

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
2. Frage

WIRTSCHAFTLICHE, TECHNISCHE UND GESETZGEBERISCHE UNTERSUCHUNG

ÜBER DEN

Mechanischen Schiffszug auf Flüssen, Kanälen und Seen

SCHLEPPZUG-MONOPOL

BERICHT

VON

M. F. TSIONGLINSKY

UND

A. M. ROUND

Ingenieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



II-394418

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000317123

DER MECHANISCHE SCHIFFSZUG

AUF DEN

Kanälen des Ladoga-Gebietes

ERSTER THEIL.

Unter den drei Gruppen der Schifffahrtsstrassen (1), welche die Wolga mit St-Petersburg verbinden, dem Vychnivoloschok. Marie und Tikhvine, nimmt die Gruppe Marie unstreitig nach ihrer wirtschaftlichen und industriellen Bedeutung die erste Stelle ein und sie kommt besonders in Betracht, wenn man an eine Prüfung der Frage der mechanischen Fortbewegung der Schiffe und Flösse herantritt. Diese Schifffahrtsstrasse nimmt ihren Anfang in der Nähe der Stadt Rijbinsk; ihre Länge mit den Ladogakanälen und dem Newafluss, der ihre Fortsetzung bildet, ist: von Rybinsk bis zu dem in St-Petersburg belegenen Binnenhafen „Kalachnikow“ 1053 Werst und 258 Faden und bis zu dem Ueberladehafen am Seekanal 1067 Werst und 258 Faden (2). Diese Linie umfasst die nachfolgenden Schifffahrtswege:

	Länge	
	Werst	Faden
Cheksnafluss, Nebenfluss der Wolga, in der Nähe von Rybinsk, stromaufwärts Kanalisiert	390	—
Der weisse See und der mit Schleusen versehene Seitenkanal von Belozersk mit einer Sohlenbreite von 11 Faden	63	127
Der zum Teil kanalisierte Kovjafluss	65	270

(1) Man vergleiche die diese Gruppen darstellenden Karten in dem Bericht für den XI^{ten} Congress von M. V. E. von TIMONOFF über « Die Seehäfen längs der grossen Binnenwasserstrasse zwischen dem Baltischen und dem Weissen Meer und ihre Zufahrtstrassen » (2^{ter} Abschnitt, 2^e Frage).

(2) 1 Werst = 1,067 km.; 1 Faden = 2,13 m.

	Länge Werst Faden	
Der mit Schleusen versehene Kanal Novo Mariynsk, der die Kovja mit dem Vytegraflusse verbindet	8	—
Der kanalisierte Vytegrafluss	52	423
Der Onega-See und der Onega-Seitenkanal ohne Schleusen mit einer Sohlenbreite von 11 Faden	63	60
Der Svir-Fluss ohne Schleusen	200	—
Der Ladoga-See und zwei parallele Kanallinien, genannt alte und neue Kanäle (diese letzteren haben eine Sohlenbreite von 12 Faden).		
Von dem Svirfluss bis zum Siass-Fluss :		
Kanal Alexander des Dritten	43	330
Kanal Alexander der Ersten	48	—
Von dem Siassfluss bis zum Volkhovfluss :		
Kanal von Marie Feodorowna	9	298
Kanal von Catharina der Zweiten	10	—
Von dem Volkhovfluss bis zur Newa :		
Kanal Alexander des Zweiten	103	250
Kanal Peter des Ersten	104	—
Und zum Schluss, der offene Newafluss :		
Bis zum Kalachnikow-Hafen	54	—
Bis zum Ueberladehafen am Seekanal	68	—

Die Gruppen von Tikhvine und Vychnivoloschok vereinigen sich mit den Ladogakanälen, die erstere an der Mündung des Siassflusses, die andre am Volkhovfluss.

Die gesammelten und durch die statistische und Kartographische Abteilung des Ministers der Verkehrsweg veröffentlichten Angaben geben einen ausreichenden Aufschluss über die Güterbewegung auf diesen Kanälen.

Im Nachstehenden bringen wir eine Zusammenstellung der nach St-Petersburg bestimmten, durch die Ladogakanäle beförderten und zum grösseren Teile aus Holz und Getreide bestehenden Güter :

Im Jahre 1900	232	Millionen Pud. (1)	
" " 1901	245	" "	
" " 1902	197	" "	
" " 1903	226	" "	
" " 1904	241	" "	
" " 1905	258	" "	

(1) Ein Pud = 16,381 kg.

