. Die Schlepplokomotiven werden vielmehr auf einer bestimmten Strecke hin und herpendeln und jedesmal die von ihnen bisher geschleppten Schiffe austauschen. Voraussetzung für diese Art des Betriebes ist natürlich, dass das Austauschen der geschleppten Schiffe, welche je nach der Stärke des Verkehrs in einer Stunde 2, 3, 4 mal statt findet, nicht zu grosse Schwierigkeiten bereitet.

Solche Schwierigkeiten sind aber zum Beispiel bei der Kettentauerei zu erwarten; denn hier ist es die unhandliche Kette, welche von den Kettenrollen der beiden sich begegnenden Schiffe abzunehmen ist. Alsdann sind die Schiffe in ihrer Lage um einige Meter zu verschieben, um die Kette wieder aufzulegen. Diese Manipulationen sind nicht leicht durchzuführen, besonders, da bei Kettentauerei jedesmal nur ein Schiff fährt und nicht Schleppzüge von zwei oder mehr Schiffen, also die Manipulationen häufig wiederkehren. Man muss daher bei Kettentauerei wohl mit einem zweigleisigen Stützmittel, das heisst mit zwei Ketten rechnen.

Bei den beiden hochgehenden Systemen Lamb und Thwaite-Cawley haben die Konstrukteure eine Bedienung der Lokomotive von dem jeweilig geschleppten Schiffe aus durch das sowie so vorhandenen Schiffspersonal in Aussicht genommen, um besonderes Bedienungspersonal für die Lokomotive zu ersparen. Sobald eine solche Anordnung acceptiert werden soll, ist es natürlich nicht möglich, mit einem Geleise auszukommen, da alsdann das Austauschen der Treidelleine, sowie vor allem der Stromabnahme- und Motor-Reguliorrichtung von Schiff zu Schiff praktisch kaum durchzuführen sein dürfte. Also auch diese beiden Systeme müssen zweigleisig angelegt werden.

Bei der Einschienenbahn jedoch ist eine eingleisige Ausführung ohne weiteres möglich. Die Lokomotiven derselben mit dem Bedienungspersonal bewegen sich auf flacher Erde; bei Kreuzungen fahren dieselben bis dicht vor einander, die Führer haben nur die Treidelleinen auszutauschen und können alsdann wieder in entgegengesetzter Richtung abfahren. Ein Zusam-

menstoss der Schiffe, beziehungsweise ein Verwickeln der Treidelleine, welches ja unter Umständen zeitraubende Störungen bringen könnte, ist nicht zu befürchten, da im Moment des Austauschens der Treidelleine die beiden geschleppten Schiffe, beziehungsweise Schiffszüge noch circa 70 bis 90 Meter, entsprechend der doppelten Länge je einer Treidelleine, von einander entfernt sind.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse bei dem Schraubensteuer und dem Denèfle'schen Dreirad. Bei beiden Systemen, welche das natürliche Stützmittel verwenden, braucht überhaupt kein Austausch statt zu finden, da die Fahrzeuge ohne weiteres aneinander vorbeifahren können. Allerdings ist erforderlich, dass die Kontaktleitungen zweigleisig ausgeführt werden, da sonst ein Austauschen der Kontakt-Vorrichtungen stattfinden müsste. Hierdurch ist natürlich ebenfalls eine Erhöhung des Anlagekapitals bedingt. Allerdings besitzt man dann den Vorzug, dass man ohne weiteres die nach verschiedenen Richtungen gehenden Schleppvorrichtungen an verschiedener Seite des Kanals fahren lassen kann.

Letzte Anordnung bietet ja gewisse Vorzüge, obgleich sie für den Schleppverkehr nicht unbedingt erforderlich ist. Bei eingeleisiger Ausführung werden eben die einzelnen Schlepplokomotiven alle zwanzig bis dreissig Minuten umkehren, nachdem sie ihren Schleppzug der entgegenkommenden Lokomotiven übergeben haben. Steigert sich der Verkehr auf einem Kanal, so ist natürlich die Rentabilität einer solchen Anlage so gesichert, dass man auch ohne Bedenken die Ausführung eines zweiten Gleises vornehmen kann.

Ueber die Anlagekosten, welche bei den einzelnen Systemen für das Stützmittel erforderlich sind, ergibt sich folgendes Bild :

Am grössten werden diese Kosten bei der Trägerbahn des Systems Thwaite-Cawley. Die zur Verwendung gelangenden Z-Träger müssen mindestens ein Gewicht pro laufenden Meter von 40 Kilogramm erhalten, besser noch dürfte ein solches von 50 bis 70 Kilogramm sein. Dieses Gewicht ist aber sehr hoch, was schon daraus hervorgeht, dass die Hauptschiene der Einschienenbahn nur 9 bis höchstens 15 Kilogramm zu wiegen braucht. Nun kommt noch hinzu, dass diese verhältnismässig schweren Träger, an denen nicht nur senkrechte, sondern auch seitlich gerichtete Kräfte wirken durch Masten mit dem Erdboden zu verbinden sind. Diese Masten müssen mindestens alle 10 bis 12 Meter angebracht werden und sehr stark sein. Auch ist zu befürchten, dass die Standfestigkeit der Masten durch den Betrieb leiden wird, so dass ebenso wie bei dem Lamb'schen System beständig Reparaturkosten für dieselben aufzuwenden sein werden.

Nicht ganz so ungünstig liegen die Verhältnisse bezüglich der Anlagekosten bei dem Stützmittel des zweiten hochgehenden Lamb'schen Systems. Das hier verwandte Drahtseil wird zwar ein ganz Theil weniger kosten wie die schwere Trägerbahn, dafür aber muss wieder mit einem bedeutend schnelleren Verschleiss, also mit einer bedeutend höheren Amortisations-

quote gerechnet werden. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass die Lebensdauer der Seile, welche aus einer grösseren Zahl einzelner Drähte bestehen, vor allem des Zugseiles, welches Einzeldrähte von nur 1 Millimeter Durchmesser besitzt, nicht gross sein kann.

Der Abstand der Masten des Lamb'schen Systems wird zwar im allgemeinen auf geraden Strecken 50 Meter betragen dürfen. Nur bei Kurven und bei Brückenpassagen muss der Abstand zweckmässigerweise reduziert werden. Die Versuche am Finowkanal haben aber gezeigt, dass bei den grossen Kräften, die im Tragseil auftreten, eine ganz vorzügliche, daher auch kostspielige Verankerung der Masten durchzuführen ist. Eine solche Verankerung hat aber noch den weiteren Nachtheil, dass das Terrain der Anlieger am Kanal in Anspruch genommen werden muss und daher Entschädigungen diese Anlieger zu zahlen sind. Diese Entschädigungen dürften sehr unangenehm empfunden werden, da es schwer sein wird, die Verhandlungen mit so vielen Personen zu einem zufriedenstellenden Ende zu führen.

Die Anlagekosten des Kettentauerei-Systems und des einschienigen Geleises für die Einschienienbahn dürften sich so ziemlich die Wage halten. Andererseits jedoch ist die Lebensdauer dieser beiden ganz verschiedenartigen Konstruktionselemente nicht gleich gross. Man wird bei der Kette mit einer bedeutend geringeren Lebensdauer zu rechnen haben und auch mit hin und wieder auftretenden Reparaturen. Auch sei darauf hingewiesen, dass bei Neubau von Kanälen die Anlage des Geleises für die Einschienienbahn kaum so teuer zu stehen kommen wird, wie die Ausführung eines gut chausseierten Treidelweges, wie er bisher an den Kanälen vorgesehen worden ist. Auch wird später im Betrieb die Unterhaltung des Schienenweges kaum mehr, sehr wahrscheinlich weniger Kosten verursachen, wie die gute Instandhaltung eines stark frequentirten Treidelweges.

