

fest Alfred Loebell 3

IX. INTERNATIONALER SCHIFFAHRTS-CONGRESS.
DÜSSELDORF — 1902.

I. Abtheilung.

2. Mittheilung.

Elektricität und Binnenschiffahrt.

Mittheilung

von

E. Abshoff und O. Büsser.

Münster i. W.

Buchdruckerei von Johannes Bredt.

1902.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316113

BPK B-107/2018

III. 17. 685



Elektricität und Binnenschiffahrt.

III-307084

Mittheilung

von

E. Abshoff und **O. Büsser.**

Einleitung und Geschichtliches.

Der Verkehr der Menschen, der Ortschaften, der Völker, der Länder und Erdtheile untereinander, der Orts- wie der Weltverkehr, hat seine Geschichte der Entwicklung und des Niedergangs wie jedes andere Kulturmittel. Zuerst durch Boten und Reiter und Saumthiere, dann durch Fuhrwerke jeder Form mit lebenden Zugmitteln jeder Art auf Wegen, anfänglich wie die Natur sie bot, später auch auf durch Kunst gebesserten und befestigten Strassen, erlangte der Landverkehr in alter Zeit seinen Höhepunkt im alten römischen Reich, und erst nach langer mittelalterlicher Pause, unter Napoleon I., wurde, was Wegebau im grösseren Umfange anbetrifft, einigermaassen Gleiches zustande gebracht. Trotzdem stand in dieser ganzen langen Periode — wie noch jetzt in weltfernen, gering kultivirten Gegenden — der Verkehr zu Wasser hoch über dem zu Lande. Selbstverständlich gilt dies von der Seeschiffahrt, aber auch auf Binnenwasserwegen vollzog sich der Handelsverkehr allezeit so viel leichter, denn auf Landwegen, dass schon in frühester Zeit nicht nur alle schiffbaren Flüsse für den Verkehr nutzbar gemacht, sondern auch deren Schiffbarkeit gehoben, ja sogar künstliche Flüsse und Kanäle hergestellt wurden. Die seiner Zeit völlig berechnete höhere Werthung des Wasserverkehrs über dem Landverkehr erlitt einen Umschwung mit dem Auftreten der Dampfkraft.

Die ersten Versuche, Dampfkraft — wie nachher Elektricität — für Verkehrszwecke auszunutzen, richteten sich darauf, Wasserfahrzeuge mittelst Maschinen anzutreiben, die durch Dampf (oder Elektricität) in Bewegung gesetzt wurden; der Gedanke, Kraftmaschinen auf Landfuhrwerken zu verwenden, ist erst später aufgenommen worden. Man wird nicht fehlgreifen, wenn man diese Erscheinung auf die in voreisenbahnlicher Zeit herrschende Meinung zurückführt, dass zur Bewältigung eines grossen Verkehrs das Schiff allein in Frage kommen

könne, eine Ansicht, die durch Erfindung der Lokomotive nach und nach in das Gegentheil gekehrt wurde. Auf das geflügelte Rad wurden die kühnsten Hoffnungen vereinigt und das Binnenschiff als nicht mehr zeitgemässes Transportmittel gewissermaassen in die Rumpelkammer des Verkehrs geschoben. Erst das letzte Viertel des verflossenen Jahrhunderts schaffte darin Wandel.

Die Folgen dieser rücksichtslosen Behandlung der Binnenschifffahrt sind heute noch nicht beseitigt, man darf aber sicher erwarten, dass die zur Zeit allmählich mehr und mehr Boden gewinnende bessere Einsicht in das Wesen derselben, das grosse Interesse, das Handel und Industrie, vor allem aber die Baukunst und Technik dem Fluss- und Kanalverkehr und seinen Einrichtungen erweisen, endlich das neuzeitliche All-Heilmittel »Elektrizität«, die Binnenschifffahrt bald wieder in den Stand setzen werden, ihre in der erzwungenen Ruhezeit erstarrten Glieder zu gebrauchen.

Im Jahre 1839 bemühte sich Professor Jakobi auf der Nawa eine Schiffsmaschine durch Elektrizität anzutreiben. Als Quelle der Betriebskraft stand ihm hierbei allein die galvanische Batterie zur Verfügung und dieser Umstand an sich musste hinreichen, den Versuch zum Scheitern zu bringen, denn die Materialien, die in der Batterie verbraucht wurden, waren zu theuer und die ganze Einrichtung nahm mehr Platz in Anspruch, als selbst auf einem Schiff disponibel ist.

Die gleichen Hindernisse stellten sich auch der Erzeugung des elektrischen Lichtes entgegen; auf beiden Gebieten, der elektrischen Energie-Uebertragung und der elektrischen Beleuchtung, bot sich erst Aussicht auf Erfolg, als Siemens durch seine grosse Erfindung der elektrodynamischen Maschine das Fundament der Elektrotechnik geschaffen und das Mittel gefunden hatte, durch Verbrennung von Kohle anstatt der Verbrennung von Zink, einen elektrischen Strom zu erzeugen, der nach Belieben entweder in Licht verwandelt oder zur Bewegung von Maschinen verwendet werden konnte.

Dass die Elektrizität ebenfalls zum Betrieb von Maschinen brauchbar sei, war durch Experimente im Laboratorium längst erwiesen, wie der erwähnte Jakobische Versuch erkennen lässt. Dem Gedanken, Fuhrwerke elektrisch anzutreiben, trat die Firma Siemens & Halske im Jahre 1879 auf der Gewerbe-Ausstellung in Berlin näher; der schüchterne erste Versuch fiel so günstig aus, dass die elektrische Eisenbahn in rapider Entwicklung bald zu einer Stufe gebracht wurde, die unsere Bewunderung herausfordert.

