

IX. INTERNATIONALER SCHIFFFAHRTS-CONGRESS.
DÜSSELDORF — 1902.

I. Abtheilung.

2. Mittheilung.

**Mechanischer Schiffszug auf
Kanälen.**

Mittheilung

von

M. Volkmann,

Regierungs- und Baurath in Potsdam,

und

C. Köttgen,

Oberingenieur in Berlin.

Münster i. W.

Buchdruckerei von Johannes Bredt.

1902.



II-354441

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317146

300-3-49/2018

Mechanischer Schiffszug auf Kanälen.

Mittheilung

von

M. Volkmann,

Regierungs- und Baurath
in Potsdam.

und

C. Köttgen,

Oberingenieur
in Berlin.

1. Vorbemerkung.

Die Frage der mechanischen Fortbewegung der Schiffe auf Flüssen und Kanälen hat auf den beiden letzten Internationalen Schiffahrtskongressen in Brüssel und Paris den Gegenstand eingehender Untersuchungen und Erörterungen gebildet, es dürfen daher die zur Erreichung des genannten Zwecks bisher in Vorschlag gebrachten Mittel im Allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden. Aufgabe der nachfolgenden Mittheilungen ist es, über die seit dem Pariser Schiffahrtskongress zur Durchführung oder in Anregung gebrachten Vervollkommnungen im mechanischen Schiffszug einen kurzen Ueberblick zu gewähren.

Eine Umschau auf dem betreffenden Gebiet hat ergeben, dass die Anzahl der in Betracht kommenden Vorschläge verhältnissmässig gering ist, und dass große neue Gedanken und Erfindungen in dieser Hinsicht nicht zu verzeichnen sind; vielmehr hat die Technik sich darauf beschränkt, in mehr oder minder ausgesprochener Anlehnung an bekannte Systeme Anordnungen zu ersinnen, von denen man sich im Allgemeinen oder im Hinblick auf besondere Verhältnisse Verbesserungen und Vortheile bezüglich der mechanischen Fortbewegung der Schiffe verspricht. Allen diesen neuen Vorschlägen ist der eine Zug gemeinsam, dass sie sich als bewogender Kraft des elektrischen Stromes bedienen.

Ob und inwieweit die an die Neuerungen geknüpften Hoffnungen sich erfüllen werden, lässt sich zunächst nicht mit Sicherheit übersehen, da, soviel bekannt geworden ist, umfangreichere praktische Versuche, durch die allein ein zuverlässiges Urtheil über die konstruktive und wirtschaftliche Zweckmässigkeit derartiger Vorschläge gewonnen werden kann, mit den neuen Systemen nicht ausgeführt worden sind.

2. Elektrische Schlepsschiffahrt. System Vering.

Zunächst sei das in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Jahrgang 1901, Heft 11, S. 248 ff. beschriebene System Vering für elektrische Schlepsschiffahrt angeführt. Mit diesem System wurden im Herbst 1899 von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert & Co. in Nürnberg im Verein mit der Firma C. Vering in Hamburg auf einem Kanal der Elbinsel Wilhelmsburg Versuche unternommen.

Das System Vering war zuerst als eine leichte Hängebahn gedacht, die über dem Fahrwasser angeordnet werden sollte. Das Fahrzeug zur Ausübung des Zuges sollte nur an einer Schiene hängen. Um bei kleinem Gewicht genügend Adhäsion zu erzielen, waren je 2 schräg gestellte Triebräder vorgesehen, die sich seitlich gegen den Schienenkopf stützen. Die zur Erzeugung der Adhäsion dienende Kraft steigt alsdann entsprechend dem Winkel, den die Axen der beiden Triebräder mit einander bilden. Die näheren Einzelheiten über diese Anordnung sind in der Deutschen Patentschrift No. 106443, Klasse 20, enthalten.

Für die Versuche wurde aber nicht eine Hängebahn ausgeführt, sondern eine Lokomotivbahn, deren Gleis auf dem Treidelweg lag. Die Anordnung der Schrägstellung der Triebräder zur Erhöhung der Adhäsion wurde jedoch beibehalten; man sah aber nicht nur eine, sondern zwei Schienen vor, welche eine Spurweite von 1,3 m besaßen, und gegen welche sich je zwei Triebräder stützten. Die Neigung der Axen der Triebräder gegen die Horizontale betrug 60° , sodass für die Erzeugung der Adhäsion eine Kraft zur Verfügung stand, die gleich dem doppelten Gewicht ist. Die Anordnung dieser schräg gestellten Triebräder hat übrigens den weiteren Vorzug, dass seitliche Kräfte, wie sie gerade bei der Schlepsschiffahrt auftreten, gut aufgenommen werden können.

Ueber die Versuche selbst enthält der oben angeführte Aufsatz Folgendes:

»Für die Ausführung der in den Abbildungen 1 bis 3 dargestellten Versuchslokomotive musste zur Verminderung der Herstellungskosten von vornherein auf eine möglichst einfache Anordnung gesehen werden; es wurden vorhandene alte Strassenbahntheile (Motoren, Regulator und Stromabnehmer) verwendet. Ferner wurde von den verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten eine solche gewählt, welche neben der Verwendung gewöhnlicher alter Eisenbahnschienen auch die geringste Beanspruchung der elastischen Spannvorrichtungen ergab, d. h. eine solche mit nach innen geneigten Schienen, in deren ideellem Axsschnittpunkte sich zugleich das mittlere Gelenk der Lokomotive befindet. Die Spannvorrichtungen könnten hier, wenn es bei dieser Ausführung möglich wäre, die Eigengewichte sämtlich im Mittelgelenke zu vereinigen, gänzlich entfallen; sie haben hier nur den nicht durch die Mittellinie gehenden Schwerkräften der Seitenrahmen, Triebachsen u. s. w., welche einem Abrutschen der Räder, also einem Auflaufen der oberen Spurkränze, Vorschub leisten, entgegenzuwirken. Ihre mittlere, normale Spannung ergab sich zu nur 600 kg, während die sorgfältig durchgeführte Berechnung der statischen

Verhältnisse der Lokomotive bei einem durch die schweren Motoren und die, bei der grossen Geschwindigkeit derselben erforderlich gewordenen Zwischenwellen nebst Vorgelegen übermässig hohen Eigengewicht von 7,5 t einen Gesamttraddruck von 10000 kg, also einen Gewinn an Reibung von $33\frac{1}{3}\%$ ergab.

Für die Bemessung der Zugkraft der Lokomotive wurde der für das Schleppen eines grossen Elbkahnes von mindestens 13 qm eingetauchtem Schiffsquerschnitt in einem knapp bemessenen Kanale mit nur viermal grösserem, benetztem Querschnitte und bei der üblichen bezw. polizeilich gestatteten mittleren Schlepp-Geschwindigkeit von 1,5 m in der Sekunde (5,4 km in der Stunde) erforderliche Kraftbedarf zu Grunde gelegt. Nach Bellingrath sind hierfür am Schiffe rund 900 kg Zugkraft erforderlich, an der Lokomotive also 1000 kg oder 20 PS, wenn die Verluste berücksichtigt werden, die durch bei Kanälen mit breitem Hochwasserspiegel beim Kreuzen oder Ueberholen von Schiffen und dergleichen

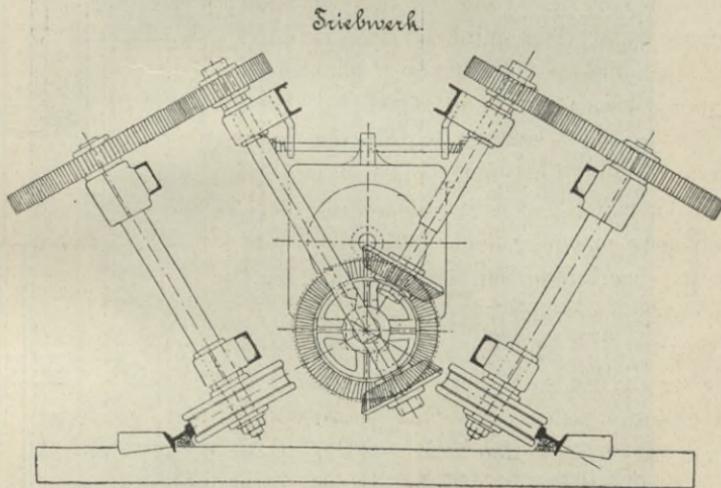


Abbildung 1.

sich ergebenden ungünstigsten Seilwinkel von etwa 1:3 in Gestalt von Seitendruck an den Schienen und Widerstand des Steuerruders eintreten. Unter der vorläufigen Annahme eines Wirkungsgrades von nur 0,5 wurde die Lokomotive daher mit 2 zwanzigpferdigen Elektromotoren ausgerüstet.

In Bezug auf die übrige Ausstattung der Lokomotive ist noch zu bemerken, dass wegen der verhältnissmässig grossen Kraftübertragung und auch, um an Bauzeit zu sparen, von der Schneckenradübersetzung abgesehen und die Abnahme der Kraft von der in der Linie der beiden Stirnwandgelenke gelagerten Hauptwelle mit Hülfe von Kegelrädern, welche die Bewegungen der rechten und der linken Maschinenhälfte zu einander ebenfalls frei gestatten, bewirkt wurde. Die Zähne dieser Räder mussten unbearbeitet bleiben, während die oben auf dem Regenschutzdach der Lokomotive befindlichen Stirnradvorgelege mit gefraisten Zähnen versehen werden konnten. Das gesammte Gewicht der Lokomotive wurde durch die an den oberen Enden der Triebachsen angeordneten Kammzapfen-Drucklager einfachster Bauart auf diese Axen und damit auf die Trieb- bezw. Führungsräder übertragen. Letztere, welche trotz der

Vorgelege nur 0,40 m Durchmesser erhalten konnten, wurden aus Sicherheitsgründen mit doppelten Spürkränzen versehen; es ergab sich bei den Probefahrten jedoch bald, dass bei genügender Anziehung der Spannvorrichtungen die Schienenköpfe mit jenen nicht in Berührung kamen. Die Schmierung sämtlicher Lager geschah mittels Staufferbüchsen. Von den beiden bei dieser Versuchslokomotive angeordneten Plattformen trägt die eine den Regulator und die Schaltapparate, die andere die Widerstände. Plattformen, Kontaktbock und mittleres Schuttdach sind nur auf einer Maschinenseite befestigt, auf der anderen dagegen verschiebbar gelagert, um so die Bewegungen in der Lokomotive nicht zu behindern. Die Zughaken sind kräftig gefedert und haben ihre Befestigung an