Die beiden übrigen Stützmittel, das Kanalwasser, beziehungsweise der Treidelweg an sich, erfordern ja kein Anlagekapital. Hier ist jedoch wieder zu bedenken, dass jährlich wiederkehrende Ausgaben für Reparaturen erforderlich sind. Die durch die mit starker Wasserbewegung arbeitenden Schrauben herbeigeführten Beschädigungen der Kanalsohle, beziehungsweise die Beschädigungen, die die stark belasteten Treibräder des *cheval électrique* dem Treidelwege zufügen, werden zwar im allgemeinen nicht unmittelbar diejenige Person treffen, welche die elektrische Schleppleinrichtung betreibt, sondern die Verwaltung des Kanales selbst. Trotzdem sind dieselben aber bei der Beurtheilung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Systeme zu berücksichtigen.

Die Kosten der Traktionsvorrichtungen differieren bei den verschiedenen Systemen nicht übermässig stark von einander. Im allgemeinen kann gesagt werden, dass diese Kosten um so höher werden, je kleiner der verwandte Elektromotor ist; denn einmal werden mehr Traktionsvorrichtungen erforderlich sein, und andererseits wird der Anlagepreis einer Traktionsvorrichtung im Verhältniss um so teurer, je kleiner die Leistung ist. Diese

Kosten werden also grösser bei der Kettentauerei, dem Schraubensteuer, dem Lamb'schen System und der Trägerbahn von Thwaite-Cawley, denn diese Systeme erfordern ihrer konstruktiven Eigenart wegen kleine Motoren. Am wirtschaftlichsten sind in dieser Beziehung die Systeme des Denëfle'schen Dreirades sowie der Einschienenbahn. Letzteres dürfte am günstigsten sein, da die Traktionseinheiten dieses Systems verhältnismässig gross gewählt werden können und ausserdem sehr einfach und leicht in der Konstruktion ausfallen. Auch hier ist wieder der Gesichtspunkt der jährlich wiederkehrenden Reparaturen zu berücksichtigen; denn diese werden wegen des stossweisen Ganges bei dem Dreirad des Denëfle'schen Systems bedeutend höher sein wie bei der ruhig auf der Schiene dahin laufenden Lokomotive der Einschienenbahn. Die Summe der jährlichen Reparaturen für das elektrische Dreirad sowie für den durch dieses Dreirad beschädigten Treidelweg, sowie die Mehrkosten für den durch den schlechten Wirkungsgrad des Dreirades bedingten Mehraufwand an Energie sind ein ganz Teil höher wie die nur geringen Reparaturkosten für die Lokomotive und das Geleise der Einschienenbahn.

Bezüglich der Zahl der Traktionsvorrichtungen, die bei einem bestimmten Verkehr erforderlich sind, muss noch auf den Umstand hingewiesen werden, dass diese Zahl bei denjenigen Systemen, bei welchen die Traktionsvorrichtungen mit den Schiffen unmittelbar verbunden werden, also bei der Kettentauerei und dem Schraubensteuer, verhältnismässig grösser werden muss. Die Fahrzeuge werden eben auch dann, wenn sie still liegen, das heisst vor den Schleusen und beim Durchschleusen, beziehungsweise bei eventuellen Aufenthalt, die Traktionsvorrichtung, die dann nicht benutzt wird, bei sich behalten. Bei den anderen Systemen ist dies nicht nothwendig, da die Traktionsvorrichtung auch in diesen Pausenarbeiten, zum Beispiel beim Durchschleusen der Schiffe ohne weiteres Weitertransport der schon fertiggeschleusten Schiffe übernehmen kann.

Die Anlagekosten für die Stromabnahme Leitungs- und Erzeugungsanlage sind einzig und allein abhängig von dem Wirkungsgrade der einzelnen Systeme. Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, dass der sehr schlechte Wirkungsgrad des Schraubensteuers eine ganz unverhältnismässig hohe Steigerung der Anlagekosten der Stromlieferungsanlage für dieses System bedingt. Da der Wirkungsgrad bei den anderen Systemen nicht stark von einander variiert, so werden auch die Kosten für die Stromlieferungsanlagen sich nicht sehr von einander unterscheiden. Bei dem Denëfle'schen System sowie bei den anderen, welche mit kleineren Motoren und daher mit etwas schlechterem Wirkungsgrad arbeiten, werden die Kosten etwa 10 bis 15 Procent höher sein, wie bei der Einschienenbahn.

Bei der Beurteilung der Kosten für die Stromlieferungsanlagen muss ferner berücksichtigt werden, welche Systeme eine Benutzung des Stützmittels als Stromrückleitung gestatten. Es sei jedoch bemerkt, dass eine solche Benutzung nur bei Gleichstrom durchführbar erscheint, da bei Drehstrom die

eisernen Stützmittel wegen der auftretenden Induktionserscheinungen Stromleitungsschwierigkeiten verursachen und ausserdem empfindliche Telephonstörungen zu befürchten sind. Auch wird bei Drehstrom die Sicherheit des Bedienungspersonals durch Anlage einer besonderen dritten Kontaktleitung erhöht.

Die Benutzung des Stützmittels als Stromrückleitung bei Gleichstrom ist ohne weiteres möglich bei dem Lamb'schen System, der Trägerbahn von Thwaite-Cawley und der Einschienenbahn. Bei dem Denèfle'schen Dreirad ist jedoch kein stromleitendes Stützmittel vorhanden, es muss also auf alle Fälle eine zweite Kontaktleitung verlegt werden. Bei der Kettentauerei und dem Schraubensteuer ist man leicht geneigt, das Kanalwasser als Rückleitung anzunehmen. Dies ist jedoch nicht zulässig, da das Kanalwasser bei den in Frage kommenden grossen Distanzen von mehreren Kilometern Länge nicht genügende Leitungsfähigkeit besitzt. Das Wasser wird zwar auf 50 bis 100 Meter genügend leiten und könnte man alsdann den Strom durch in das Wasser gesenkte Aufangeplatten, die mit einer Erdleitung verbunden sind, übertragen. Diese Anordnung dürfte aber praktisch ebenso teuer werden und grössere Schwierigkeiten bereiten, wie eine besondere zweite Kontaktleitung.

Durch diesen Umstand werden also die Anlagekosten sowohl bei dem Denèfle'schen System, wie bei der Kettentauerei und dem Schraubensteuer etwas erhöht.

Um einen Ueberblick darüber zu geben, wie gross die Kosten für die einzelnen Teile einer vollständigen Schlepp-Einrichtung werden, folgt eine kleine Tabelle, in welcher die Anlagekosten pro 1 Kilometer Kanallänge für das System der Einschienenbahn angegeben sind. Die Kosten beziehen sich auf zwei verschiedene Kanalarten, einmal auf Kanäle nach Art der französischen mit Schiffen von einer maximalen Tragfähigkeit von circa 500 Tonnen und zweitens auf Kanäle nach Art der neuen preussischen, deren Schiffe eine maximale Tragfähigkeit von 750 Tonnen besitzen. Die Kosten sind angegeben für verschieden grossen Verkehr auf diesen Kanälen. In der Rubrik für den Verkehr von 10 Millionen Tonnen auf dem grösseren Kanal ist das Anlagekapital für zwei Geleise eingesetzt.