Bei weitem träger bethätigte sich der Erfindungsgeist gegenüber der Aufgabe, die Elektrizität zum Bewegen von Wasserfahrzeugen auszunutzen. Allerdings wurden kleine Versuche zur Lösung dieser Aufgabe gemacht, so wurde z. B. im Jahre 1881 von Trouvé auf der Pariser Ausstellung ein elektrisch betriebenes Boot vorgeführt, allein

dieses, wie andere Versuche, erwiesen sich für allgemeine Verkehrszwecke unbrauchbar. Im Jahre 1888 wurde Hunter in Philadelphia ein Patent auf Ausnutzung der Wasserkraft an Kanalschleusen zur Erzeugung von Elektrizität und auf ein Seil-Schleppschiff ertheilt, auf dem die Seilscheibe durch einen Elektromotor bewegt werden sollte, indess dieser Vorschlag scheint nicht praktisch erprobt worden zu sein.

In Deutschland entwarf Büsser im Jahre 1890 zuerst einen Plan für elektrische Kanalschiffahrt, zu gleicher Zeit bearbeitete de Bovet in Frankreich die gleiche Aufgabe. Seitdem sind dann die verschiedensten Lösungen des Problems unternommen, ohne dass jedoch eine endgültige Entscheidung in der Angelegenheit gefallen ist.

Bevor wir in die Beschreibung der einzelnen Vorschläge eintreten, erscheint es wünschenswerth, die Frage näher zu erörtern, ob und weshalb die Verwendung der Elektrizität für Zwecke der Binnenschiffahrt besondere Vortheile bietet.

Die Entwicklung der Binnenschiffahrt ist völlig von der Beseitigung der Schwierigkeiten abhängig, die sich bei Befahrung von Kanälen einstellen. Es bietet sich allerdings in dieser Beziehung ein wirkungsvolles Mittel in der Erbauung von Kanälen mit grossen Abmessungen dar, allein es handelt sich um eine nicht geringe Zahl von älteren, in kleinen Dimensionen erbauten Kanälen, für die der Wunsch nach Beseitigung der hindernden Mängel nicht minder lebhaft ist, als er bei den neuen Projekten zu Tage tritt.

Die Gebrechen der kleinen Kanäle sind nicht darin zu suchen, dass das Verkehrsbedürfniss unbedingt auf möglichst grosse Transportgefässe gerichtet wäre, sie sind vielmehr darin begründet, dass der kleine Wasserweg grössere Frachtkosten verursacht und die Fahrgeschwindigkeit der Schiffe eine zu geringe ist. Dass hierin hauptsächlich die Quelle der Unzufriedenheit zu suchen ist und nicht in der Grösse der dargebotenen Laderäume, wird dadurch bewiesen, dass sich der Handel sofort anstatt beispielsweise der 170 Tonnen fassenden Finowkähne der nur 10 Tonnen tragenden Eisenbahnwagen bedient, sobald die Eisenbahnfracht billiger angeboten wird als die Wasserfracht.

Auf die Höhe der Transportkosten der Kanalschiffahrt wirken die Höhen der Kanalabgaben und besonders auch der Kosten des Schiffszuges (die Traktionskosten) ein. Die letzteren stellen sich, wenn das Schiff durch Pferde getreidelt wird, auf 0,3 Pfennig für jeden Tonnenkilometer, und die Kosten einer thierischen Zugkraft = 1 Maschinenpferdestärke oder 75 Sekunden-Meterkilogramm betragen auf 1 Tag von 14 Arbeitsstunden durchschnittlich 18 Mk. Die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes beim Pferdezug ist durchschnittlich $\frac{2}{3}$ m in der Sekunde oder 2,5 km in der Stunde. Diese Angaben lassen von vornherein die Vortheile erkennen, die durch eine Verbilligung der Zugkraft und durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit erreicht werden

können. Als mittlere Fahrgeschwindigkeit genügt eine Erhöhung auf 0,9 bis 1,0 m in der Sekunde ($\equiv 3\frac{1}{2}$ km/Std.) dem Verkehrsbedürfniss unter gewöhnlichen Verhältnissen, doch werden 1,5 m/sec. $\equiv 5\frac{1}{2}$ km/Std. und mehr in vielen Fällen angestrebt. Man hat versucht, die Geschwindigkeit des Pferdezuges dadurch zu erhöhen, dass mehr Thiere vorgespannt werden, die dann das Schiff im Trabe zu ziehen vermögen, allein abgesehen davon, dass der Treidelweg einer solchen Beförderungsart angepasst werden muss, erhöhen sich die Traktionskosten in unvortheilhafter Weise. Der Ersatz der thierischen Arbeitskraft durch Maschinenkraft bietet nicht nur in Bezug auf Fahrgeschwindigkeit, sondern auch auf den Kostenpunkt augenscheinliche Vortheile, die darauf drängen, zum Ziehen oder Fortbewegen von Schiffen auf Flüssen und Kanälen mechanische Hilfsmittel zu verwenden.

Die Erfahrungen der Maschinenteknik auf dem Lande haben gezeigt, dass, sobald Arbeitskraft durch eine Maschine erzeugt wird, die Einheit derselben, die Pferdekraft, bedeutend billiger zu stehen kommt, als wenn dieselbe Kraftmenge von verschiedenen kleinen Maschinen geliefert wird. Nach Salomon, Professor an der Königlichen Technischen Hochschule Aachen, kostet 1 Pferdekraftstunde bei einer jährlichen Betriebsstundenzahl von 3000 und einem Kohlenpreise von 14 Mk. pro Tonne

| | | |
|----|------------------|----------|
| an | 2,5 PS Maschinen | 20,5 Pf. |
| „ | 5 „ | 16,1 „ |
| „ | 50 „ | 6,6 „ |
| „ | 160 „ | 5,75 „ |
| „ | 1000 „ | 3,84 „ |
| „ | 10000 „ | 2,70 „ |

Diese Preise erleiden eine Erhöhung durch die Uebertragung der Arbeitskraft von der Erzeugungsstelle bis zum Verbrauchsort, und die Kosten der Uebertragung wachsen mit der Entfernung so schnell, dass der durch grosse Maschinen zu erreichende Vortheil sehr bald verloren geht. Derartige Uebertragungen werden bekanntlich vermitteltst Wellen, Räder und Riemen ausgeführt, auf grössere Entfernungen hat sich auch das Drahtseil bewährt.