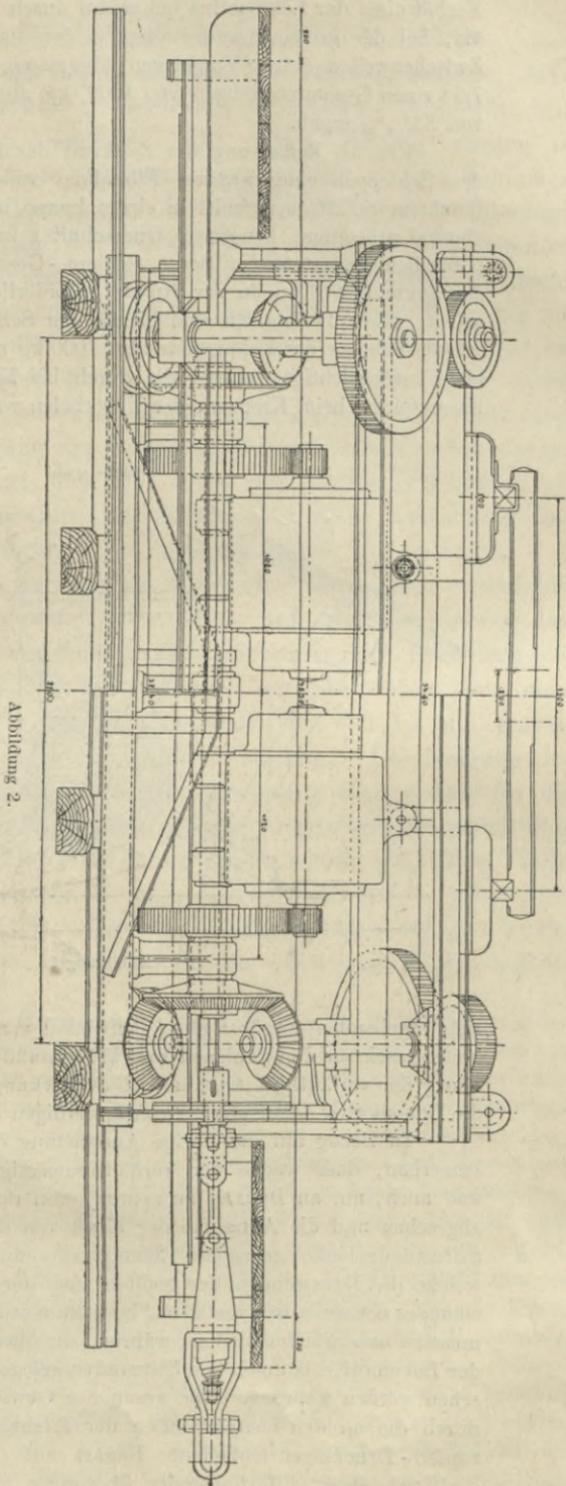


Abbildung 2.

den Gelenkbolzen der Stirnwände erhalten, damit so eine gleichmässige Vertheilung der Zuglast auf die beiden Lokomotivhälften erreicht wird. Eine Anordnung des Lastangriffes in der Mitte der Lokomotive, welche bei anderen Systemen unumgänglich nothwendig ist, wird bei der vorliegenden Bauart völlig überflüssig, weil hier der aus dem Seilwinkel sich

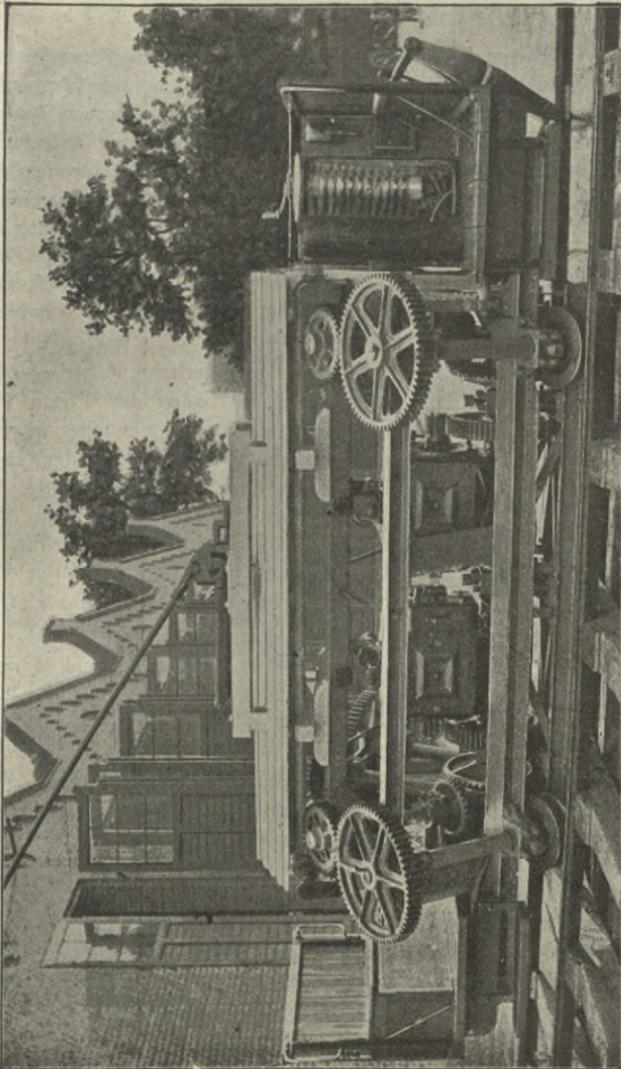


Abbildung 3.

ergebende Seitenschub auf das Gleis nur durch die rollende Reibung der Triebräder und nicht durch die gleitende von deren Spurkränzen übertragen wird, es daher gleichgültig ist, ob derselbe (im vorliegenden Falle in max. 300 kg) durch ein oder mehrere Räder an die Schiene abgegeben wird. Von der Anbringung einer mechanischen Bremse wurde vorerst Abstand genommen, da die Lokomotive eine elektrische Bremse besass.

Es muss noch bemerkt werden, dass durch die Anordnung der Zwischenwellen und durch die breite Spur von 1,30 m die Versuchs-

maschine Abmessungen erhielt, welche ihre zweckmässige Verwerthung auf Kanälen mit Brücken oder dergleichen erschwert haben würde. Da es jedoch bei diesen Versuchen in erster Linie auf eine Erprobung des Systems überhaupt ankam, so wurde zur Verbilligung der Lokomotive diese gewissermassen der elektrischen Einrichtung angepasst, und so auf eine allgemeine Verwendbarkeit derselben keine besondere Rücksicht genommen.

Ueber die Anlage der ca. 200 m langen Versuchsstrecke selbst ist noch zu bemerken, dass das Gleis aus alten, abgefahrenen, unter einem Winkel von 30° gegen die Horizontale auf hölzernen Querschwellen verlegten Vignolschienen bestand, deren Befestigung auf den eingekappten Schwellen mittels eichener Stützklötze und Holzschrauben bewirkt wurde. Das Gleis war ausserdem unmittelbar auf den nur oberflächlich geebneten Boden ohne Unterstopfung verlegt worden, damit durch die unregelmässige Lage und auch Spurweite desselben die inneren Bewegungen der Lokomotive möglichst gross wurden, und so die Wirkung der Spannvorrichtungen und die Einstellung der Räder auf den Schienen genügend genau beobachtet werden konnten.

Die für den Probetrieb erforderliche elektrische Energie wurde in der etwa 1 km entfernten Eisengiesserei der Firma Vering erzeugt. Es war dortselbst eine Gleichstromdynamo Schuckertscher Konstruktion aufgestellt worden, welcher in den Betriebspausen der Giesserei von der Dampfmaschine derselben durch einfache Umlegung des Riemens leicht angetrieben werden konnte. Die Stromzuführung zur Versuchsstrecke war in einfachster Weise mittels Holzmasten, welche die beiden Drähte für Hin- und Rückleitung trugen, hergestellt. Auf der Versuchsstrecke selbst wurde die Rückleitung durch die Schienen gebildet.

Es wurde nun zunächst eine Reihe von Fahrten ohne Belastung der Lokomotive gemacht, um deren Kraftbedarf und Wirkungsgrad festzustellen.

Nach Feststellung dieser Ergebnisse wurde eine Reihe von Fahrten mit einem Schleppkahn vorgenommen. Da es nothwendig war, im Kanal am Ende der Bahn stets zu wenden, eine Arbeit, welche übrigens mittels der Lokomotive ausserordentlich bequem zu bewirken war, musste leider ein verhältnissmässig kurzes Fahrzeug — eine Baggerschute — verwendet werden. Dieselbe hatte, obgleich nicht ganz beladen, immerhin einen eingetauchten Querschnitt von über 8 qm und etwa 180 t Wasser-Verdrängung und bedurfte zu ihrer Fortbewegung nach der Bellingrath'schen Formel einer Zugkraft von 390 kg. Eine Reihe von Schleppfahrten mit diesem Schiffe ergab nun, unter Berücksichtigung der Höhenunterschiede sowie des ca. 16 bis 18° betragenden Seilwinkels, folgende Mittelwerthe:

Geschwindigkeit	= 1,40 m/sek.
Zugkraft am Schleppseile (Dynamometerablesung)	= 400 kg,
also am Schiff = rd. 385 kg Arbeitsleistung	= 7,2 PS.
Zugkraft an der Lokomotive = 420 kg Arbeitsleistung	= 7,8 PS.