	ANLAGEKOSTEN IN MARK PRO 1 KILOMETER LÄNGE									
	KANAL NACH ART DER FRANZÖSISCHEN MAX. 500 TONNEN LADUNG pro Schiff.						DER NEUEN PREUSSISCHEN MAX. 750 TONNEN LADUNG pro Schiff.			
Verkehr in Tonnen pro Jahr	0,6	»	1,2	»	1,8	»	5,5	»	10,0	»
	Mill.		Mill.		Mill.		Mill.		Mill.	
Im Verhältnis . . .	1	»	2	»	5	»	1	»	2,85	»
Kosten :										
1. des Stützme- diums	6,400	45 %	6,400	55 %	6,400	27 %	10,400	55 %	20,800	54 %
2. der Traktions- vorrichtungen . .	2,100	14 %	4,000	21 %	5,900	25 %	6,000	19 %	11,200	19 %
5. der Stromliefe- rungs-Anlage . .	6,400	45 %	8,900	46 %	11,200	48 %	14,800	48 %	28,500	47 %
Summe der Kosten.	14,900	»	19,300	»	23,500	»	31,200	»	60,500	»
Im Verhältnis . . .	1	»	1,5	»	1,57	»	1	»	1,95	»

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Kosten der Stromlieferungsanlage ungefähr die Hälfte der gesamten Kosten ausmacht. Hieraus folgt, wie wichtig es ist, auf möglichst hohen Wirkungsgrad der Traktions-Vorrichtungen zu sehen.

Die Kosten dieser Vorrichtungen selbst steigen natürlich proportional mit dem Verkehr, während die Kosten für das Stützmittel bei schwachem Verkehr mehr in die Wagschale fallen, wie bei stärkerem Verkehr. Es geht aber aus der ersten Spalte hervor, dass diese Kosten durchaus nicht den Ausschlag geben auch schon deshalb nicht, weil für die Wirtschaftlichkeit nicht die Anlagekosten, sondern die Amortisations- und Reparatur-Kosten maassgebend sind.

BEDIENUNGSKOSTEN

Bei dem Vergleich der Bedienungskosten der verschiedenen Systeme, ist nur das Personal für die Traktionsvorrichtungen zu berücksichtigen, da dasjenige für die Energie-Erzeugungsstationen sowie zur Revision der Leitungen und der Geleise bei den verschiedenen Systemen fast gleich bleibt. Natürlich wird dieses Personal etwas grösser werden, sobald wegen des schlechten Wirkungsgrades eines Systems mehr Energie erzeugt werden muss oder Reparaturen wegen die Revisionen häufiger stattfinden müssen. Im Uebrigen sind aber die Kosten für das Bedienungspersonal der Traktionsvorrichtung die bedeutend grösseren.

Zuerst ist zu untersuchen ob für jedes Schiff eine besondere Traktionsvorrichtung angewandt werden muss oder ob es möglich ist, je zwei Schiffe

oder auch mehr zu einem Schiffszuge zu vereinen. In diesem letzteren Falle geht natürlich das Bedienungspersonal auf die Hälfte, beziehungsweise noch weiter herunter. Wenn man je zwei Schiffe zu gleicher Zeit schleppt, so werden natürlich längere Aufenthaltszeiten an den Schleusen entstehen, falls die Schleusen nur für Durchlassen je eines Schiffes eingerichtet sind. Bei sehr vielen Kanälen jedoch sind die Schleusen so angelegt, dass jedesmal zwei Schiffe von der Schleuse aufgenommen werden können, beziehungsweise es liegen zwei getrennte Schleusen nebeneinander, so dass gleichzeitige Benutzung stattfinden kann. Längere Aufenthalte an Schleusen fallen aber nicht mehr ins Gewicht, sobald zwischen den einzelnen Schleusen längere Haltungen, von 15 Kilometer Länge und mehr, vorkommen. In solchen Fällen wird man eventuell sogar mehr wie zwei Schiffe zu einem Schiffszuge zusammenstellen.

Für den Zug mehrerer Schiffe gleichzeitig ist eigentlich nur das Denèfle'sche System und die Einschienenbahn geeignet, denn hierbei und vor allem bei der letzteren ist es konstruktiv durchführbar, die Motorleistung, also auch die Zugkraft der Lokomotive, genügend hoch zu steigern. Es bietet keine Schwierigkeiten, eventuell Lokomotiven für die Einschienenbahn mit Motorleistungen bis 25 und 50 P. S. und mit entsprechend grosser Zugkraft zu bauen.

Eine solche Steigerung der Kräfte der einzelnen Traktionsvorrichtungen ist jedoch bei den anderen Systemen nicht ohne weiteres möglich. Das Lamb'sche System und dasjenige von Thwaite-Cawley gestatten höchstens Lokomotivleistungen von 6 bis 7 P. S. Diese genügen aber gerade nur, um ein Schiff zu schleppen. Dieselben sind nicht einmal hinreichend für Schiffe über 400 Tonnen Gewicht. Die Systeme der Kettentauerei, sowie des Schraubensteuers, liessen sich allerdings auch für Schleppen von Schiffszügen ausbilden, da man ja ohne weiteres an dasjenige Schiff, welches die Traktionsvorrichtung trägt, ein zweites Schiff oder auch mehrere anhängen kann. Allerdings werden dann die Traktionsvorrichtungen schon verhältnismässig schwer und umfangreich. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Konstrukteure dieser Systeme gerade die Einzelfahrt eines jeden Schiffes erreichen wollten. Denn eine solche Einzelfahrt erscheint dann zweckmässig, wenn die Bedienung durch das Schiffspersonal selbst stattfinden soll. Das Ersparen von besonderem Bedienungspersonal ist sogar das Hauptmotiv mit zur Konstruktion dieser beiden Systeme, sowohl des Lamb'schen Systems, wie auch desjenigen von Thwaite-Cawley gewesen. Bei der Besprechung der Frage, ob das Stützmittel ein- oder zweigleisig auszuführen sei, ist jedoch schon darauf hingewiesen worden, dass die teure zweigleisige Durchführung des Stützmittels unbedingt erforderlich ist, wenn das Schiffspersonal selbst die Bedienung der Traktionsvorrichtung übernehmen soll.

Die Rücksicht auf sachgemässe Bedienung der Traktionsvorrichtung lässt es jedoch erwünscht erscheinen, hierfür besonderes geschultes Personal vorzusehen. Gerade diese Systeme verwenden Konstruktionselemente, die

verhältnismässig komplizierterer Natur sind, als diejenigen des Denëfle'schen Systemes und der Einschienenbahn. So bildet zum Beispiel die Stromabnahme von Schiffe nach der Kontaktleitung am Lande hin ein Glied, welches sehr leicht zu Störungen Veranlassung geben kann. Das Schleppkabel muss zweipolig, beziehungsweise bei Drehstrom dreipolig ausgeführt werden und ist bei dem rauhen Betriebe Beschädigungen sehr ausgesetzt. Es wird sich nicht verhüten lassen, dass dasselbe hin und wieder, zum Beispiel beim Anhalten der Schiffe, mit dem Wasser in Berührung kommt. Alsdann sind aber Betriebsstörungen (Kurzschlüsse) sehr leicht möglich. Es ist nun natürlich erwünscht, um den übrigen Verkehr nicht zu hindern, diese Störungen sobald wie möglich zu beheben. Dies kann aber durch geschultes Personal, welches tagtäglich den gleichen Dienst versieht, bedeutend sachgemässer und schneller geschehen, wie durch Schiffspersonal, welches vielleicht gerade zum ersten Mal die Bedienung des für sie neuartigen Apparates übernommen hat.