In eigenartiger Weise hat das letztere oder auch eine Kette Anwendung in Grubenbetrieben gefunden, um Förderwagen auf Eisenbahngleisen von einem Ort zum andern und wieder zurückzuschaffen. Derartige Anlagen, die auf Transportentfernungen von 5 km in Gebrauch sind, bestehen aus einem endlosen Seil, das an dem einen Endpunkt der Förderlinie über eine Seilscheibe geführt ist, die durch Maschinenkraft bewegt wird; am anderen Endpunkt läuft das Seil über eine Wendescheibe. Die zu befördernden Wagen werden in solchen Abständen unter das Seil geführt und daran befestigt, dass dasselbe zwischen zwei Wagen nicht auf der Erde schleift.

Solche Beförderungsmethode ist auch an Schiffen versucht, namentlich sind damit in Frankreich umfangreiche Versuche angestellt; in Deutschland wurde der Seilzug auf dem Oder-Spree-Kanal erprobt, ohne dass die Ergebnisse in gleicher Weise wie beim Grubenbetriebe befriedigten. Hierzu trug bei, dass die Schiffe sich nicht auf festen Bahnen bewegen, und dass die zu befördernden Schiffe nicht in gleichen Entfernungen an dem Seil befestigt werden können, das letztere infolgedessen eine besondere Führung durch Leitrollen erhalten muss, wodurch nicht allein die Anlage vertheuert, sondern auch der Verlust an Arbeitskraft erhöht wird.

Vortheilhafteste Anwendung in der Binnenschifffahrt findet die Dampfkraft da, wo die krafterzeugende Maschine auf die zur Fortbewegung des Schiffes dienende Einrichtung wirken kann, ohne dass ausgedehnte Transmissions-Anlagen erforderlich werden, und das ist auf den Dampfschiffen der Fall. Bei diesen bestätigt sich ebenfalls die vorhin erwähnte Erfahrung, dass die Dampfkraft bei Verwendung grosser Maschinen billiger zu stehen kommt, als bei kleinen Maschinen, es müssen sich demnach die Kosten der Fortbewegung bei grossen Schiffen billiger stellen als bei kleinen Schiffen.

Die Vortheile starker Maschinen werden in der Binnenschifffahrt dadurch kleineren Schiffen zugewendet, dass man eine Anzahl der letzteren zusammen koppelt oder einen Schleppzug aus ihnen bildet und an dessen Spitze ein Dampfschiff setzt, das den ganzen Zug in ähnlicher Weise fortzieht wie die Lokomotive den Eisenbahnzug. Es ist leicht erklärlich, dass die Kosten der Dampfschlepperei sich um so niedriger stellen werden, je grösser die Zahl und Tragfähigkeit der geschleppten Schiffe ist. Sobald nun die Verhältnisse derart liegen, dass der Schleppzug nur aus einem oder einigen noch dazu an sich kleinen Schiffen zusammengesetzt werden kann, dass also nur Schleppschiffe mit geringer Dampfkraft benutzt werden können, steigen die Kosten der Fortbewegung wieder, und dieser ungünstige Fall liegt bei den älteren Kanälen vor, die in geringen Dimensionen erbaut sind; auf diesen hat sich der Schleppbetrieb nicht einbürgern können, weil er geringere Vortheile bietet als die Pferdetreidelei.

Die bedeutendste Schwierigkeit, die sich der Einführung des mechanischen Schiffszuges bei der Kanalschifffahrt entgegenstellt, liegt in der Uebertragung der zum Ziehen der Schiffe erforderlichen Arbeitskraft von der Erzeugungsstelle zum Schiff. Nach den heutigen Erfahrungen bietet die Elektrotechnik nun so vorzügliche Mittel zur Ueberbrückung dieser Hindernisse dar, dass die Zweckmässigkeit und Rentabilität des elektrischen Schiffszuges nicht in Zweifel gezogen werden kann, selbst wenn noch gar keine praktischen Versuche vorlägen, durch welche die günstige Vorhersage erwiesen wäre.

Es handelt sich bei der Anwendung des elektrischen Schiffszuges

nicht nur um die Sicherung eines einfachen Vortheils, sondern geradezu um eine Umwälzung im Betriebe der Kanalschifffahrt, durch welche ihr die Fähigkeit verliehen wird, den hohen Anforderungen des Verkehrs in jeder Beziehung gerecht zu werden. Die Elektrizität hat für die Kanalschifffahrt die Bedeutung eines Lebenselements, und von diesem Standpunkt aus muss es nicht nur als wünschenswerth, sondern als dringend nothwendig bezeichnet werden, die Frage des elektrischen Schiffszuges ohne Zeitverlust zum vorläufigen Abschluss zu bringen.

Die ersten Versuche, Schiffe auf mechanische Weise vorwärts zu bewegen, liefen darauf hinaus, den Angriffspunkt der Zugkraft nicht in das Wasser, sondern auf das feste Land zu legen. Schon im Jahre 1732 und dann fast 100 Jahre später, 1820, wendeten Tourasse und Courteau zu Lyon auf der Saône folgendes Verfahren an: Ein Zugseil wurde vom Schiff aus vorwärts getragen und mit seinem Ende am Ufer befestigt; das andere Ende des Seils wurde über eine, auf dem Schiff befestigte Trommel geschlungen, die durch Pferde in Umdrehung gesetzt werden konnte. Bei der späteren Wiederholung der Versuche wurde an Stelle des Pferdes eine Dampfmaschine benutzt, um die Windetrommel zu bewegen. War das Schiff an dem ausgelegten Zugseil bis zur Befestigungsstelle am Ufer gebracht, so wurde das Seil wieder auf seine ganze Länge vorwärts getragen und das Spiel wiederholte sich aufs Neue.

1861 wurde der Vorschlag von Bouquié gemacht, einen Touageapparat, der durch eine kleine lokomobile Dampfmaschine angetrieben wurde, auf das Schiff zu setzen; an Stelle des Zugseiles, das Courteau verwendete, benutzte Bouquié eine auf der Kanalsohle liegende Kette. Dieser Vorschlag wurde von einer amtlichen Kommission geprüft und günstig beurtheilt, eine praktische Verwendung beim Betriebe der Schifffahrt fand jedoch das System nicht, was sich aus den augenscheinlichen Schwierigkeiten, die die Handhabung einer selbst nur kleinen lokomobilen Dampfmaschine mit sich bringt, sehr leicht erklären lässt.