Der theoretische Kraftbedarf der Lokomotive allein ergab sich zu 9,5 PS., dagegen betrug der thatsächliche mittlere Energieverbrauch derselben 27 PS.; der Wirkungsgrad der Lokomotive allein zwischen Hoch-

leitung und Umfangskraft an den Rädern ergibt sich also zu

$$\frac{(7,8 + 9,5) 100}{27} = 64\%$$

dagegen derjenige der gesamten Anlage (am Schiff geleistete Bewegungsarbeit in dessen Fahrtrichtung) nur zu

$$\frac{7,2 \cdot 100}{27} = \text{rund } 26,5\%$$

Der bei diesen Versuchsfahrten erreichte geringe Wirkungsgrad folgte hauptsächlich aus der geringen Beanspruchung der Lokomotive, zum kleineren Theile auch aus der verminderten Geschwindigkeit. Letztere kann durch entsprechende Schaltung der Motoren ohne Weiteres erhöht werden. Bei voller Ausnutzung der Zugkraft, welche im Betriebe durch entsprechende Zusammenstellung des Schleppzuges meist erreicht werden wird, und bei normaler Geschwindigkeit stellt sich der Wirkungsgrad der Versuchslokomotive wie folgt:

Zugeführte Arbeitsleistung	= 40 PS.
davon nutzbar bei $v = 1,50$ m	= 20 „
mithin Zugkraft $\frac{75 \cdot 20}{1,50}$	= 1000 kg
Arbeitsleistung am Schiffe bei einem Seilwinkel von 1 : 3 (s. oben)	= 18 PS.
theoretische Arbeitsleistung der Lokomotive selbst	= 10 „

mithin ist der Wirkungsgrad bezogen auf Hochleitung und Umfangskraft an den Rädern = 75% und derjenige der gesamten Anlage (am Schiffe geleistete Fortbewegungsarbeit in dessen Fahrtrichtung) = 45%.

Hierzu kommen selbstverständlich noch die Verluste bei der Erzeugung und Zuführung der elektrischen Energie; trotzdem darf dieses Ergebniss bei der rohen Zusammenstellung der Lokomotive und dem schlechten Zustande des Gleises als ein befriedigendes betrachtet werden.

Das Charakteristische des Vering'schen Systems ist die Schrägstellung der Axen zur Erzielung einer höheren Adhäsion. Diese Wirkung wird ja zweifellos erreicht, jedoch wird hierdurch die Bauart der Lokomotive sehr verwickelt, da sich nicht nur schräg liegende Axen und Lager, die nicht leicht zu schmieren sind, ergeben, sondern weil auch eine drehbare Lagerung der beiden schräggestellten Axen erforderlich ist. Es scheint deshalb wohl zweckmässiger zu sein, bei der einfachen Adhäsionslokomotive zu verbleiben, auch schon deshalb, weil bei der Vering'schen Lokomotive wegen der verwickelten und umfangreichen Konstruktion eine allzugrosse Gewichtersparniss nicht eintritt.

3. Vorschlag des Regierungsbaumeisters a. D. Feldmann in Elberfeld, betreffend elektrisches Treideln von Kanalschiffen.

Im Zentralblatt der Bauverwaltung Jahrg. 1901 S. 498 f. findet sich über einen, das elektrische Treideln von Kanalschiffen betreffenden Vorschlag des Regierungsbaumeisters a. D. Feldmann in Elberfeld folgende Mittheilung:

Der Hauptzweck des zum Patent angemeldeten Vorschlages ist, das Treidelgleis mit der elektrischen Kontaktschiene so zu gestalten, dass weder Uferstrassen noch der Luftraum darüber beansprucht werden. Es können also vorhandene Treidelwege und Uferstrassen unbehindert als Ladestrassen, Fahr- und Fusswege benutzt werden, bei Neuanlagen sind überhaupt keine Treidelwege nöthig, und an den schönsten und belebtesten städtischen Ufer- und Hafenstrassen kann das Treidelgleis mit Kontaktleitung entlang geführt werden, ohne dass aus Rücksicht auf Verkehr oder Schönheitsgefühl irgend ein Einwand erhoben werden könnte. Dabei wird sich der Stromverbrauch, wie noch näher dargelegt werden soll, niedriger stellen als bei den bisher bekannten Anlagen, und die Anlagekosten werden mit Rücksicht auf die zulässigen sehr geringen Abmessungen des Gleises, selbst bei Einbau des Gleises neben vorhandenen Treidelwegen, schwerlich grösser werden, als die Kosten für ein Normalgleis mit elektrischer Leitung. Bei Neuanlage von Kanälen aber kann wegen Fortfall des Treidelweges so bedeutend an Grunderwerb gespart werden, dass sich die Gesamtanlage unbedingt sehr billig stellen muss.

Um das genannte Ziel zu erreichen, soll die Kontaktschiene, durch welche der elektrische Strom zugeleitet wird, als Gegenschiene ausgebildet werden, gegen welche das Kontaktrad in bestimmtem Verhältniss zur Zugkraft angepresst wird. Der Reibungsdruck auf Kontakt- und Laufschienen kann hierdurch beliebig vergrössert werden. Mit leichten Zugmaschinen kann ein grosser Zug ausgeübt werden, und da nicht nur alle Laufräder, sondern auch das Kontaktrad angetrieben werden sollen, wird

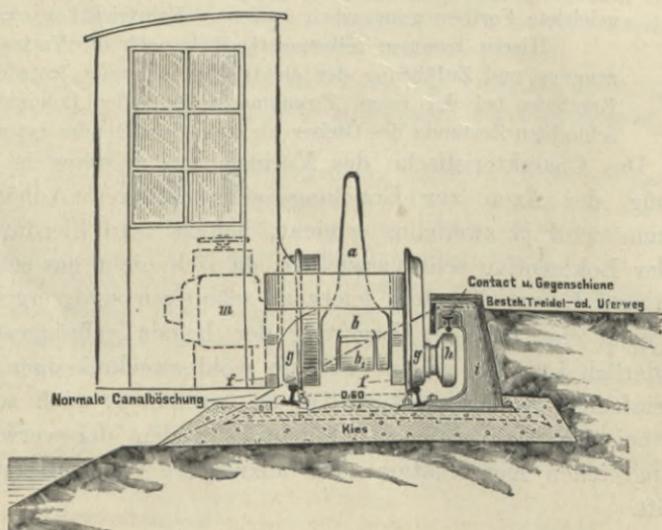


Abbildung 4.

jeder unnöthige Reibungsdruck vermieden und der Stromverbrauch muss so gering werden wie möglich. Durch die Gegenschiene wird auch die Standsicherheit der Treidelmaschine vergrössert. Trotz des auftretenden starken Seitenzuges ist nur eine schmale Spur nöthig. Hierdurch werden die Herstellungskosten des Gleises vermindert und es kann so gestaltet werden, dass es mit der elektrischen Leitung in der normalen Canalböschung oder in Ufermauern ohne merkliche Einschränkung der Ufer-

strassen angebracht werden kann. Abbildung 4 zeigt den Einbau eines solchen Treidelgleises in eine normale Kanalböschung und giebt zugleich eine Stirnansicht der Treidelmaschine. Abbildung 5 stellt in einfachen Linien eine Seitenansicht von der Treidelmaschine dar.

Um in der Gestaltung, der Bedienung und der Unterhaltung des Motors ganz frei zu sein, ist der Motor *m* mit dem Führerhäuschen ganz seitwärts gelegt. Ohne den Druck auf das Gegenrad *h* würde fast die

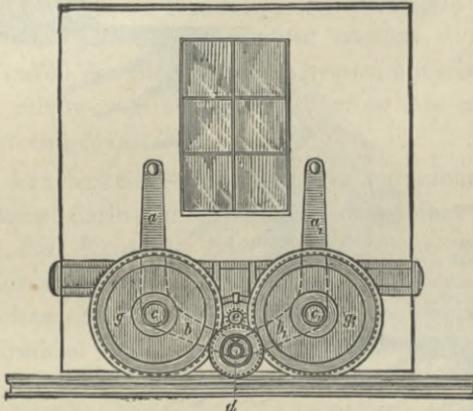


Abbildung 5.

ganze Last der Treidelmaschine auf der äusseren Schiene ruhen. Durch den Druck auf das Gegenrad *h* wird die äussere Schiene entlastet und die innere Schiene entsprechend belastet. Der Gesamtdruck auf die vier Laufräder *g* wird um die Grösse des Gegendrucks gegen die Gegenschiene vergrössert. Die Grösse des Druckes gegen die Gegenschiene lässt sich durch entsprechende Anspannung der Federn regeln. Es lässt sich der Druck so vertheilen,

dass alle drei Schienen oder alle fünf Laufräder gleichen Druck erhalten.

Die Art des Antriebes kann verschiedenartig gestaltet werden. Bei der dargestellten Anordnung wird die Achse *d* des Gegenrades unmittelbar von der Motorachse *e* angetrieben. In das Zahnrad der Achse *d* greifen zugleich die Zahnräder der Laufachsen *c* und *c*₁, so dass auf einfache Weise sämtliche Laufachsen angetrieben werden. Das Uebersetzungsverhältniss zwischen den Zahnrädern kann beliebig gewählt werden, wie auch die Anordnung der Zahnräder eine beliebige ist. Es ist nur nöthig, dass die Laufräder *g* und *g*₁ und das Gegenrad *h* dieselbe Laufrichtung und dieselbe Laufgeschwindigkeit haben. In dem dargestellten Falle ist dies dadurch erreicht, dass für das Laufrad *h* eine Uebersetzung weniger vorhanden ist, und dass für die Achsen *d* und *c* bzw. *c*₁ zwischen dem Laufkreise und dem Theilkreise des zugehörigen Zahnrades ein gleiches Verhältniss besteht.

Um ein stets richtiges Eingreifen der Zahnräder zu erzielen, muss die Entfernung zwischen den Achsen *e* und *d* einerseits und den Achsen *d* und *c* bzw. *c*₁ andererseits unveränderlich bleiben. Die Achsen *d* und *e* sind fest miteinander verbunden und müssen, um die Federung zur Geltung zu bringen, eine geringe senkrechte Verschieblichkeit haben. Die Achsen *d* und *c* bzw. *c*₁ sind durch Hebelarm *b* und *b*₁ miteinander verbunden. Die Achsen *c* und *c*₁ müssen, im Gegensatz zu den Achsen *d* und *e* sich wagrecht etwas verschieben können. Mit den Hebelarmen *b* und *b*₁ kann man ohne Weiteres die Hebelarme *a* und *a*₁ verbinden und dadurch erreichen, dass die Achse *d* und somit das Gegenrad *h* unmittelbar in bestimmtem Verhältniss zum Seilzuge gegen die Gegenschiene angepresst wird. Man kann am Hebelarm *a* das Seil in beliebiger Höhe angreifen lassen, so dass das Verhältniss, mit welchem der Seilzug auf den Druck des Gegenrades gegen die Gegenschiene einwirkt, beliebig gewählt werden kann.