Welchen Einfluss das Bedienungspersonal für die Traktionsvorrichtungen auf die gesammten Schleppkosten pro 1 Tonnen-Kilometer hat, ist aus folgender Tabelle zu entnehmen :

GESCHLEPTE LADUNG in Tonnen.	KOSTEN FÜR DIE BEDIENUNG pro 1 Tonnen Km bei 3 Km 1 Std. mittlerer Fahrgeschwindigkeit in Cent.	NEBENSTEHENDER BETRAG in Procenten der gesammten Schleppkosten in Höhe von 0,5 Cent. pro 1 Tonnen-Kilometer.
200	0,05	16,7 %
500	0,035	11 %
600	0,017	5,7 %
2 × 200	0,025	8,5 %
2 × 500	0,017	5,7 %
2 × 600	0,0085	2,8 %

Bei Aufstellung dieser Tabelle ist die Schleppgeschwindigkeit zu 4 Kilometer pro Stunde die mittlere Fahrgeschwindigkeit, also incl. Anhalten an den Schleusen, u. s. w. zu 3 Kilometer pro Stunde angenommen. Als Lohn für einen Maschinisten zur Bedienung der Traktionsvorrichtung ist 50 Centimeter pro Stunde festgesetzt. Die Tabelle zeigt, wie das Bedienungspersonal die Kosten pro 1 Kilometer beeinflusst, je nachdem die Schiffe, bezw. Schiffszüge verschieden grosse Ladungen befördern. In einer weiteren Spalte ist angegeben, wie viel diese Kosten procentual ausmachen, wenn als Beförderungskosten pro 1 Tonnenkilometer der Satz von 0,5 Centimeter angenommen wird.

BETRIEBSSTÖRUNGEN

Die Frage, welche Betriebsstörungen zu erwarten sind, wird sehr leicht vom Konstrukteur bei der Ausbildung einer bestimmten technischen Anordnung vernachlässigt und doch ist diese Frage überaus wichtig, da von ihr eventuell die ganze Lebensfähigkeit einer solchen technischen Anordnung abhängen kann. Es liegt auf der Hand, dass gerade bei einer solch wichtigen Anlage wie es eine gemeinschaftliche Traktionseinrichtung für eine grosse Wasserstrecke ist, alle Betriebsstörungen zu vermeiden sind. Vor allem sind solche Betriebsstörungen dann unangenehm, wenn sie nicht nur das einzelne Schiff, welches geschleppt wird, treffen, sondern auch die anderen Schiffe zwingen, ihre Fahrt einzustellen.

Betriebsstörungen entstehen vor allem an solchen Teilen einer Anlage, welche aus vielen einzelnen Konstruktionsgliedern zusammengesetzt sind oder an solchen Konstruktionsgliedern, welche hoch beansprucht werden.

Bei der Kettentauerei bildet die Kalibrierung der Kettentrommel, auf welche sich die Kette aufzulegen hat, eine ständige Quelle von Störungen. Dieser Uebelstand ist nun allerdings durch die magnetische Heftung nach Bovet umgangen, so dass thatsächlich Störungen bedeutend weniger zu erwarten sind. Trotzdem aber sind Kettenbrüche natürlich niemals ganz zu umgehen. Solche bedingen aber immer einen mehr oder weniger langen Aufenthalt sämtlicher Schiffe, da ja die Reparatur eines gebrochenen Kettengliedes immerhin eine längere Zeit in Anspruch nimmt.

Bei dem Schraubensteuer wird es erforderlich sein, den Elektromotor zugänglich anzuordnen, da derselbe unmöglich in einem dauernd unzugänglichen Raum unter der Wasseroberfläche arbeiten kann. Eine solche zugängliche Lagerung des Elektromotors bedingt aber die Anordnung mindestens einer Uebersetzung, wodurch der so wie so schon schlechte Wirkungsgrad dieses Systems noch weiter reduziert wird. Bei den Systemen aber, sowohl dem Bovet'schen wie dem des Schraubensteuers, welche die Traktionsvorrichtung auf dem Schiff mit sich führen, haftet der gemeinschaftliche Uebelstand der sehr schwierigen Stromabnahme an. Schon bei Besprechung des Bedienungspersonals ist darauf hingewiesen worden, wie leicht Störungen, Kurzschlüsse, u. s. w. in dem Stromabnahmekabel entstehen können. Ausserdem kann auch noch bei der grossen Länge des Schleppkabels eine Entgleisung des am Ufer an der Kontaktleitung laufenden Kontaktwagens leicht eintreten.

Die Betriebssicherheit des Lamb'schen Systems lässt sehr viel zu wünschen übrig. Sowohl das Tragseil, wie das Zugseil sind sehr hoch beansprucht, sodass Brüche von einzelnen Drähten sehr wahrscheinlich sind. In solchen Fällen ist es aber nötig, möglichst bald die Reparatur vorzunehmen, da sonst in kurzer Zeit die Störungen grösseren Umfang annehmen werden.

Die Standfestigkeit der Masten dieses Systems ist sehr schwer zu erreichen, da dieselben nicht nur die stets vorhandenen Seilkräfte beansprucht werden, sondern auch durch diejenigen Kräfte, welche jedesmal beim Passieren einer Lokomotive auftreten. Sobald sich eine Lokomotive einer Maststütze nähert, wird die Seilkraft vergrößert und der Mast nach der Lokomotive hingezogen. Passiert die Lokomotive die Stütze, so ändert sich die Kraftrichtung, und der Mast federt zurück. Die Masten werden also jedesmal beim Passieren einer Lokomotive um ihre Achse gedreht und werden sich, falls nicht eine sehr kostspielige Verankerung vorgesehen ist, allmählich im Erdboden, der in der Nähe von Kanälen in der Regel so wie so nicht besonders fest ist, lockern.

Das System von Thwaite-Cawley ist allerdings in seinen einzelnen Konstruktionsteilen bedeutend derber, wie dasjenige von Lamb; die Betriebssicherheit würde also schon ein gut Teil besser sein; bei den Systemen ist jedoch noch der Fehler gemeinsam, dass die einzelnen Lokomotiven sehr schlecht zugänglich sind. Tritt einmal an einer solchen Lokomotive eine Störung auf, zum Beispiel Festbrennen eines Lagers, Bruch eines Zahnrades oder dergleichen, so kann der Lokomotivführer nur schwer die Lokomotive erreichen; er muss sich einen Leiter beschaffen, um die Revision ausführen zu können. Auch ist es sehr schwierig, solche Lokomotiven für eine eventuelle Reparatur von dem in der Luft befindlichen Geleise herunter zu schaffen.

Besser ist schon die Betriebssicherheit des Denèfle'schen Systemes und vollkommend ausreichend diejenige der Einschienenbahn. Die Lokomotiven des Denèfle'schen Systems sind zwar wegen des direkten Ganges auf dem zum Teil sehr unregelmässigen Treidelwege ziemlich starken Stössen und daher ziemlich starken Verschleiss ausgesetzt. Andererseits jedoch ist die Revision solcher Lokomotiven leichter durchzuführen, weil ja alle Teile derselben bequem zur Hand liegen. Die gleichen Vorzüge besitzt natürlich die Einschienenbahn. Bei dieser kommt ausserdem noch hinzu, dass der Gang derselben ein durchaus ruhiger und gleichmässiger ist, sodass Brüche der Räder oder des Rahmens so gut wie ausgeschlossen sind. Bei der Konstruktion der Einschienenbahn war eben der Gesichtspunkt maassgebend, zur Erzielung vollkommenster Betriebssicherheit nur durchaus erprobte Konstruktionselemente, vor allem solche des Strassenbahnbetriebes, zu verwenden. Die Versuche haben gezeigt, dass dieses Ziel vollkommen erreicht ist, da während der ausgedehnten Versuche Betriebsstörungen niemals vorgekommen sind.