Die Idee, eine Dampf-Lokomotive am Ufer laufen zu lassen und das Schiff mittelst derselben fortzuziehen, der sogenannte Lokomotivzug, wurde in Frankreich und Deutschland, hier 1890, auf dem Oder-Spree-Kanal versuchsweise ausgeführt, aber auch die dabei gemachten Erfahrungen befriedigten nicht in dem gewünschten Umfange, denn Lokomotive und Geleise mit Leinpfadverstärkung erforderten erhebliche Beschaffungs- bzw. Anlagekosten, die den Betrieb sehr vertheuerten, dann war die Lokomotive als Krafterzeuger zu klein und dadurch in der Arbeit zu theuer.

Fasst man die allgemein auf Kanälen vorhandenen Verhältnisse zusammen, so gewinnt man daraus für einen elektrischen Schiffszug als Grundlage, dass die Betriebskraft in grossen Centralen zu erzeugen und mittelst Luftleitungen den Schiffen zuzuführen sei. Ob hierbei die

Elektricität von der Centrale aus als Starkstrom in die Leitung geschickt werden soll, der an geeigneten Orten auf Arbeitsstrom transformirt wird, oder ob die Centrale ohne Vermittelung von Transformatoren Arbeitsstrom liefert, hängt von örtlichen Verhältnissen ab, die in jedem einzelnen Falle geprüft werden müssen. Die Entscheidung hierüber sowie über die Art des Stromes, die Einrichtung der Centrale und der Leitung u. s. w. ist in die Hand des Elektrotechnikers zu legen, es würde also für die Projektirung eines elektrischen Schiffszuges sich lediglich um Beantwortung der Frage handeln, in welcher Weise die von Elektromotoren gelieferte Arbeitskraft zur Fortbewegung des Schiffes auszunutzen ist und hierzu stehen verschiedene Wege offen: der Elektromotor kann entweder auf dem zu bewegenden Schiff selbst untergebracht oder derartig angeordnet werden, dass er von aussen her auf das Fahrzeug wirkt; der Angriffspunkt der Zugkraft kann in das Wasser oder auf das feste Land (die Kanalsohle oder das Ufer) gelegt werden. Fast alle hiernach denkbare Kombinationen sind bei den bekannt gewordenen Vorschlägen zur Lösung des Problems herangezogen worden, und es ist selbstverständlich, dass die Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Projekte nicht auf alle gleichmässig vertheilt sein können. Es erscheint deshalb zweckmässig, zunächst die Standpunkte festzulegen, von denen aus eine Kritik über die einzelnen Vorschläge auszuüben ist.

Die erste und unbedingt zu erfüllende Bedingung, die an einen mechanischen Schiffszug gestellt wird, ist, dass die Traktionskosten einen möglichst niedrigen Betrag annehmen. Als alleräusserste Grenze nach oben könnte der Preis des Pferdezuges gelten, wenn der Vortheil einer grossen Fahrgeschwindigkeit damit verbunden ist; allgemein wird man aber sich darauf beschränken, eine geringe Erhöhung der Geschwindigkeit über die des Pferdezuges, und zwar eine solche von 0,67 auf 1,0 bis 1,5 m gegenüber geringeren Traktionskosten als 0,3 Pfennig pro Tonnenkilometer zu fordern.

Mit Rücksicht auf möglichste Verbilligung der Zugkosten ist die Höhe der Anlagekosten zu beurtheilen; einen ganz erheblichen Einfluss üben aber auch die Kosten der Bedienung des Traktionsapparates aus; es ist deshalb das Verlangen gerechtfertigt, die Bedienung der Zugmaschine dem Schiffer übertragen zu können, um die Ausgaben für einen besonderen Maschinenführer zu ersparen. Das hierzu die intellektuelle Begabung eines minder gebildeten Schiffers ausreicht, erkennt man daran, dass zur Bedienung der elektrischen Strassenbahnwagen Personen verwendet werden, die keine besseren Eigenschaften für ihren Dienst mitbringen und sicher keine grössere Handfertigkeit besitzen, als sie der praktische Schiffer hat. (Es würde, nebenbei bemerkt, zu erwägen sein, ob nicht vom Schiffer der Nachweis der Fähigkeit zur Bedienung der elektrischen Maschine zu verlangen wäre, andernfalls er die Kosten eines besonderen Maschinenführers zu tragen hätte;

die Unterweisung über die Handhabung der Apparate müsste allerdings ohne Kosten für den Schiffer erfolgen.)

Besonders im Falle es sich um die Errichtung eines elektrischen Schiffszuges auf älteren Kanälen handelt, werden die bis dahin gebräuchlichen Betriebseinrichtungen, wie Pferdetreidelei nicht ohne Weiteres zu beseitigen sein; die elektrische Anlage müsste alsdann die Möglichkeit gewähren, dass der frühere Betrieb nicht zu sehr gestört wird.

Einige Vorschläge zu einem elektrischen Schiffszuge laufen auf die Unterbringung einer Akkumulator-Batterie auf dem Schiffe hinaus. Dieser Weg bietet die geringste Aussicht, auf ihm zum Ziele zu gelangen, da jeder Anspruch auf Benutzung eines Theiles des Laderaumes des Schiffes die allgemeine Anwendung des betreffenden Schiffszug-Systems unmöglich macht. Die mechanische Beförderung aber muss an jedem Schiff, gleichgültig, ob es beladen oder leer fährt, oder ob es diese oder jene Bauart und Grösse besitzt, ausgeübt werden können, ohne dass der Laderaum selbst nur zu einem kleinen Theil dazu beansprucht werden muss. Elektrisch betriebene Wasserfahrzeuge, die sich eines Akkumulators bedienen, haben allerdings ihre ausgesprochenen Vortheile, die aber nur für Zwecke der Personenbeförderung oder dann ausgenutzt werden können, wenn es sich um Sonderzwecke bei der Güterbeförderung handelt.