Die Anordnung des Gleises ist eine beliebige, es muss nur die Gegenschiene gegen die Laufschiene eine unverrückbare Lage erhalten. An Stelle der dargestellten eisernen Böcke i, welche auf die Querschwellen

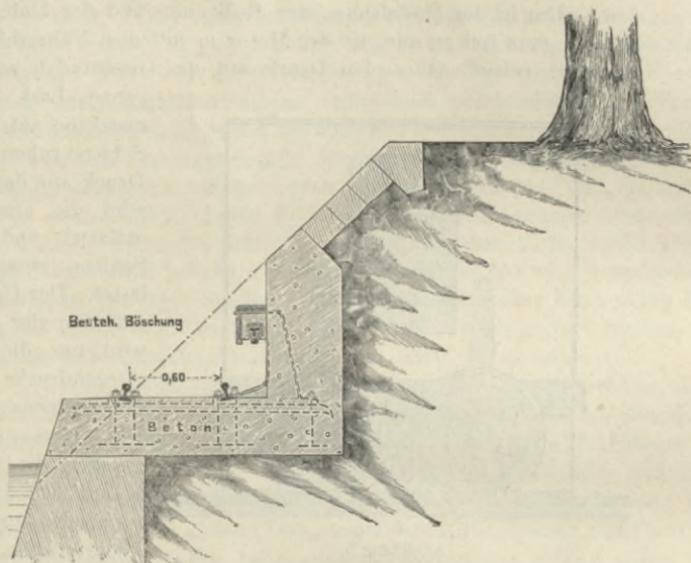


Abbildung 6.

geschraubt sind, die Kontaktschiene mittels Keile aus Isoliermasse tragen und zugleich die Unterlagsplatten für die innere Laufschiene bilden, können auch ohne Weiteres derartig aufgebogene Querschwellen verwendet werden, dass die Kontaktschiene in dem aufgebogenen Theil der Querschwelle befestigt werden kann. Ein Schutzkasten aus hölzernen Bohlen für die Kontaktschiene ist in beiden Fällen leicht anzubringen. Zweckmässig wird man hierbei die obere Bohle als Klappe ausbilden, damit die Kontaktschiene leicht untersucht und ausgebessert werden kann.

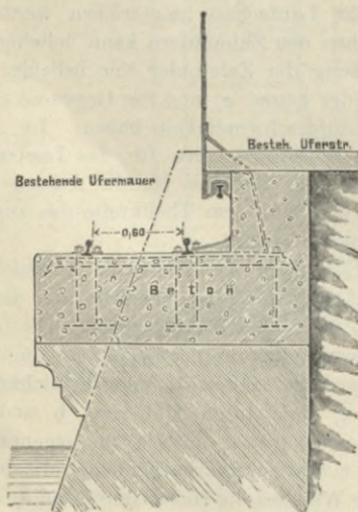


Abbildung 7.

Ein solches Gleis kann nicht nur in normaler Kanalböschung, sondern mit gleichem Vortheil auch in steileren Böschungen und sogar in Ufermauern angebracht werden, ohne dass die anliegenden Uferstrassen in ihrer Nutzbarkeit für den Verkehr oder in ihrer Schönheit eine Einbusse erleiden. (Abb. 6 und 7.)

Hiernach dürfte der Hauptzweck der beschriebenen elektrischen Treidelung darauf beruhen, dass sich das Treidelgleis trotz niedriger Anlagekosten allen Verhältnissen vorzüglich anzupassen versteht und nicht nur bei freier Lage des Kanals oder Flusses, sondern auch in dem

belebtesten und schönsten Stadttheile angelegt werden kann. In Berlin z. B. würde solche Gleisanlage weder an den Kanälen noch an den Ufern der Spreearme gewichtige Bedenken erregen können. Bei den Kanal- und Spreeüberbrückungen kann das sehr schmale Gleis mit der elektrischen Leitung leicht auf kleinen eisernen Kragträgern an den Widerlagspfeilern angebracht werden. Höchstens werden einige tiefliegende Bogenbrücken eine etwas veränderte Form des Führerhäuschens erfordern. Es steht deshalb im allgemeinen Interesse zu wünschen, dass bei den bevorstehenden Berathungen der elektrischen Treidelung auf dem Teltower Kanal auch dieser Vorschlag ernstlich in Erwägung gezogen würde.»

Wiewohl das Feldmannsche System auf den ersten Blick mancherlei Vorzüge aufzuweisen scheint, so dürften ihm andererseits auch wichtige Bedenken entgegenstehen.

In konstruktiver Beziehung ist ein nicht unwesentlicher Mangel des Systems darin zu erblicken, dass eine zuverlässige, dauerhafte Isolirung der Kontakt- oder Gegenschiene sowie des Kontaktrades wegen der auftretenden grossen mechanischen Beanspruchungen kaum durchführbar scheint. Der Technik ist es bis jetzt noch nicht gelungen, ein Isolirmittel zu erfinden, das der häufig wiederkehrenden Einwirkung stärkerer äusserer Angriffe auf die Dauer Widerstand zu leisten vermöchte. Aber gerade auf diese Eigenschaft ist bei einem elektrischen Leitungssystem der grösste Werth zu legen, weil hiervon seine praktische Brauchbarkeit in erster Linie mit abhängt. Es sei in dieser Beziehung auf das Lambsche System verwiesen. Bekanntlich sollte nach der ursprünglichen amerikanischen Anordnung dieses Systems die Stromzuführung durch das die Lokomotive tragende starke Drahtseil geschehen, dessen Stützen mit isolirenden Einlagen versehen waren. Bei den Versuchen, die mit diesem System vor etwa drei Jahren auf Veranlassung der Königl. Preussischen Regierung durch die Firma Siemens & Halske am Finowkanal ausgeführt worden sind, zeigte sich jedoch sehr bald, dass die Isolirmasse in den Stützen nicht genügende Festigkeit besass, um die im Tragseil bei richtig eingestelltem Durchhang auftretenden starken Kräfte aufzunehmen. Es wurden vielmehr sehr bald einzelne Isolireinlagen durch die Druckwirkungen zerstört, so dass man gezwungen war, eine besondere Kontaktleitung zu verlegen, von welcher aus der Strom nach Art des Strassenbahnbetriebes durch Kontaktrolle und Ruthe dem Motor der Lokomotive zugeführt wurde.

Es steht zu erwarten, dass auch bei dem Feldmannschen System bezüglich der Isolirungen der Kontaktschiene und des Kontaktrades bald unliebsame Erfahrungen gemacht werden würden.

Die Anbringung der Kontaktschiene gibt aber auch insofern zu Bedenken Veranlassung, als ihre von oben und an den Seiten verdeckte, der Einwirkung des Luftzuges entzogene Lagerung namentlich im Frühjahr und Herbst die Bildung nachhaltiger feuchter Niederschläge begünstigt, wodurch leicht Isolationsfehler und Stromverluste entstehen.

Obwohl die Kontaktschiene von oben und an den Seiten verdeckt werden soll, liegt die Möglichkeit vor, dass sie von spielenden Kindern oder überhaupt von Unbefugten mit der Hand berührt wird, so dass Unglücksfälle nicht ausgeschlossen sein würden.

Infolge der Anwendung von drei Schienen in Verbindung mit den zur Befestigung der Gegenschiene erforderlichen Böcken und dem zur Verkleidung der letzteren vorgesehenen Bohlenbelag wird das Feldmannsche System sich sowohl in der Anlage als auch in der Unterhaltung theurer stellen, als die Systeme mit einfachem Gleis und den üblichen Kraftleitungen auf hölzernen Masten.

Der in den Zeichnungen dargestellte Einbau des Systems setzt voraus, dass die Oberfläche des Kanalufers so hoch über den Wasserstand des Kanals liegt, dass das Gleis und die die Gegenschiene tragenden eisernen Böcke in den Böschungen oder Ufermauern des Kanals Platz finden. Denn nur in diesem Fall ist es möglich, die gedachten Konstruktionstheile ohne wesentliche Inanspruchnahme der Treidelwege, Uferstrassen oder Kanalborde unterzubringen. Eine so hohe Lage des Ufers ist aber an den Kanälen in vielen Fällen nicht vorhanden.

Alsdann müssten bei Verwendung des Feldmannschen Systems das Gleis und die Gegenschiene auf dem Treidelweg selbst untergebracht werden, dessen sonstige Benutzung hierdurch in unzulässiger Weise beeinträchtigt würde.

Ebenso würde die Durchführung des Feldmannschen Systems an den Schleusen, auf den Leinpfadbrücken, namentlich den beweglichen, ferner bei Kreuzung von Strassenbrücken u. s. w., wo das Gleis und die Gegenschiene aus der Böschung nach der Oberfläche des Geländes oder der darin befindlichen baulichen Anlagen übergeführt werden müsste, auf grosse, zum Theil unüberwindliche Schwierigkeiten stossen. Es wird deshalb wohl nur in seltenen Fällen unter ganz besonderen örtlichen Verhältnissen in Frage kommen können.

4. Bestrebungen der Watt-Akkumulatorenwerke in Zehdenick auf Einführung des Akkumulatorenbetriebs für Kanalfahrzeuge.

Die Watt-Akkumulatorenwerke, Aktiengesellschaft in Zehdenick a. Havel, die hauptsächlich die Herstellung sogenannter elektrischer Trockenzellen betreiben, sich aber nebenbei auch mit dem Bau elektrischer Zellenboote befassen, sind seit längerer Zeit bemüht, ihre Trockenzellen für den Betrieb gewöhnlicher Kanalfahrzeuge zu verwerthen, indem sie diese mit elektrischen Antriebsvorrichtungen (Schraube) ausstatten, die ihren Kraftbedarf aus einer im Schiffskörper untergebrachten Batterie von Trockenzellen entnehmen.

Die Wattwerke sind der Ansicht, dass keines der bisher ver-

suchten mechanischen Schiffszugs-Systeme im Stande sei, folgende für einen geregelten Schiffsverkehr unerlässlichen Bedingungen zu erfüllen:

1. Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen ohne deren Umbau;
2. Vermeidung der Ansammlung von Fahrzeugen vor den Schleusen;
3. Umgehung des Schleppdampferbetriebs an den Unterbrechungen der kanalisirten Wasserstrassen durch Seen usw.;
4. Möglichste Vermeidung von Zusammenstößen ungeschleppter Schiffe, zumal wenn sie bei ihrer unzureichenden Steuerfähigkeit den Einflüssen von Strömung und Wind preisgegeben sind.