STÖRUNGEN DES ÜBRIGEN TREIDELVORKEHRS

An den bestehenden Kanälen wird der Schleppdienst in der Regel durch Pferde, hin und wieder auch noch durch Menschen besorgt. Diese Schleppweise wird natürlich nicht mit einem Male durch den elektrischen Betrieb zu ersetzen sein. Es liegt deshalb das Bestreben nahe, diesen sich auf dem Treidelwege bewegenden Schleppdienst nicht durch die Neuanlage einer elektrischen Schleppeinrichtung zu stören. Dies wird ja ohne weiteres durch das Bovet'sche System, sowie durch das Schraubensteuer erreicht. Für die beiden hochgehenden Systeme Lamb und Thwaite-Cawley war sogar dieses Bestreben der maassgebende Gesichtspunkt, die kostspielige und konstruktionsschwierige Anordnung des Geleises in der Luft zur Durchführung zu bringen. Aber sowohl das Denèfle'sche System wie die Einschienenbahn zeigen, dass es möglich ist, dem Treidelweg für die elektrische Einrichtung zu benutzen, ohne den bestehenden Verkehr zu stören. Denèfle schränkt den Raum des Treidelweges überhaupt nicht ein, und die Einschienenbahn nur in so geringem Maasse, dass von einer Einschränkung eigentlich nicht die Rede sein kann. Die Hauptschiene der Einschienenbahn wird eben nach der äusseren Seite des Treidelweges in einem Abstand von circa 50 Centimeter verlegt. Da nun die Treidelwege circa 2 Meter breit sind, so erhellt, dass die Beschränkung eine nur unwesentliche ist.

Auch derjenige Verkehr, welcher den Treidelweg kreuzt, zum Beispiel an Brücken, Ladestellen oder dergleichen, wird nicht durch das Geleise der Eisenschienenbahn beeinträchtigt. An solchen Stellen kann man die Hauptschiene, welche alsdann zweckmässigerweise als Rillenschiene ausgebildet wird, bündig mit dem Erdboden verlegen, sodass ein Kreuzen ohne irgend welche Hemmung stattfinden kann.

Die hochgehenden Systeme Lamb und Thwaite-Cawley besitzen noch den Vorzug, dass die die Treidelleine leicht über am Ufer liegende Schiffe hinfortgehen kann. Aber auch dieses bietet bei anderen Systemen keine Schwierigkeiten; müssen doch auch bei dem jetzigen Pferdebetrieb solche Hindernisse überwunden werden, und dies geschieht, wie allgemein bekannt, ohne irgend welche Umstände. Liegt wirklich einmal der Treidelweg sehr tief und ein leeres Schiff sehr hoch am Ufer, so wird wie schon früher gesagt, bei der Einschienenbahn das Treidelseil an einem zweiten Haken befestigt, der circa 2 Meter über dem Erdboden liegt. Dann genügt die Höhe vollauf, um das Hindernis am Ufer zu überwinden.

BEDIENUNG AN DEN SCHLEUSEN

Das Einfahren in die Schleusen erledigt sich bei allen Systemen mit Ausnahme des Bovet'schen in einfachster Weise. Bei Bovet jedoch ist es erforderlich, die Kette von der Windetrommel abzuwerfen, bevor das Schiff in die Schleusen einfährt und später die Kette wieder aufzulegen, sobald das Schiff die Schleuse passiert hat. Wenn man auch für diese Manipulationen technische Hilfsvorrichtungen anbringen kann, so ist doch immerhin eine gewisse Komplikation, sowie ein gewisser Zeitverlust damit verbunden.

Die übrigen Systeme besitzen sogar den Vorzug, dass das Schiff durch dieselben in die Schleusen hineingezogen werden kann. Dies ist sowohl bei Lamb und Thwaite-Cawley, wie auch bei Denëlle und der Einschienenbahn, und vor allem bei dem Schraubensteuer der Fall.

Ferner wird es in manchen Fällen fraglich sein, ob der Raum der Schleuse ausreicht, um ohne weiteres die mit einer Traktionsvorrichtung versehenen Schiffe aufzunehmen. Die Kettentrommel des Bovet'schen Systems wird eventuell zu weit nach der Seite vorstehen, so dass ein Einziehen derselben erforderlich wird. Ebenso ist bei dem Schraubensteuer darauf zu achten, dass das Einfügen der Schraube den Raum der alten Steuer nicht zu sehr vergrößert, da auch hier sonst Schwierigkeiten beim Einlaufen in die Schleusen auftreten können.

ÄNDERUNG DER GEWOHNHEITEN DER SCHIFFER

Es ist eine wichtige Erfahrung, dass die Einführung neuer technischer Methoden zur Befriedigung allgemeiner Bedürfnisse um so leichter vor sich geht, je weniger die Gewohnheiten derjenigen Personen geändert werden müssen, auf die man für die Einführung angewiesen ist. Man muss eben den bestehenden Zustand möglichst wenig ändern, den einzelnen Personen weder Kosten noch Unbequemlichkeiten zumuten.

Bei der Kettentauerei System Bovet, sowie bei dem Schraubensteuer werden sich aber Kosten, die den einzelnen Schiffseigentümern zufallen, wohl nicht ganz umgehen lassen. Das Schiff ist für die Aufnahme der Traktions-Vorrichtung einzurichten, es sind eventuell auf dem Schiffe kleine Kräne anzubringen, um die Traktionsvorrichtung aufsetzen, beziehungsweise abnehmen zu können.

Die vier anderen Systeme fordern von dem Schiffseigenthümer wenigstens keinen direkten Aufwand irgend welcher Kosten. Dafür aber muten die Systeme Lamb und Thwaite-Cawley zugleich mit Bovet und demjenigen des Schraubensteuers dem Schiffpersonal eine immerhin verantwortungsvolle Bedienung eines ziemlich komplizierten technischen Apparates zu. Es ist

sicher zu erwarten, dass dies der Einführung eines allgemeinen Schleppmittels an einem Kanal nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten bieten wird.

Diesen Schwierigkeiten gegenüber steht die Einfachheit im Gebrauch des Denèfle'schen Systems und vor allem der Einschienenbahn. Hier tritt an die Stelle des bisher gebrauchten Pferdes die Lokomotive, welche übrigens bedeutend gleichmässiger zieht und deren Geschwindigkeit beliebig regulierbar ist. Der Schiffer ändert seine Gewohnheiten in keiner Beziehung: Er hat nur die Treidelleine an das Ufer zu werfen, genau so, wie er es früher bei dem Pferdebetrieb gethan hat, und übernimmt seinerseits nur die Bedienung des Steuers, ebenso wie früher.

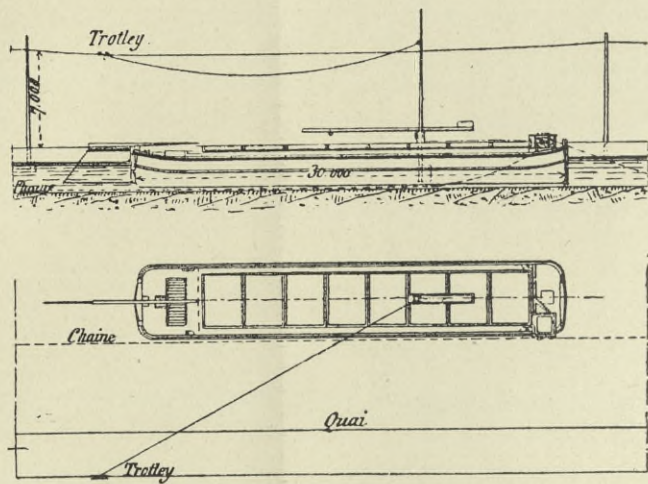
Werfen wir nun einen Rückblick auf die verschiedenen Vergleichspunkte, so sehen wir, dass der schlechte Wirkungsgrad des Schraubensteuers, sowie die hohen Anlage-Kosten der Trägerbahn von Thwaite und Cawley, die Anwendung dieser Systeme überhaupt verbietet. Auch das Lamb'sche System besitzt noch hohe Anlagekosten, ist aber ausserdem so betriebsunsicher, dass von einer praktischen Anwendung desselben wohl nicht die Rede sein kann. Auch dem System der Kettentauerei haftet eine gewisse Betriebsunsicherheit und umständliche Bedienung an. Es können also für ausgedehnte grosse Anlagen nur das Denèfle'sche System, sowie die Einschienenbahn in Frage kommen.