Neben diesen Gesichtspunkten kommen auch rein maschinen-technische in Betracht, wenn es sich um die Beurtheilung eines mechanischen Schiffszuges handelt, und hier spricht namentlich die Grösse des Nutzeffektes mit, den die Einrichtung besitzt. Wenn beispielsweise zur Fortbewegung des Schiffes 1 PS. ausreicht, wenn also die Maschinenanlage thatsächlich eine Arbeit von 1 PS. leisten soll, so genügt es nicht, mit einer Energie von 1 PS., oder nach elektrischen Maasseinheiten gemessen, mit 736 Voltampère in die Maschine zu gehen, da bei der Umwandlung der Elektrizität in mechanische Bewegung und Uebertragung der letzteren auf den Fortbewegungsmechanismus ein Theil der Arbeitskraft zur Ueberwindung der Reibungswiderstände u. s. w. verbraucht wird. Liegt der Angriffspunkt der Zugkraft im Wasser, so geht ein weiterer Antheil der Arbeitskraft dadurch verloren, dass nicht nur das Schiff, sondern auch das Fahrwasser in Bewegung gesetzt wird. Betragen die Arbeitsverluste zusammen beispielsweise 50 %, so muss eine Energie von 2 PS. oder 1472 Voltampère in die Betriebsmaschine geschickt werden, damit 1 PS. zur Fortbewegung des Schiffes ausgenutzt werden kann. Das Verhältniss des Energiebedarfes an diesen beiden Stellen zu einander wird durch den Nutzeffekt der Maschinenanlage bezeichnet, und es ist klar, dass Einrichtungen, die hohen Nutzeffekt haben, vortheilhafter sind als solche von niedrigem Effekt.

Die Einfachheit der Konstruktion der Maschine, Zugänglichkeit

aller Theile, die eine Schmierung verlangen, dagegen sicherer Abschluss aller Theile, die gegen rohe Einwirkungen geschützt werden müssen, bequeme Anordnung der zur Regulirung der Arbeitsleistung erforderlichen Maschinentheile u. s. w. sind fernerhin Momente, die bei einer Kritik der Zweckmässigkeit eines elektrischen Schiffszuges nicht ausser Acht gelassen werden dürfen.

Nach diesen Vorbemerkungen wenden wir uns nunmehr der Beschreibung der einzelnen Vorschläge zu elektrischen Schiffszugs-Einrichtungen zu, ohne hierbei auf die Einrichtung der Centrale und die Konstruktion der Leitungen näher als dies unbedingt erforderlich wird, einzugehen.

R. M. Hunter, Philadelphia.

Die einfachste Lösung der Aufgabe, Kanalschiffe durch elektrisch betriebene Maschinen zu befördern, wurde darin gesucht, an Stelle der Dampfmaschinen den Antrieb des Mechanismus zum Fortbewegen der Schiffe durch Elektromotore auszuführen. Diesen Gedanken verfolgte Hunter in Philadelphia (Nordamerika) bei seinem unterm 14. Mai 1889 patentirten Verfahren. Die Patentschrift nimmt Bezug auf eine elektrisch betriebene Schiffsschraube oder andere beliebige Vorrichtung, ohne näher auf die Konstruktion der Maschinen-Anlagen einzugehen, der hauptsächlichste Inhalt der Schrift betrifft Vorschläge zur Ausnutzung des Schleusengefälles zum Betrieb von Turbinen, durch welche Dynamomaschinen in Bewegung gesetzt werden, um den Arbeitsstrom für die Schiffsmaschine zu gewinnen. Hunter schlug ferner vor, entweder eine doppelte Luftleitung und einen zweiräderigen Kontaktwagen zur Zu- und Ableitung der Elektrizität zu verwenden, oder nur eine Luftleitung zu benutzen, zur Rückleitung der Elektrizität einen Draht lose auf die Kanalsohle zu legen und diesen über eine seitwärts am Schiff befindliche Kontaktrolle zu führen. Hunter beschränkt sich in der Patentschrift nur auf ganz allgemeine und oberflächliche Andeutungen, die über die Konstruktion der einzelnen Theile der Anlage gar keinen Aufschluss geben, eine Kritik der Hunterschen Vorschläge also unmöglich macht.

M. Galliot, Ingénieur des Ponts et Chaussées zu Dijon.

Elektrisch betriebene Motorschiffe sind auf dem Burgunder Kanal bei Pouilly mit Vortheil in Betrieb genommen. Dort wurden seit 1867 mittelst eines Kettendampfers die Schiffe durch den 3300 m langen Tunnel befördert; als 1890 die Erneuerung des Schleppschiffes nothwendig geworden war, wurde der Gebrauch von komprimirter Luft zum Antrieb der Schiffsmaschine sowie der von Maurice Levy verbesserte Seilzug in Erwägung gezogen, auf den Vorschlag von M. Galliot aber dem elektrischen Betrieb der Vorzug gegeben. Der Tunnel liegt zwischen

den beiden Schleusen von Pouilly und Escommes, an denen durch Ausnutzung des Gefälles eine tägliche Arbeitskraft von 60 bis 100 Mill. mkg zur Verfügung stehen, während der Schifffahrtsbetrieb nicht mehr als 12 Mill. mkg beansprucht. Die Wasserkräfte werden durch Turbinen zum Antrieb von Dynamomaschinen benutzt, von denen aus die Elektrizität mit ungefähr 500 Volt Spannung in die Luftleitungen geschickt wird, die aus 7,2 mm starkem Siliciumbronce draht bestehen. Der Gebrauch einer auf der Kanalsohle liegenden Zugkette ist beibehalten worden, die Arbeitsmaschine ist auf einem Schiff untergebracht, das dem bedeutend geringeren Gewichte der Maschine entsprechend viel kleinere Dimensionen erhielt als das frühere Dampfschiff, welches eine Tragfähigkeit von 75 t besass. Die Kette wird in der Mittellinie des Schiffes über dasselbe hinweg geführt, wobei sie die Kettentrommel passirt, die vom Elektromotor in Bewegung gesetzt wird.

Auch auf dem Kanal Charleroi-Brüssel ist der Schifffahrtsbetrieb vermittelt elektrischer Schleppboote eingeführt; dort hat der belgische Ingenieur *Léon Gérard* neben anderen Einrichtungen auch elektrische Schleppboote von 9 m Länge, 2 m Breite und 0,5 m Tiefgang in Gebrauch genommen, die von einer 0,65 m tief eintauchenden Schraube angetrieben werden.