Die Wattwerke erkennen als einziges Mittel, das den Anspruch erheben könne, diese Bedingungen zu verwirklichen, die Einführung des Einzelbetriebes für jedes Fahrzeug. Die vermeintlichen Vortheile dieses Betriebes werden von den Wattwerken wie folgt zusammengefasst:

„Sobald ein Fahrzeug eine eigene Antriebsvorrichtung besitzt, vermag es die vorgeschriebene Fahrzeit pünktlich einzuhalten und ist nur in geringem Masse von Wind- und Strömungsverhältnissen abhängig.

Es leuchtet ein, dass es mit derart ausgerüsteten Fahrzeugen, die sich jeden Augenblick schnell in Bewegung setzen können, möglich sein wird, die Schleusungsdauer erheblich abzukürzen und somit die Leistungsfähigkeit der Schleusen zu steigern. Bekanntlich wird beim Schleusen der grösste Zeitverlust durch Ein- und Ausfahren der vor Beginn der Bewegung in Ruhe befindlichen schwerfälligen Kanalfahrzeuge verursacht. Durch die schnellere Abwicklung des Schleusungsgeschäftes wird aber andererseits auch dem Ansammeln der Schiffe vor der Schleuse theilweise vorgebeugt.

An den Unterbrechungen der kanalisirten Wasserstrassen durch Seen u. s. w. fallen für solche Fahrzeuge die mit dem Warten auf Schleppgelegenheit verbundenen Zeitverluste fort.

Einen besonderen Vortheil gewährt die den Schiffen innewohnende Beweglichkeit insofern, als sie ihnen eine viel grössere Steuerfähigkeit verleiht. Sie werden daher viel leichter in der Lage sein, selbst unter dem Einfluss widriger Wind- und Strömungsverhältnisse, Zusammenstösse und Havereien, wenn auch nicht zu vermeiden, so doch wesentlich abzuschwächen.

Während Dampf- und Explosionsmotoren, die man schon früher versuchsweise zum Antrieb von Schrauben auf Kanalschiffen verwendet hat, ziemlich verwickelte und nicht ungefährliche Einrichtungen darstellen, die zu tadelloser Arbeit einer sorgfältigen Wartung, sowie eines geschulten und theuren Bedienungspersonals bedürfen, sind die elektrischen Einrichtungen im vorliegenden Falle verhältnissmässig einfacher Art und erfordern während der Fahrt keine besondere Wartung. Für die Batterie genügt eine zeitweilig ausgeübte Kontrolle, die im übrigen keinerlei besondere technische Schulung voraussetzt, während die Handhabung der elektrischen Antriebsmaschine in einfachster Weise durch Bedienung eines Stellhebels durch den Steuermann erfolgt, ohne dass dieser dabei seinen Platz zu verlassen braucht. Eine Vermehrung der Schiffsmannschaft ist also nicht erforderlich.

Die Verminderung der Ladefähigkeit, die bei Akkumulatorenschiffen meist als besonderer Nachtheil geltend gemacht wird, gleicht sich zum Theil durch das Fehlen der Masten, Segel, Trossen u. s. w. wieder aus. Auch lässt sich bei Herstellung von Ladestationen in Entfernungen einer Tagereise das Gewicht der Batterie wesentlich einschränken. Da die Schrauben der elektrisch angetriebenen Kanalfahrzeuge eine viel geringere Kraft auf das Wasser zu übertragen haben, als die Schleppdampferschrauben, so werden natürlich auch die entstehenden Wasserbewegungen geringer sein und dementsprechend weniger erhebliche Beschädigungen der Sohle und der Böschungen des Kanals verursachen.“

Das erste Kanalfahrzeug, das mit elektrischem Antrieb nach den vorerwähnten Gesichtspunkten ausgerüstet wurde, war ein Oderkahn der Aktiengesellschaft für Holzverwerthung und -Imprägnirung in Berlin, der seit etwa zwei Jahren ständig auf der Strecke Liebenwalde-Oderberg-Bralitz und Liebenwalde-Berlin verkehrt. Das Fahrzeug vermag bei einer Tragfähigkeit von 97 t und dem Gewichte der elektrischen Einrichtung von 6,2 t den Kraftbedarf für 50 Fahrstunden mit sich zu führen. Nach Angabe des Betriebsleiters der Aktiengesellschaft für Holzverwerthung u. s. w. hat sich die elektrische Einrichtung auf diesem Fahrzeug in technischer und wirthschaftlicher Hinsicht bewährt.

Ein weiterer Versuch wurde im Sommer des verflossenen Jahres mit einem neuen Finowkahn, einer sogenannten Stevenzille, von 175 t grösster Tragfähigkeit gemacht.

Die tonnenkilometrischen Beförderungskosten hängen selbstverständlich wesentlich von der Gesamtausnutzung des Fahrzeuges ab, d. h. von der Geschwindigkeit der einzelnen Fahrten, ferner davon, ob bei sämtlichen Fahrten die Tragfähigkeit des Schiffes voll oder nur zum Theil ausgenutzt wird, sowie von der Gesamtzeit, die das Fahrzeug während des Jahres im Betrieb ist. Sie betragen nach Angabe der Wattwerke bei einem Finowkahn von der genannten Tragfähigkeit, unter Annahme eines Aufwandes von 10 v. H. für Abschreibung und Unterhaltung der elektrischen Einrichtung:

1. bei einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 3,6 km/ Stunde (= rund 4 km/Stunde auf freier Strecke) und bei voller Befrachtung des Fahrzeuges bei sämtlichen Fahrten (rund 4000 km/Jahr) = 0,40 Pfg.,
2. bei derselben Geschwindigkeit und $\frac{1}{4}$ Leerfahrten im Jahr = 0,53 Pfg.,
3. bei derselben Geschwindigkeit und $\frac{1}{2}$ Leerfahrten im Jahr = 0,80 Pfg.,
4. bei einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 2,5 km/ Stunde und unter Annahme voller Ausnutzung der Ladefähigkeit bei sämtlichen Fahrten (rund 2700 km/Jahr) = 0,15 Pfg.,

5. bei derselben Geschwindigkeit und $\frac{1}{2}$ Leerfahrten im Jahr
= 0,30 Pfg.

Da die Betriebskosten auch noch durch die Grösse der Tragfähigkeit des Fahrzeugs beeinflusst werden, so geben die Wattwerke die tonnenkilometrischen Beförderungskosten zum Vergleich für ein Schiff von 450 t Ladefähigkeit wie folgt an:

1. bei 4 km stündlicher Geschwindigkeit und voller Ausnutzung der Tragfähigkeit, sowie 4800 km jährlicher Fahrtlänge
= 0,16 Pfg.,
2. bei derselben Geschwindigkeit und $\frac{1}{4}$ Leerfahrten im Jahr
= 0,31 Pfg.

In rein technischer Beziehung sind die Berichterstatter auf Grund von Versuchsfahrten mit den elektrischen Schraubenzillen der Wattwerke zu der Ansicht gelangt, dass die vorgesehenen mechanischen Einrichtungen sich voraussichtlich bewähren werden. Der Elektromotor ist in einem kleinen verdeckten Raum am Heck des Schiffes eingebaut und steht mit der Welle der Schiffsschraube mittels Zahnradübersetzung in Eingriff. Er kann vom Deck aus mit Hülfe eines Stellhebels von jedem gewöhnlichen Schiffer nach kurzer Anweisung bedient werden.

Die aus Stahlguss bestehende, nach Art der gewöhnlichen Schiffsschrauben ausgebildete Schraube hat vier Flügel mit einem äusseren Durchmesser von 0,85 m und macht in der Minute bis zu 160 Umdrehungen. Nach den Angaben der Wattwerke ergibt die Schraube unter den vorliegenden Verhältnissen eine Nutzleistung von 45 bis 50%. Soweit sich gelegentlich der vorerwähnten Versuchsfahrten beobachten liess, scheint die Nutzleistung der Schrauben bei den von den Wattwerken ausgerüsteten Zillen in der That wesentlich günstiger zu sein, als man bisher für die Schiffsschrauben angenommen hat, jedoch die angegebene Höhe nicht ganz zu erreichen.

Allerdings wächst der Kraftaufwand bzw. der Stromverbrauch und dementsprechend die Ausdehnung und der Preis der Anlage sehr erheblich mit der Zunahme der Geschwindigkeit, die von dem Fahrzeug verlangt wird. Für die Praxis dürfte die wirtschaftliche Grenze der Geschwindigkeit bei etwa 4 km/Stde. liegen, ein Werth, der auf den Schifffahrtskanälen auch aus anderen Gründen im Allgemeinen nicht wesentlich überschritten werden darf.

Die elektrischen Schraubenzillen der Wattgesellschaft werden unter bestimmten Voraussetzungen mit Vortheil zu verwenden sein, namentlich dann, wenn es sich um eine regelmässige und schnelle Beförderung von Frachten zwischen bestimmten Verkehrspunkten handelt, an denen ein rasches Laden und Löschen der Frachten, sowie erforderlichenfalls die Erneuerung der elektrischen Ladung der Akkumulatorenbatterie möglich ist. In solchen Fällen werden die elektrischen Schraubenzillen einen vortheilhaften Ersatz für die wesentlich kostspieligeren sogenannten

Tourendampfer bilden können. Dagegen dürfte die allgemeinere Einführung der neuen Motorfahrzeuge vor der Hand schon aus dem Grunde ausgeschlossen sein, weil es an den meisten Wasserstrassen an den nöthigen Gelegenheiten zur Ergänzung oder Erneuerung der elektrischen Kraft fehlen würde. Ferner ist die elektrisch-mechanische Einrichtung der Schraubenzillen verhältnissmässig theuer. Sie kostet nach den Angaben der Wattwerke beispielsweise bei einem Finowkahn, dessen Neuwerth je nach der Holzart und Bauweise im Durchschnitt zwischen 4000 und 6000 \mathcal{M} anzunehmen ist, rund 8000 \mathcal{M} , unter Zugrundelegung einer stündlichen Geschwindigkeit des Fahrzeuges von 3,6 km und einer Fahrtdauer von 12 Stunden bei einmaliger Ladung der Batterie. Der gewöhnliche Schiffer würde nicht in der Lage sein, eine so erhebliche Summe für die motorische Ausrüstung seiner Zille aufzuwenden. Aus diesem Grunde beabsichtigten die Wattwerke, eine Aktiengesellschaft zu dem Zwecke zu bilden, um die Fahrzeuge der dem elektrischen Betrieb geneigten Schiffer auf Kosten der Gesellschaft mit der elektromotorischen Einrichtung zu versehen und für deren Benutzung von dem Schiffer eine bestimmte Miethe für jede Reise zu erheben. Eine solche Gesellschaft ist jedoch bis jetzt noch nicht ins Leben getreten.