Neben den günstigeren Betriebskosten, welche die Einschienenbahn bringen muss, ist vor allem aber auch auf das einfache und sichere Arbeiten einer solchen Anlage hinzuweisen. Die verschiedenen Vorzüge dieses Systems sind im Vorhergehenden genügend beleuchtet worden. Es sei nur noch darauf hingewiesen, dass die Bedienung der Lokomotive der Einschienenbahn viel weniger das Personal ermüdet, wie bei den Denèfle'schen cheval électrique. Der Maschinist des cheval électrique steht auf seiner Lokomotive und hat beständig das Handrad zum Lenken zu bedienen; denn da die Lokomotive nicht geführt ist, muss ein ständiges Steuern derselben stattfinden. Dieses ermüdet aber nicht nur die Maschinisten, welche besonders an langen Sommertagen zeitlich sehr ausgedehnten Dienst haben, sondern bietet auch gewisse Gefahren, wenn das Fahren der Lokomotive bei Dunkelheit stattfindet, oder die Geschwindigkeit der Lokomotive bei Leerfahrt gesteigert werden soll. Es dürfte überhaupt nicht möglich sein, bei Leerfahrt eine gewisse Geschwindigkeit, vielleicht 5 Kilometer zu überschreiten. Dem gegenüber steht die durchaus einfache, den Maschinisten in keiner Weise ermüdende Bedienung der Lokomotive der Einschienenbahn: Der Maschinist sitzt ruhig auf seinem Sitz, beobachtet nach vorn das Geleise der Bahn sowie eventuell entgegenkommende Schiffe und nach hinten seinen eigenen Schiffzug. Dem Maschinisten des Denèfle'schen cheval électrique ist eine so bequeme Uebersicht über den Verkehr auf dem Wasser nicht möglich. Da die Lokomotive der Einschienenbahn auf Grund der Schienenführung die gewünschte Richtung einhält, so ist es dem Maschinisten möglich, die Lokomotive, die ja nur mit geringer Geschwindigkeit, circa 5

bis 4 Kilometer pro Stunde läuft, zu verlassen, um eventuell am Ufer befindliche Hindernisse zu beseitigen, oder auch, um sich zu den Schiffen zu begeben und eine nötige Rücksprache zu halten. Bei Leerfahrt kann der Maschinist ohne weiteres die Geschwindigkeit der Lokomotive bis auf 10 oder 12 Kilometer pro Stunde steigern, sodass sich eine bedeutend grössere Beweglichkeit der Lokomotive dieses Systems ergibt. Auch sei nicht unerwähnt, dass die Standfestigkeit der Lokomotive der Einschienenbahn bedeutend grösser ist, wie diejenige des Denèfle'schen cheval électrique, da dieses durch unerwartete starke Seitenzüge sehr leicht vom Treidelweg fort ins Wasser gezogen werden kann, während die Lokomotiven der Einschienenbahn durch die Spurkränze der Räder sicher gehalten sind.

Alle diese Vorzüge führten zu der Construction der Einschienenbahn.

Fig. 1.



Kettentauerei. System de Bovet.
(Touage magnétique sur chaîne, Système de Bovet.)

Coupe transversale.

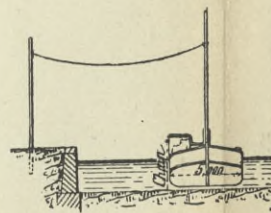
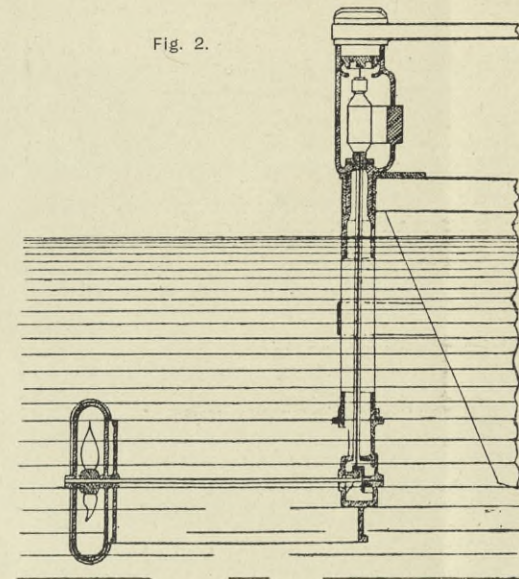
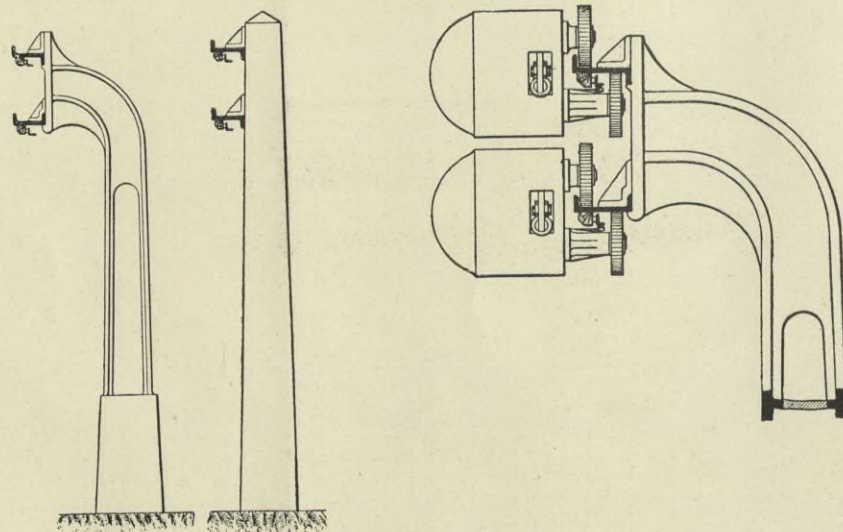


Fig. 2.



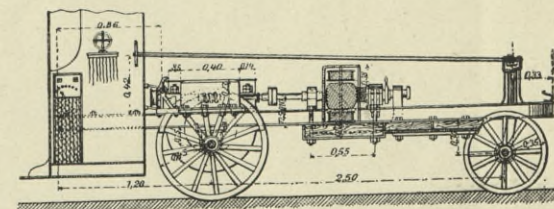
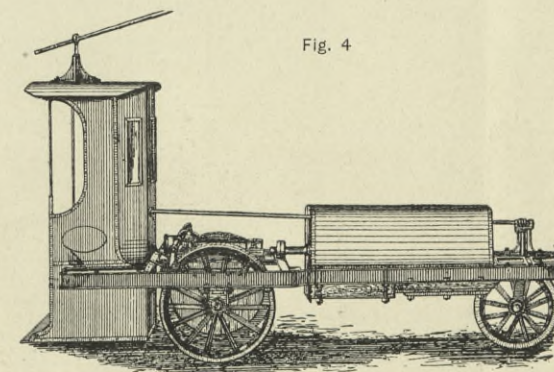
Schraubensteuer. System Galliot-Büsser.
(Gouvernail-propulseur, Système Galliot-Büsser.)

Fig. 3.



Trägerbahn. System Thwaite und Cawley.
(Voie ferrée aérienne, Système Thwaite et Cawley.)

Fig. 4.



Treidelweg-Dreirad. System Galliot-Denêfle.
(Tricycle pour chemin de halage Système Galliot-Denêfle.)