De Bovet in Paris und O. Büsser jetzt in Cöpenick bei Berlin

verfolgten unabhängig von einander das Ziel, das Schiff an einer Kette vorwärts zu ziehen, die Betriebsmaschine aber nicht auf einem besonderen Motorschiff unterzubringen, sondern auf dem Lastschiff selber, um dessen Fortbewegung es sich handelt. Das im Vergleich mit der Dampfmaschine sehr geringe Gewicht des Elektromotors verlieh diesen Projekten Aussicht auf praktische Brauchbarkeit, die auch durch einen Versuch de Bovets erwiesen wurde, leider ist aber der Gebrauch einer Kette mit so erheblichen Mängeln behaftet, dass die Fortsetzung der Versuche vorläufig aufgegeben wurde.

Als nachtheilige Eigenschaft der Kette ist zunächst die Kostspieligkeit zu nennen, die dann um so fühlbarer wird, wenn für die Berg- und Thalfahrt je eine, im Ganzen also zwei Ketten verlegt werden. Diesen Nachtheil besitzen zwar die am Ufer verlegten Schienengeleise, die später noch erwähnt werden sollen, in gleichem oder noch höherem Grade; dies hindert jedoch nicht, das Verlangen zu stellen, die Anlagekosten um die bezüglichen Beträge zu vermindern. Grössere Schwierigkeiten entstehen beim Gebrauch der Kette dadurch, dass diese durch die Zugspannung in Kurven nach der konvexen Krümmungsseite hingezogen wird und dass sie durch jedes Schiff, das sich ihrer bedient, um so viel vorwärts getragen wird, als die Differenz der Länge der Kette in gestreckter Lage und der Länge, wenn sie über das Motor-

schiff hinweg geführt ist, beträgt. Der letztgenannte Mangel würde sich ausgleichen, sobald die Kette nach *beiden* Fahrrichtungen hin benutzt wird, weil in diesem Falle das von dem *bergab*fahrenden Schiffe fortgetragene Kettenstück von dem nächsten *bergan*fahrenden Schiffe wieder zurückbefördert wird. Bei einer doppelten Kette würde es sich empfehlen, beide Stränge mit ihren Enden zu verbinden; das an dem einen Strange zu Thal beförderte Kettenstück wäre dann quer über den Kanal zu transportiren, wo es für den zu Berg führenden Strang zur Verwendung kommen kann. Am entgegengesetzten Ende der Haltung würde das gleiche Verfahren anzuwenden sein, so dass die Kette sich auf einer fortwährenden Wanderung befindet. Dem Hinaufkriechen der Kette auf das konvexe Ufer der Krümmungen lässt sich kaum anders, als durch fortgesetztes Zurücklegen begegnen: eine Verankerung bietet mit Rücksicht auf das vorhin erwähnte Wandern der Kette kaum Aussicht auf Erfolg.

Die von de Bovet und Büsser in Vorschlag gebrachten Zugmaschinen bestehen aus einem Elektromotor, der vermittelt einer Schraube ohne Ende die Welle in Bewegung setzt, auf der die Kettentrommel montirt ist. Der ganze Apparat ist auf einem Fundamente aufgebaut, an dem sich geeignete Vorrichtungen befinden, um die Maschine im Vordertheil des Schiffes auf den Schiffsborden zu befestigen. Ausserdem ist der Apparat mit den erforderlichen Einrichtungen zur Zuführung und Regulirung des elektrischen Stromes ausgerüstet, ferner befinden sich noch vor und hinter der Kettentrommel Rollensysteme, durch welche die Kette der Trommel zu- und von ihr abgeführt wird.

Zwischen den beiden Entwürfen besteht ein wesentlicher Unterschied in der Konstruktion der Kettentrommel. Büsser schlug die Verwendung einer kalibrierten Kette und eines Kettenrades mit verstellbaren Zähnen vor, während de Bovet ein eisernes hohles Rad benutzte, das im Innern mit einer Drahtwicklung versehen war, durch die der elektrische Strom geleitet werden konnte. Sobald dies erfolgte, wurde der eiserne Kettenspurkranz kräftig magnetisch; die Kette adhärirte alsdann so stark, dass sie bei nur halber Umschlingung ein Gewicht von 500 kg. ohne zu gleiten, tragen konnte. Bei den mit diesem Touageapparat auf dem Kanal St. Denis angestellten Versuchen wurde eine Luftleitung von 8 mm starkem Kupferdraht und ein elektrischer Strom von 110 Volt verwendet. Als Rückleitung die Zugkette zu benutzen, hat sich nicht bewährt, es wurde vielmehr die Anwendung einer zweiten Drahtleitung erforderlich.

Galliot-Büsser.

Der Gedanke, die Betriebsmaschine auf dem fortzubewegenden Schiffe selber unterzubringen und gleichzeitig die Mängel der Kette