Die Wattwerke haben neuerdings versuchsweise auch ein elektrisches Akkumulatoren- oder Zellenschleppboot erbaut, um damit den Nachweis zu führen, dass solche Boote im Kanalbetrieb vortheilhaft Verwendung finden können, unter anderem z. B. zur Beschleunigung des Schleusendienstes — an Stelle von sonstigen mechanischen Vorrichtungen.

Bei vielen verkehrsreichen Kanälen, namentlich solchen, die aus älterer Zeit stammen und deren Betriebseinrichtungen den neuzeitlichen Verkehrsanforderungen nicht entsprechen, hat es sich als wesentlicher Uebelstand herausgestellt, dass die Leistungsfähigkeit der Schleusen zu gering ist, weil der Schleusungsvorgang zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Infolgedessen müssen die Schiffe oft lange im Range liegend warten, bis die Reihe des Durchschleusens an sie gelangt. Da die Kanal-Schiffe meist ohne mechanische Schleppkraft fahren, müssen sie den Weg vom Rang in die Schleuse und aus dieser heraus in der Regel mit Hülfe von Menschenkraft zurücklegen, wozu, wie bereits früher erwähnt, der grösste Theil der Schleusungszeit beansprucht wird. Soll dieser Zeitverlust nach Möglichkeit vermindert werden, so muss die menschliche Kraft durch mechanische Hilfsmittel ersetzt werden.

Hierzu scheinen nun besondere kleine Schleppboote, die lediglich den Verschubdienst an den Schleusen zu bewirken haben, in manchen Fällen, namentlich dann, wenn es sich um Doppelschleusen und ungünstig gestaltete Schleusenvorhöfen handelt, eine zweckmässige

Aushilfe darzubieten, weil in solchen Fällen sonstige mechanische Einrichtungen, wie etwa Spills mit Leitwänden u. s. w., wegen der schwierigen örtlichen Verhältnisse und wegen der hohen Anlage- und Unterhaltungskosten nicht angewendet werden können. Die Verwendung elektrischer Schleppboote zu dem gedachten Zweck setzt freilich voraus, dass an den betreffenden Schleusen oder in deren Nähe elektrischer Strom zur Verfügung steht.

Die motorische Einrichtung des von den Wattwerken erbauten elektrischen Zellenbootes »Fritz« ist nach denselben Gesichtspunkten wie bei den elektrischen Schraubenzillen durchgeführt. Das Boot ist 14,0 m lang, 3,2 m breit und hat 1,2 m Tiefgang; es vermag eine Grösstleistung von 70,5 indizierten, entsprechend rund 57 effektiven Pferdestärken zu entwickeln. Gegen Ende des verflossenen Jahres hat das Boot »Fritz« einige Zeit lang an der Mühlendammschleuse in Berlin Schleppdienste geleistet und sich dabei in betriebstechnischer Hinsicht zur Zufriedenheit bewährt. Ob derartige Boote auch den in wirtschaftlicher Hinsicht an sie zu stellenden Anforderungen entsprechen, d. h. verhältnismässig nicht zu teuer arbeiten werden, darüber liegen noch keine genügenden Erfahrungen vor.

Der »Fritz« hat späterhin auch an den Lieper Schleusen des Finowkanals versuchsweise für kurze Zeit den Schleusendienst besorgt. Die nachstehenden Abbildungen 8 bis 11 zeigen das Schleppboot in

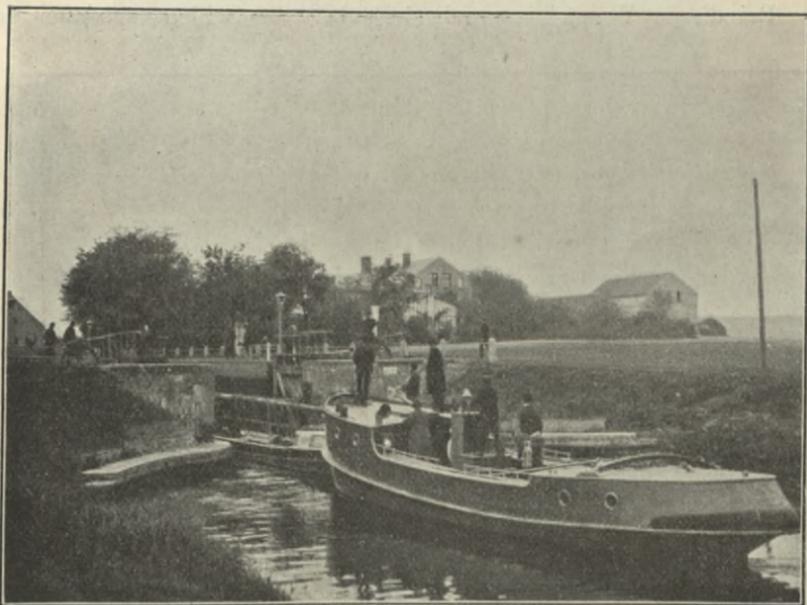


Abbildung 8.

seiner Thätigkeit an den genannten Schleusen, und zwar veranschaulichen die Abbildungen 8 bis 10 das Hineindrücken eines Fahrzeugs



Abbildung 9.

in die nördliche Schleuse, Abbildung 11 dagegen das Herausziehen eines Fahrzeugs aus derselben Schleuse.

Bei diesen Versuchen ergab sich, dass die Schleusungsdauer der



Abbildung 10.

Finowschleusen, die jetzt für je zwei bergwärts und thalwärts zu befördernde Schiffe zusammen durchschnittlich 55 Minuten beträgt, sich bei Benutzung geeigneter elektrischer Schleppboote zum Ein- und Ausschleppen der Fahrzeuge auf etwa 35 Minuten verkürzen lassen würde. Es ergab sich ferner, dass für die Finowkähne die Maschinenkraft des »Fritz« viel zu stark war, und dass für sie ein Schleppboot von 10 effektiven Pferdestärken voraussichtlich genügen wird.

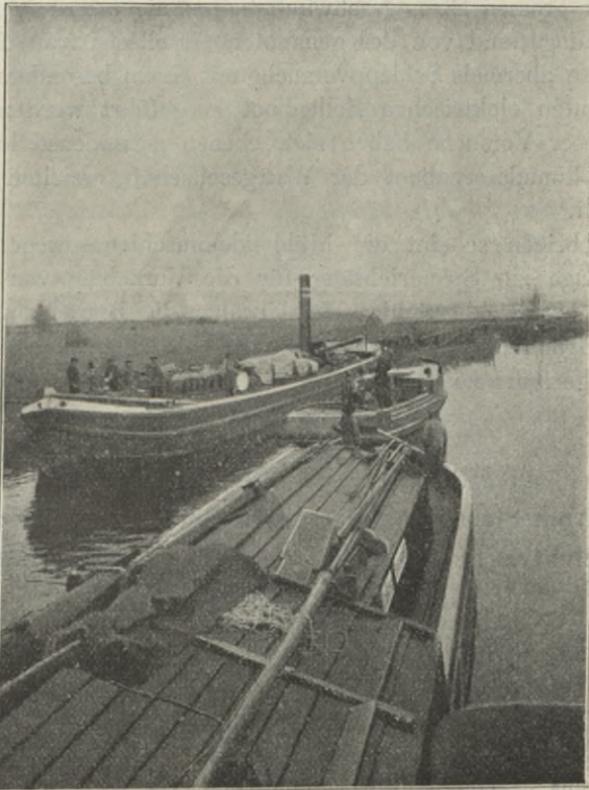


Abbildung 11.

Die Unterhaltungs- und Betriebskosten eines solchen Bootes würden sich nach den Angaben der Wattwerke bei Annahme von 20 Schleusungen je Tag und unter Zugrundelegung eines Einheitspreises von 0,10 \mathcal{M} für die Kilowattstunde auf rund 4600 \mathcal{M} jährlich belaufen, wobei ferner angenommen ist, dass für die Bedienung des Bootes zwei Mann erforderlich sind. Zu bemerken ist, dass die Unterhaltungskosten der elektrischen Batterie so hoch in Rechnung gestellt sind, dass die Batterie jedes Jahr als völlig erneuert betrachtet werden kann.

Aehnliche Versuche sind bereits in den Jahren 1896 und 1897 mit einem von der Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft Hagen i. W. erbauten Boot an der Mühlendammschleuse in Berlin gemacht worden. Da dieses Boot jedoch ursprünglich zur Personenbeförderung bestimmt und nur vorübergehend für die Versuche mit den nöthigen Vorrichtungen für Schleppzwecke versehen worden war, zeigte es sich bald, dass es hierfür besonders wegen seiner beim Wenden hinderlichen grossen Länge ungeeignet war, und auch seine Maschinenkraft zur Ueberwindung der grossen Stromgeschwindigkeiten nicht ausreichte.

Neuerdings sind von der genannten Gesellschaft an der Mühlendammschleuse abermals Schleppversuche mit einem besonders zu diesem Zweck erbauten elektrischen Zellenboot ausgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Versuche haben sich ebenso zufriedenstellend wie die mit dem Akkumulatorenboot der Wattgesellschaft erzielten Ergebnisse herausgestellt.

Im Uebrigen scheint die Mühlendammschleuse wegen ihrer ungünstigen Lage zur Stromrichtung für die Vornahme von Versuchen, aus denen ein abschliessendes Urtheil über die Brauchbarkeit solcher Boote auf Grund allgemein gültiger Vergleichszahlen gewonnen werden soll, wenig geeignet zu sein.

5. Mittheilung über einen Entwurf der Firma Siemens & Halske in Berlin zur Errichtung eines elektrischen Schleppbetriebes auf einem Theil der Havel-Oder-Wasserstrasse.