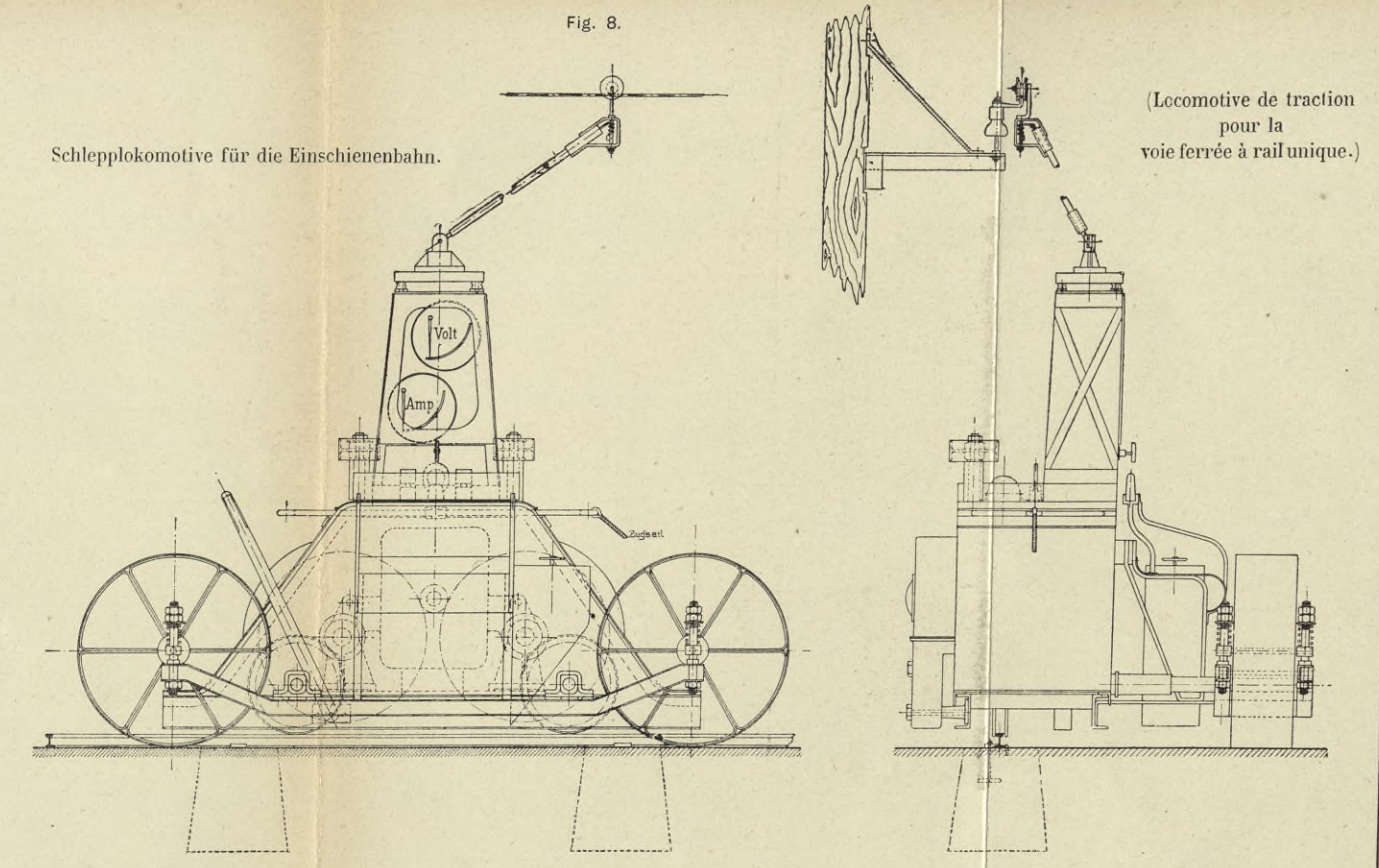
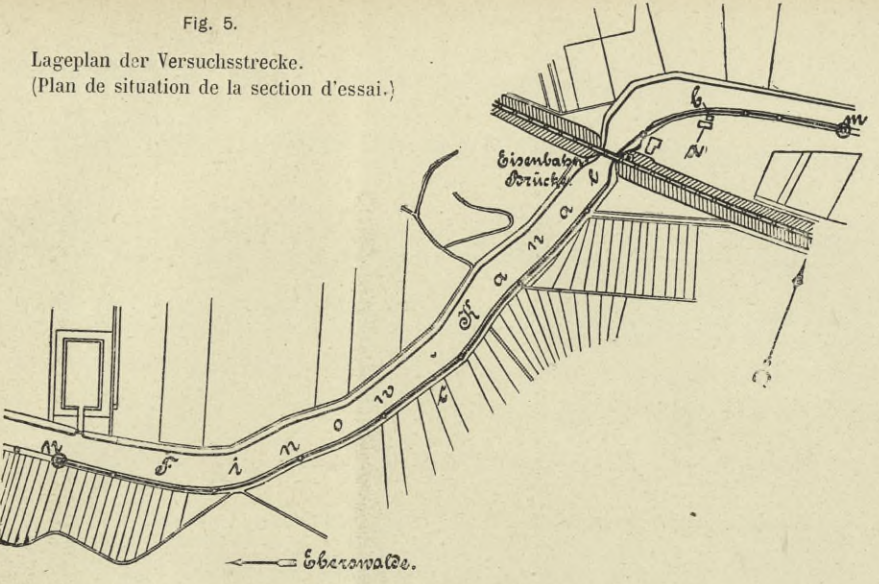


Fig. 9.
Schlepplokomotive für die Einschienbahn.
(Locomotive de traction pour la voie ferrée à rail unique.)



Fig. 10.
Schlepplokomotive auf der Strecke mit Nebenschiene.
(Locomotive sur le tronçon avec rail accessoire.)

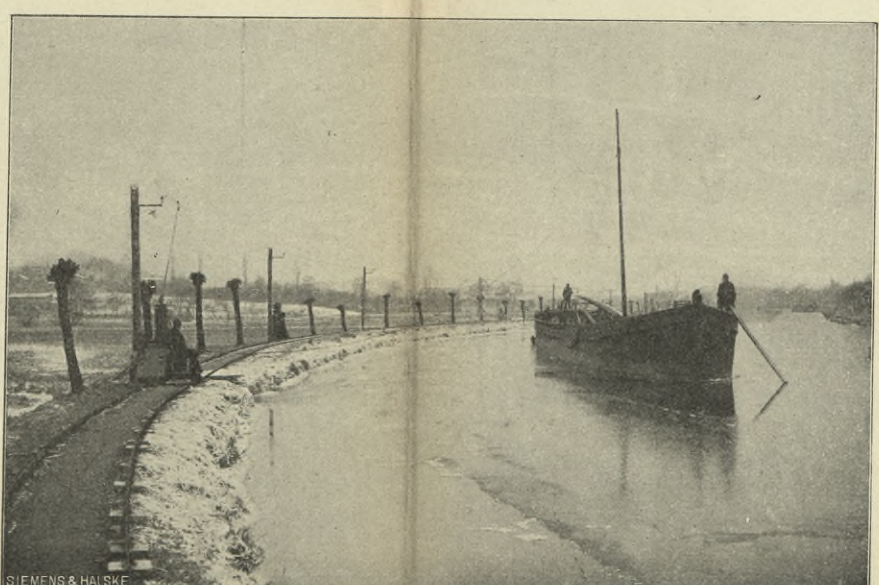


Fig. 11.
Anfang der Brücken Unterführung mit anschließender Gleiskurve.
(Entrée du passage sous le pont du chemin de fer avec raccordement de voie en courbe.)



Fig. 12.
Unterführung einer Eisenbahnbrücke mit oberer Führungsschiene.
(Traversée avec rail-guide supérieur sous le pont du chemin de fer.)