zu umgehen, war Veranlassung zu den von Galliot und von Büsser gemachten Vorschlägen, die Kette durch die Schiffsschraube zu ersetzen und diese nebst dem zu ihrem Antriebe erforderlichen Motor im Schiffsstüerruder unterzubringen, d. h. das gewöhnliche Stüerruder beim Antritt der Kanalfahrt zu entfernen und durch den neuen Betriebsapparat zu ersetzen. Galliot projektirte, den Elektromotor mit senkrechter Achse in einem fest verschlossenen Gehäuse an der hinteren Spitze des Schiffes so anzubringen, dass es um die Mittellinie der Motorwelle gedreht werden konnte; die letztere sollte bis nahe zur Tiefe des Schiffbodens verlängert und ihre Bewegung vermittelt konischer Räder auf die wagerecht liegende Schraubenwelle übertragen werden. An dem Motorgehäuse war die Ruderpinne befestigt, durch die der Schiffer die wagerechte Schraubenwelle in eine beliebige Stellung zur Mittellinie des Schiffes bringen konnte, um das Schiff zu steuern. Büsser brachte den Motor in einem kleinen schmalen Boot unter, das nur so gross gemacht wurde, um den Apparat zu tragen; der Kiel des Bootes bildete ein Ruderblatt, in dem die Schraube untergebracht war. Die Ruderpinne wurde in solcher Weise mit diesem Motorsteuer verbunden, dass bei verschiedenem Tiefgang des Schiffes die Schraube stets in gleicher Tiefe lag. — Das Schraubensteuer von Galliot-Büsser liefert den Vortheil, dass der Schiffer in stande ist, von seinem Standort am Steuer aus den ganzen Mechanismus zu bedienen, es würde auch weniger Anlagekosten verursachen; als Nachtheil haftet ihm jedoch an, dass der Nutzeffekt der Schraube gering ist; er beträgt nur rund 30 %, während der Nutzeffekt beim Kettenzuge ca. 75 % ist. Ausserdem ist zu bedenken, dass die treibende Kraft durch den Steuernagel auf das Schiff übertragen wird; wenn dieser eiserne Bolzen auch stark genug ist, um dem ausgeübten Druck zu widerstehen, so ist doch die Konstruktion des Hintertheils des Schiffes nicht darauf berechnet, den Druck aufzunehmen, es würde wahrscheinlich nothwendig werden, die Schiffswände in geeigneter Weise zu verstärken.

Wollheim-Wien und Galliot-Denèfle.

Im Jahre 1892 nahm Leonhardt Wollheim aus Wien ein deutsches Patent auf eine Einrichtung zum Treideln von Schiffen vermittelt Elektrizität. Er benutzte einen dreirädrigen Wagen, auf dem der Elektromotor untergebracht war, der die beiden Triebräder des Wagens in Umdrehung setzte. Das dritte vorn angebrachte Rad diente als Leitrad und sollte von der Plattform des Wagens aus gehandhabt werden. Wollheim dachte sich den Zugwagen auf dem glatten Treidelwege laufend, er sah aber auch die Verwendung einer Schienenspur vor und gab dann dem Wagen vier Räder. An den Wagen war das Schiff vermittelt einer Ziehleine gekuppelt.

Ferner schlug Wollheim die Verwendung eines auf dem Schiff unterzubringenden Akkumulators vor, um die Leitungsanlage zu ersparen.

In ähnlicher Weise, d. h. vermitteltst eines elektrisch bewegten dreirädrigen Wagens, ohne ein Schienengeleise anzuwenden, wird nach dem System Galliot-Denèfle die Aufgabe gelöst, aber unter Benutzung einer Luftleitung, durch die dem Dreirad die Betriebs Elektrizität zugeführt wird. Dies ist dem Wollheim'schen Projekt gegenüber als entschiedener Vorzug zu bezeichnen, denn die Unterbringung einer Akkumulator-Batterie auf dem Schiff ist von vornherein zu verwerfen, weil hierzu kein Platz auf dem Fahrzeug vorhanden ist. Nach dem System Galliot-Denèfle ist im Jahre 1897 von einer Aktiengesellschaft auf dem Deûle-Kanal zwischen Béthune und Courchelettes (Nordfrankreich) der elektrische Schiffszug eingerichtet und zwar auf der 51 km langen Hauptstrecke zwischen den genannten beiden Orten, sowie ausserdem auf 3 km der Seitenlinie bei Beuvry und auf 4 km von Bauvin nach Don. An der ganzen Linie sind vier Kraftcentralen erbaut, in denen durch Dampfmaschinen zusammen 1350 PS erzeugt werden. Oberirdische Drahtleitungen führen den elektrischen Betriebsstrom den Dreirädern zu, für die in ungefähr 6 km Entfernung von einander besondere Standorte für je 10 bis 12 dieser »elektrischen Pferde« errichtet sind. Auf dem Kanal Charleroi-Brüssel sind von dem belgischen Ingenieur Léon Gérard neben elektrisch betriebenen Schleppbooten auch »elektrische Pferde« in Betrieb genommen.

Köttgen-Vering-Feldmann.

Wenn Schiffe durch eine Arbeitskraft vom Treidelweg aus vorwärts gezogen werden, so wirkt die ziehende Kraft nicht in der Verlängerung der Fahrriichtung auf das Schiff, sondern Motor und Schiff verfolgen neben einander liegende Fahrwege. An beiden Stellen sind also die Wirkungen des schrägen Zuges zu beachten, der z. B. auch das Zugthier zwingt, sich schräg zur Mittellinie des Treidelweges zu stellen. Um den zu Wasser gerichteten Seitenzug bei mechanischen Traktionsvorrichtungen besser abzufangen, als dies bei den Galliot-Denèfle'schen Dreirädern ausgeführt werden kann, verwendet Köttgen, Oberingenieur der Firma Siemens & Halske, eine, an der vom Wasser abgewendeten Kante des Treidelweges verlegte Schiene, auf der ein Vorder- und ein Hinterrad der Zugmaschine laufen; Vorder- und Hinterrad auf der andern Seite der Maschine haben einen breiten Spurkranz und rollen unvermittelt auf dem Treidelwege. Die Zugmaschine ist derart gebaut, das 85% ihres Gewichtes von der Schiene getragen werden; die schienenlosen Seitenräder erhalten also nur eine Belastung von 15% des Lokomotivgewichtes. Mit diesem System sind auf dem Finow-Kanal Versuche angestellt, die den gehegten Erwartungen ent-

sprachen. Geschleppt wurden Schiffe mit 150 bis 170 t Ladung und einer Geschwindigkeit von 4,5 km, wobei der Widerstand sich im Mittel zu 250 kg ergab. Ein Projekt, den elektrischen Schiffszug nach diesem System am ganzen Finowkanale einzuführen ist leider zurückgestellt worden.

C. Vering in Hamburg benutzte zwei Schienen, die derart zu einander gelagert waren, dass die Mittellinie ihrer Querschnitte eine dachförmige Figur bildeten. Diese Laufräder der Zugmaschine waren mit ihrer Drehungsebene in gleicher Weise angeordnet, so dass die Radachsen schräg aufwärts zu stehen kommen. Vering beabsichtigte mit dieser komplizierten Bauart den Seitendruck beim Schiffziehen abzufangen, und dass das Ziel auf solche Weise ebenfalls zu erreichen sei, bewiesen die auf einem Kanal der Elbinsel Wilhelmsburg ausgeführten Versuche, bei denen eine Baggerschute von ca. 180 t Wasserverdrängung mit 1,4 m Geschwindigkeit geschleppt wurde. Die Zugkraft betrug hierbei 400 kg und die Arbeitleistung an der Lokomotive 7,8 PS; der Wirkungsgrad der Gesamtanlage aber statt der errechneten 45 nur $26\frac{1}{2}\%$.