Für die Durchführung eines grösseren Versuchs hatte die preussische Regierung den mittleren Abschnitt der Havel-Oder-Wasserstrasse von der Grafenbrücker bis zur Malzer Schleusenanlage ins Auge gefasst. Auch war bereits für diesen Zweck ein ausführlicher Entwurf von der Firma Siemens & Halske in Berlin aufgestellt worden, in welchem auf Grund der bisher auf diesem Gebiet gewonnenen Erfahrungen die Anwendung möglichst vervollkommneter Einrichtungen und Konstruktionen vorgesehen war. Von der weiteren Verfolgung dieses Planes ist zwar Abstand genommen, gleichwohl wird es von Interesse sein, wenn die Grundzüge jenes Entwurfes bekannt gegeben werden.

Die rund 103 km lange Havel-Oder-Wasserstrasse, welche die nordöstlichen Gebiete der preussischen Monarchie mit der Hauptstadt Berlin und weiterhin mit der Elbe verbindet, beginnt östlich an der Oder bei den Hohensaatener-Schleusen, benutzt demnächst die Alte Oder, sowie den Oderberger- und Lieper-See, geht an den Lieper-Schleusen in den kanalisirten Lauf des Finowflusses über, erhebt sich in diesem sowie in der westlich daran anschliessenden Abdachung der

Wasserscheide zwischen Oder und Elbe mit Hilfe von 13 Schleusen*) zu der 11,8 km langen Scheitelstrecke, die östlich von den Zerpenschleusen und westlich von den Liebenwalder-Schleusen begrenzt wird, und senkt sich demnächst unter Benutzung des Malzer-Kanals, der Friedrichsthaler Havel und des Oranienburger-Kanals zur Spandauer-Havel, die sie bis zu deren unteren Grenze, an der Einmündung der Spree in die Havel, verfolgt.

In der westlichen Schleusentreppe der Havel-Oder-Wasserstrasse sind unterhalb der Scheitelstrecke noch vier Schleusenanlagen vorhanden, nämlich bei Malz, Oranienburg, Pinnow und in Spandau. Der zwischen den Lieper-Schleusen und dem Malzer-Kanal gelegene Abschnitt der Wasserstrasse wird insonderheit der Finowkanal genannt.

Die Schleusenanlagen der Havel-Oder-Wasserstrasse weisen, mit Ausnahme der Schleuse in Spandau, durchweg zwei nebeneinander liegende Schleusenkammern auf, von denen jede gleichzeitig je zwei Finowkähne — von 175 t grösster Tragfähigkeit — in sich aufnehmen kann.

Die Fortbewegung der Schiffe und Flösse erfolgt auf den Kanälen und kanalisirten Strecken der Havel-Oder-Wasserstrasse z. Zt. vorwiegend durch Pferdekraft und Segel und in beschränktem Umfang auch durch Menschenkraft, während auf den fluss- und seeartigen Strecken die Segelschifffahrt und Dampfschlepperei im Gebrauch sind.

Nach dem oben erwähnten Entwurf sollte nun der zwischen den Grafenbrücker- und Malzer-Schleusen gelegene, rund 28 km lange Theil der Havel-Oder-Wasserstrasse für elektrischen Schleppbetrieb eingerichtet werden.

Bei Ermittlung der Höchstzahl der an den Tagen stärksten Verkehrs zu befördernden Schleppzüge, deren jeder aus zwei Lastkähnen bestehend angenommen ist, ist man von folgenden Erwägungen ausgegangen.

Die in Rede stehende Kanalstrecke zerfällt bezüglich des Verkehrs in zwei Abschnitte:

a) Grafenbrücker- — Liebenwalder-Schleusen = rd. 18,0 km

b) Liebenwalder- — Malzer-Schleusen = „ 10,0 „ .

In den letzten Jahren betrug der jährliche Verkehr:

auf dem Abschnitt a = rd. 2 200 000 t

„ „ „ b = „ 2 870 000 t.

An der Bewältigung dieses Verkehrs beteiligten sich jährlich im Durchschnitt:

auf dem Abschnitt a = 24 500 Fahrzeuge, wovon 16 500 beladen,

„ „ „ b = 32 500 „ „ 21 000 „ .

*) Diese Schleusen sind, in der Richtung von Ost nach West aufgezählt: Lieper-, Stecher-, Ragöser-, Eberswalder-, Kupperhammer-, Drahthammer-, Wolfswinkler-, Heegermühler-, Schöpforthaler-, Grafenbrücker-, Leesenbrücker-, Ruhlsdorfer-, Zerpenschleusen.

Hieraus bestimmt sich die durchschnittliche Ladung jedes Lastkahns, für beide Abschnitte gemittelt, zu 135 t. Die jährliche Dauer der Kanalschiffahrt beträgt im Durchschnitt 265 Tage. Für die Theilung des Verkehrs nach der Lastrichtung — von der Oder zur Havel — und nach der Leerrichtung — von der Havel zur Oder — können folgende Verhältnisszahlen zu Grunde gelegt werden:

für den Abschnitt a = 4 : 1

„ „ „ b = 4,5 : 1.

Die grösste Fahrgeschwindigkeit der Schleppzüge auf der freien Strecke würde im Hinblick auf die Querschnittsabmessungen der Wasserstrasse nicht über 4 km/Stunde hinausgehen dürfen.

Aus den oben mitgetheilten Zahlen ergibt sich die tägliche durchschnittliche Zahl der beladenen Fahrzeuge für:

$$\text{Abschnitt a} = \frac{2200000}{135 \cdot 265} = 61 \text{ Lastkähne}$$

$$\text{„ b} = \frac{2870000}{135 \cdot 265} = 80 \text{ „ .}$$

Es kann ferner angenommen werden, dass an den Tagen stärksten Verkehrs der Grösstwerth der Güterbewegung deren Durchschnittswerth um etwa 25% übertrifft, dass mithin an solchen Tagen verkehren:

auf Abschnitt a = 80 Lastkähne

„ „ b = 100 „ .

Von diesem Verkehr werden nach den vorher angegebenen Verhältnisszahlen entfallen:

1. in der Lastrichtung:

auf Abschnitt a = 64 Fahrzeuge

„ „ b = 82 „ .

2. in der Leerrichtung:

auf Abschnitt a = 16 Fahrzeuge

„ „ b = 18 „ .

Da nun, wie bereits erwähnt, jeder Schleppzug aus zwei Lastkähnen bestehen soll, ergibt sich die Höchstzahl der Schleppzüge an den Tagen des stärksten Verkehrs:

$$\text{für Abschnitt a zu } \begin{cases} 32 \text{ in der Lastrichtung} \\ 8 \text{ „ „ Leerrichtung} \end{cases}$$

$$\text{„ „ b „ } \begin{cases} 41 \text{ „ „ Lastrichtung} \\ 9 \text{ „ „ Leerrichtung.} \end{cases}$$

Aus diesen Zahlen bestimmt sich die Anzahl der für den Verkehr auf der freien Strecke erforderlichen Lokomotiven. Es würden deren unter der Voraussetzung, dass der Gesamtverkehr der Wasserstrasse sich des elektrischen Schleppdienstes bedienen würde, im ganzen 38 Stück einzustellen sein, nämlich: Für den Abschnitt a = 23 Stück (wovon 11 Stück für die Strecke von den Grafenbrücker- bis zu den Zerpenschleusen und 12 Stück für die Strecke von den Zerpenschleusen

bis zu den Liebenwalder-Schleusen), ferner für den Abschnitt b = 15 Stück.

Entsprechend der durch den Verkehr gegebenen Theilung ist auch für den Betrieb die Zerlegung der Strecke in zwei Abschnitte angenommen, deren jeder von einem besonderen Kraftwerk aus mit Gleichstrom von im Mittel 550 Volt Fahrdrahtspannung versorgt wird.

Die Erzeugung des elektrischen Stromes geschieht in Gleichstromdynamos mittels Riemenantrieb durch stationäre Verbundlokomobilen, von denen je zwei den regelmässigen Verkehr mit Sicherheit aufrecht erhalten können. Für die Tage des stärksten Verkehrs musste jedoch für jedes Kraftwerk noch ein dritter Maschinensatz vorgesehen werden. Die Kraftwerke sind als einfache Eisenfachwerkbauten geplant. Für jedes der beiden Kanalufer ist ein zweischieniges Gleis von 1 m Spurweite angenommen, das aus einer äusseren Hauptschiene mit einem Gewicht von 10 kg/m und einer inneren Nebenschiene mit einem Gewicht von 5kg/m besteht. Die Schienen ruhen auf hölzernen Querschwellen, mit denen sie in gewöhnlicher Weise durch Schienennägel verbunden sind. Die Hauptschiene ist bis zum Schienenkopf vom Erdreich umgeben, die Nebenschiene wird etwa bündig mit dem Erdboden verlegt. Auf die erstere entfallen etwa 85% des Lokomotivgewichtes, während die Nebenschiene hauptsächlich den Zweck hat, für die breiten Nebenräder der Lokomotive auch bei feuchtem Wetter eine feste Stütze zu bilden. Die einseitige Gewichtsvertheilung der Lokomotive trägt wesentlich zur Erhöhung ihrer Standhaftigkeit bei.

Der kleinste Halbmesser der Krümmungen, die sowohl an den Schleusen zur Ueberführung des Gleises auf das andere Kanalufer als auch bei den Unterführungen der Wegebrücken erforderlich sind, beträgt 10 m, wodurch für die Lokomotiven ein sicheres Befahren der Krümmungen ohne Ueberhöhung der Schienen gewährleistet ist. Die erforderlichen Weichen an den Schleusen und an den Lokomotivschuppen sind als Schleppweichen einfacher Bauart und in die abzweigende Richtung nur von dem Führer verstellbar eingerichtet, so dass ein unbefugtes Verstellen der Weichen und eine hierdurch herbeigeführte Betriebsstörung ausgeschlossen scheint.