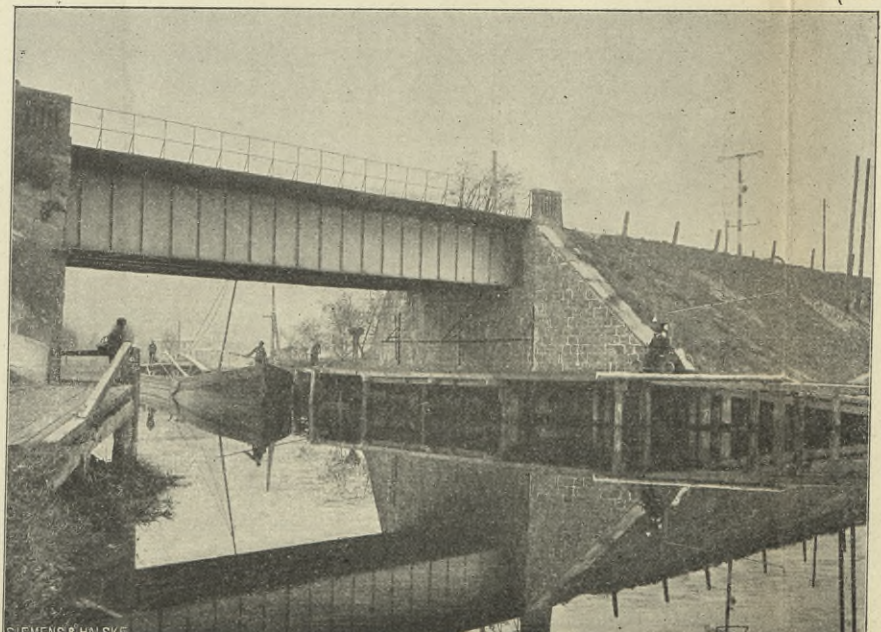
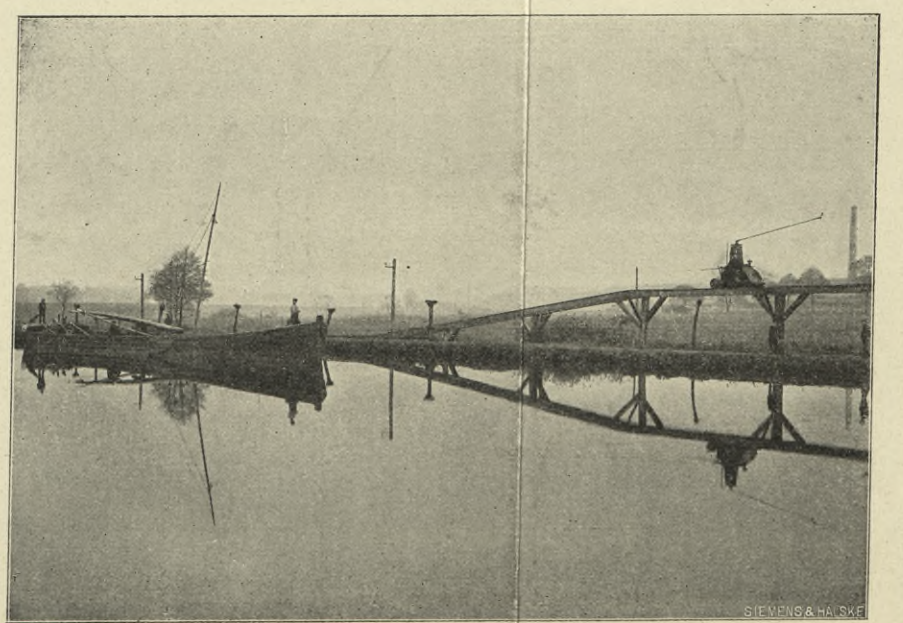
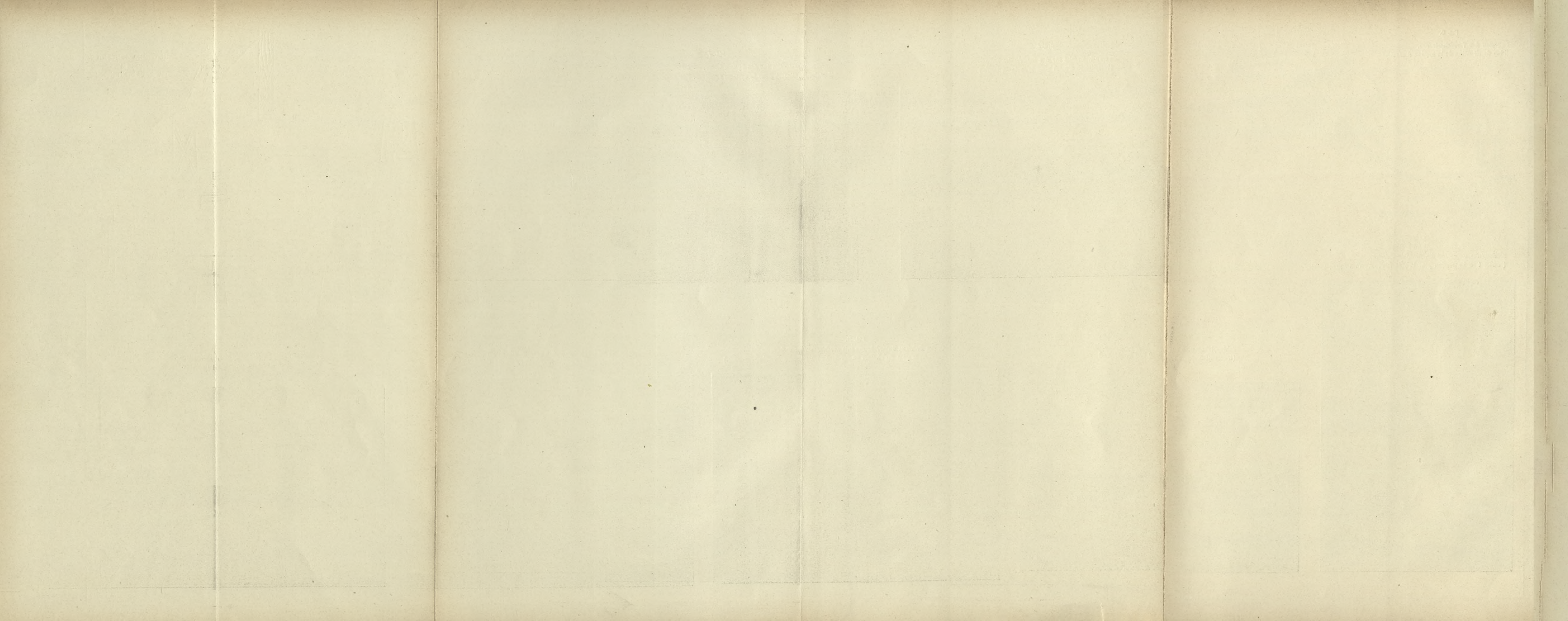


Fig. 13.
Überführung des Geleises an einer Ausladestelle.
(Installation de la voie au-dessus d'un rivage.)





S. 67

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

~~III 17684~~
L. inw.

U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307055

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305512

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307057

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316025

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307081

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



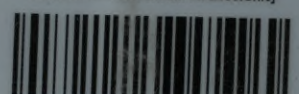
III-307060

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316024

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316026

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307056

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316023

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307058

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



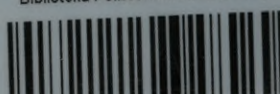
100000316022

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307059

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316021

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307061

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



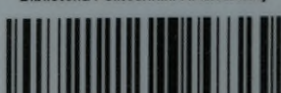
100000316020

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307080

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316019