Der Regierungsbaumeister Feldmann-Elberfeld schlägt 3 Schienen vor von denen 2 in schmalere Spur als Laufschiene, die dritte als obere Gegenschiene an der Landseite und zugleich als kraftzuführende Kontaktschiene auszubilden wären.

Zur Ausführung ist das Projekt nicht gekommen, dürfte auch bei vielen theoretischen Vorzügen — geringes Raumbedürfnis u. s. w. — doch in der Praxis schwer zu überwindende Mängel aufweisen.

An und für sich kann man die Idee, an Stelle des treidelnden Pferdes eine treidelnde Maschine zu setzen, als die einfachste Lösung der Traktionsfrage ansprechen, in der Praxis machen sich jedoch dennoch einige Hindernisse geltend, die sich diesen Systemen entgegenstellen. Durch die Lagerung von Schienen auf dem Treidelwege wird zunächst die Anwendung des Pferdezugbesatzes beeinträchtigt, dies ist natürlich bei Doppelschienen (Vering) in höherem Grade der Fall als bei einer Schiene (Köttgen), aber auch durch diese wird namentlich da, wo der Treidelweg nur eine geringe Breite besitzt, der Pferdezug eine mehr oder weniger starke Belästigung erfahren. (Feldmann verlegt eine Lokomotivbahn in die Böschung neben und unter dem Treidelweg.) Ein grösseres Gewicht ist ausserdem dem Umstande beizulegen, dass zur Bedienung der Zugmaschine ein besonderer Führer neben der Schiffbesatzung nöthig ist; einmal werden dadurch die Traktionskosten nicht unerheblich erhöht, und dann ist es immer bedenklich, den Schiffer bei der Führung seines Fahrzeuges von dem Führer der Zugmaschine abhängig zu machen. Der letztere soll allerdings stets das von ihm geschleppte Schiff im Auge behalten, was ihm durch die Schienenanlage erleichtert wird, dafür, dass er in Wirklichkeit stets dieser Pflicht nachkommt oder nachkommen

kann, ist keine Sicherheit geboten, es ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die zwischen dem Schiffer und Lokomotivführer verabredeten Signale falsch verstanden und dadurch Havarien herbeigeführt werden. Jedenfalls dürfte einem System, das den Schiffer in seiner Herrschaft über das fahrende Schiff nicht beeinträchtigt, dies als besonderer und grosser Vorzug beizulegen sein.

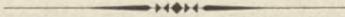
Lamb Thwaite-Cawley-Rudolph.

Von verschiedenen Seiten wurde der Vorschlag gemacht, an Stelle der auf dem Treidelwege laufenden Lokomotiven solche zu verwenden, die auf einer in bestimmter Höhe über dem Erdboden hergestellten Spur laufen. Lamb schlug die Verwendung eines an Masten befestigten Trageseiles vor; auf demselben läuft ein kleiner zweirädriger Wagen, an dem der Zugapparat hängt. Der letztere besteht aus einem Elektromotor, der eine Seiltrommel von 600 mm Durchmesser in Bewegung setzt, über die das 16 mm starke Zugseil geschlungen ist, das lose unterhalb des Trageseiles gelagert worden ist. Von der hängenden, 900 kg schweren Lokomotive führt die Treidelleine zum Schiff. — Die augenscheinlichen Mängel des Trageseils sowohl als des Zugseils suchten Thwaite-Cawley durch Verwendung einer aus Façoneisen gebildeten, an standfesten Trägern befestigten Hochbahn zu vermeiden; es sind zwei, untereinander liegende Geleise vorgesehen, auf denen die Räder der Lokomotive rollen. Rudolph endlich verwendet nur eine Spur, auf welcher die Räder der nach unten hängenden Lokomotive laufen. Inwieweit sich dieser Vorschlag bewährt hat, ist noch nicht bekannt geworden; das Lamb'sche System wurde von der Firma Siemens und Halske neben der Köttgen'schen Lokomotive am Finowkanal einer praktischen Probe unterworfen, die jedoch ungünstige Resultate besonders wegen der zu grossen Inanspruchnahme der Isolirmaterialien, ergeben hat.

Wie die uns gelieferte kurze Uebersicht der Entwicklung des elektrischen Schiffszug-Problems erkennen lässt, hat die Theorie auf diesem Gebiete eine recht lebhaft Thätigkeit entfaltet. Auch die Praxis ist, namentlich in Frankreich, nicht müssig gewesen, zur Klärung der Lage beizutragen. Ein Abschluss der Angelegenheit, selbst ein nur vorläufiger, ist noch nicht erreicht, allein dennoch sind die gewonnenen Erfahrungen hinreichend, um die ausserordentliche Bedeutung der Frage für die Entwicklung der Binnenschifffahrt über jeden Zweifel zu erheben.

Leider kann von Seiten der preussischen Regierung in Folge des Widerstandes einer gegen die wirthschaftlichen Vortheile der Wasserstrassen blinden Partei augenblicklich keine energische Förderung der Angelegenheit erwartet werden; dagegen ist es hier eine Privatunternehmung, von der die Entscheidung in Sachen des elektrischen Schiffs-

zuges lebhaft angestrebt wird: es ist die Teltower Kanalbauverwaltung, die beschlossen hat, den elektrischen Schifffzug auf dem Teltower Kanal (40 km lang) obligatorisch einzuführen und eine erhebliche Summe als Preise für die besten Entwürfe einer elektrischen Schifffzug-einrichtung auf dem im Bau begriffenen Kanal ausgesetzt hat. Diese Anregung wird ihren wohlthuenden Einfluss auf die weitere Entwicklung der Binnenschifffahrt nicht verfehlen.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307084

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316113