Die Anordnung der Leitungsanlage ist ähnlich wie bei den Strassenbahnen. Ein Fahrdraht aus Hartkupfer von 8 mm Durchmesser läuft in $4\frac{1}{2}$ bis 5 m Höhe über dem Erdboden parallel der Hauptschiene und wird in Abständen von etwa 30 m von besonderen Isolatoren an eisernen Auslegern, die an Holzmasten befestigt sind, getragen. Die Rückleitung des Stromes geschieht durch die Fahr-schienen, die zu diesem Zweck an den Stössen der Haupt- und Nebenschienen durch angenietete Kupferstreifen leitend verbunden werden. Zur Verstärkung des Fahrdrahtquerschnittes werden streckenweise von den Kraftwerken ausgehend auf gewöhnlichen Isolatoren Kupferleitungen

verlegt, die je nach der auf der Strecke entstehenden Strombelastung bezüglich ihres Querschnittes und ihrer Länge bemessen sind. Bei Wegeüberführungen sollen die Starkstromleitungen durch Schutznetze von unten, erforderlichenfalls auch seitlich umgeben werden, um ein Berühren von Fuhrwerken aus u. s. w. nach Möglichkeit zu verhüten. Zum Schutze gegen Blitzgefahr sind in Abständen von je etwa 1 km an geeigneten Masten Hörner-Blitzableiter Siemens'scher Bauart vor-

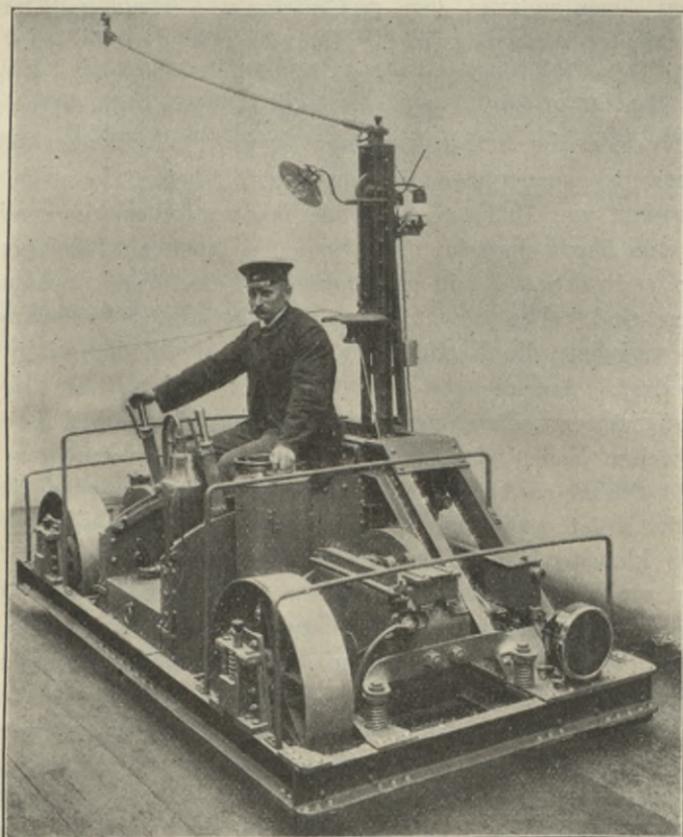


Abbildung 12.

gesehen, für welche an diesen Masten eine Erdplatte, entsprechend geschützt, in das Kanalbett eingelassen wird. Die Verbindung der elektrischen Leitungen beider Kanalufer untereinander soll da, wo Brücken vorhanden sind, durch oberirdisch an diesen geführte Drähte, im übrigen durch in das Kanalbett versenkte, entsprechend geschützte Bleikabel erfolgen, die in Entfernungen von je etwa 3 km genügend tief in die Kanalsohle eingebettet werden, so dass Beschädigungen durch Fahrzeuge oder ausgeworfene Anker nicht stattfinden können.

Die elektrische Lokomotive weist die in der beistehenden Abbildung dargestellte Anordnung auf.

Ihr Gewicht beträgt nach Massgabe eines von der Firma Siemens & Halske bereits ausgeführten Probestücks 2500 kg. Sie entwickelt bei einer Fahrgeschwindigkeit von 4,5 km/Stunde eine Zugkraft von 500 kg, wird von zwei Gleichstrommotoren angetrieben und ist mit einer Seil-Aufwickel- und Anhebevorrichtung versehen, um das im Allgemeinen in 1 m Höhe über Schienenoberkante angreifende Zugseil über etwaige Hindernisse am Ufer, wie leere Kähne u. s. w., hinwegheben zu können. Beide Vorrichtungen können durch den Lokomotivführer von seinem Sitz aus durch Kurbelräder leicht bedient werden. Die Regelung der Fahrgeschwindigkeit, sowie der Wechsel der Fahrrichtung erfolgt mit Hilfe eines elektrischen Fahr Schalters.

Der Stromabnehmer ist so eingerichtet, dass er von unten federnd gegen den Fahrdrabt gedrückt wird, um das Befahren von Weichen zu ermöglichen. Letztere können Dank dieser Anordnung in sehr einfacher Weise ausgebildet werden.

Die Durchführung der Gleise auf den Leinpfad- und Schleusenbrücken sowie an den Unterführungen der Wegebrücken bietet keine besonderen Schwierigkeiten. An den Abladestellen sind die Gleise mittels kleiner Viadukte hochgeführt gedacht, so dass darunter das Löschen und Laden der Schiffe ungestört erfolgen kann.

Für die Fahrstrecken der Lokomotiven ist folgende Eintheilung angenommen: Von der Grafenbrücker Schleuse aus fahren die Lokomotiven nur bis zu der wenig über 6 km davon entfernten Zerpenschleuse und kehren alsdann über die hier vorhandene Schleusenüberbrückung leer oder mit leeren Fahrzeugen oder mit den etwa vorhandenen beladenen Schiffen nach der Grafenbrücker Schleusenanlage zurück, um hier neue Schleppzüge in der Lastrichtung (nach der Havel) zu übernehmen. Die zweite Lokomotivstrecke liegt zwischen der Zerpenschleuse und der rund 12 km davon entfernten Liebenwalder-Schleuse; eine dritte Lokomotivstrecke ist für den rund 10 km langen Kanalabschnitt zwischen der Liebenwalder- und Malzer-Schleuse vorgesehen.

Für die regelrechte Durchführung eines Schleppbetriebes mit mechanischen Mitteln ist es unbedingt erforderlich, den Aufenthalt der einzelnen Fahrzeuge an den Schleusen nach Möglichkeit abzukürzen, um den durch die schnellere Fahrt auf den Haltungen erzielten Zeitgewinn nicht zum Theil wieder durch den Aufenthalt an den Schleusen einzubüssen und dadurch einen wesentlichen Vortheil des elektrischen Schleppdienstes zu verlieren. Da mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse der Schleusenanlagen an der Havel-Oder-Wasserstrasse sowohl aus technischen wie aus wirthschaftlichen Gründen weder die Anwendung elektrischer Spills in Verbindung mit Leitwänden und

Dalben noch das Durchholen der Schiffe durch die Vorhäfen und Kammern der Schleusen mit Hülfe der für den Streckendienst bestimmten Lokomotiven angezeigt schien, hat die Firma Siemens & Halske zur Erreichung des in Rede stehenden Zwecks in ihrem Entwurf zwei Vorschläge gemacht, nämlich 1. die Beschleunigung des Schleusendienstes mit Hülfe besonderer, an den Schleusen stationirter Lokomotiven; 2. die Beschleunigung des Schleusendienstes mittels elektrischer Zellenboote.

Die Anwendung des ersten Verfahrens würde zwar mit geringeren Beschaffungs-, Betriebs- und Unterhaltungskosten verbunden sein, als die Anwendung des zweiten Verfahrens. Denn die Anschaffungskosten eines elektrischen Zellenbootes, wie es für den Betrieb der Finow-schleusen erforderlich sein würde, werden sich etwa doppelt so hoch wie die Anschaffungskosten einer elektrischen Lokomotive stellen, auch wird der Betrieb und die Unterhaltung bei den Lokomotiven sich billiger gestalten, als bei den Zellenbooten. Dagegen dürften letztere im Hinblick auf die möglichst rasche, einfache und glatte Abwicklung des Verkehrs bei den hier in Betracht kommenden Verhältnissen den Lokomotiven überlegen sein. Es würde sich für den Fall der Ausführung des Siemens'schen Entwurfs empfohlen haben, beide für die Beschleunigung des Schleusendienstes gemachten Vorschläge zu erproben, um sichere Unterlagen für die vergleichende Beurtheilung der in Rede stehenden Betriebsweisen zu gewinnen.

Die Kosten für die Einrichtung des elektrischen Schleppbetriebes an der Havel-Oder-Wasserstrasse nach dem Siemens'schen Entwurf, jedoch ohne Berücksichtigung des beschleunigten Schleusenbetriebs, sind zu rund 1 350 000 *M* veranschlagt.

Es ist sehr zu bedauern, dass von der weiteren Verfolgung dieses interessanten Entwurfes Abstand genommen werden musste. Zwar soll in den nächsten Jahren an dem im Bau begriffenen Teltowkanal ein elektrischer Schleppdienst eingerichtet werden. Indessen wird dieser Kanal infolge der unmittelbaren Nachbarschaft der Reichshauptstadt Berlin und der hierdurch bedingten besonderen Verkehrsverhältnisse namentlich wegen der zahlreichen Häfen und Ladestellen gewissermassen eine Ausnahmestellung als Wasserstrasse einnehmen, daher wird auch der elektrische Schleppdienst an diesem Kanal sich unter eigenartigen Bedingungen abspielen. Aus diesem Grunde kann nur gewünscht werden, dass es späterhin doch noch gelingt, eine elektrische Versuchsanlage, wie sie für die Havel-Oder-Wasserstrasse geplant war, zur Ausführung zu bringen; denn nur auf diese Weise können für die Beurtheilung der wichtigen Frage der betriebstechnischen und wirthschaftlichen Zweckmässigkeit des elektrischen Schleppdienstes an den Kanälen allgemein gültige Erfahrungen gesammelt werden.

6. Schlussbemerkung.

Die vorstehend besprochenen Vorschläge und Versuche sind von deutschen Ingenieuren ausgegangen. Mit Bezug auf das Ausland scheinen Vervollkommnungen im mechanischen Schiffszug auf Kanälen seit dem letzten Pariser Schiffahrtskongress nicht zu verzeichnen zu sein, wenigstens sind unsere Bemühungen, hierauf bezügliche Angaben aus der technischen Litteratur oder durch Anfragen bei geeigneten Stellen des Auslandes zu gewinnen, ohne Ergebniss geblieben.