In entgegen gesetzter Richtung :

Im Jahre 1900	3 Millionen Püd
„ „ 1901	5 „ „
„ „ 1902	6 „ „
„ „ 1903	3 „ „
„ „ 1904	4 „ „
„ „ 1905	4 „ „

Bis in die letzte Zeit hinein hat auf allen Ladogakanälen im Allgemeinen nur der Pferdezug Anwendung gefunden.

Unter diesen Umständen konnte man auf eine grosse Schnelligkeit bei der Beförderung nicht rechnen. Die mit dieser Beförderungsart verbundene Abhängigkeit von der Zeit gestattete den Rhedern keine sichere Berechnung der Lieferfristen, weil der Pferdezug bei schlechtem Wetter, Sturm, dunklen Nächten u. A. Unterbrechungen unterworfen ist und weil damit auch im übrigen häufige und vollständig unübersehbare Aufenthalte durch die Ruhepausen und das Futtern der Pferde, die Ruhepausen des Führer u. A. verbunden sind.

Die Gesamtheit dieser Einwirkungen machte es daher zu einer Tagesfrage den Pferdezug durch einen mechanischen Schiffszug zu ersetzen.

Die ersten im Hinblick hierauf unternommenen Versuche liegen mehr als 25 Jahre zurück, aber sie scheiterten daran, dass sich bei den Verwaltungsbehörden das Vorurteil festgesetzt hatte, durch den mechanischen Schiffszug würden die Kanäle zu grossen Schädigungen ausgesetzt sein.

Um diesem Einwurf in richtiger Weise begegnen zu können, gestattete der Minister der Verkehrswege auf den Vorschlag des alten Direktors der Verkehrswege in St. Petersburg M. V. E. von Timonoff versuchsweise während der Schifffahrtsperioden der Jahre 1903 und 1904 und zwar auf allen Kanälen der Marie-Gruppe gleichzeitig mit dem Pferdezug die Anwendung der Dampfschleppschiffahrt.

Die hierbei auf den Kanälen sich zeigenden Erscheinungen wurden auf das peinlichste verfolgt und einer anschliessenden wissenschaftlichen Prüfung unterworfen. Die erzielten Ergebnisse haben, indem sie den rückwirkenden Einfluss des Kanals auf das durch mechanischen Antrieb bewegte Fahrzeug und umgekehrt erklären, einen sehr erheblichen Wert für die Entscheidung der Frage über die Einrichtung eines mechanischen Schiffszugs jeder Art, ob eines

besonderen oder eines centralen, für die Ladoga-Kanäle. Diese Ergebnisse verdienen volle Aufmerksamkeit und vervollständigen in nutzbringender Weise diejenigen Arbeiten, welche bereits auf Veranlassung des alten Direktors des Verkehrswege in St. Petersburg M. V. E. von Timonoff, unter Auderm in den Arbeiten des internationalen Schifffahrtscongresses in Düsseldorf veröffentlicht sind (Berichte der Herren Karaouloff und Graftis).

Für die auf den Ladogakanälen geschleppten Schiffszüge hatte man die nachfolgenden Bedingungen aufgestellt :

1. Die Schleppdampfer müssen Schraubendampfer sein ;
2. Der Brennstoff muss mineralisch sein ;
3. Die Länge des Schleppdampfers darf 10 Faden (70 Fuss = 21,33 m in der Wasserlinie) nicht überschreiten ;
4. Die Wassertiefe des Schleppdampfers während der Fahrt bis zu dem tiefstliegenden Punkt der Schraube darf im Allgemeinen nicht mehr als $4 \frac{1}{2}$ Fuss = 1,37 m betragen, indessen ist mit Rücksicht auf den überhöhten Wasserstand in den Ladogakanälen ein etwas grösserer Tiefgang gestattet ;
5. Die Länge der Schleppzüge einschliesslich des Schleppdampfers wurde für die Ladogakanäle auf 80 Faden = 171 m höchstens festgesetzt, aber nach Maassgabe der Ergebnisse der Versuche sollte diese Länge bis zu 100 Faden = 213,36 m verlängert oder auch verkürzt werden dürfen ;
6. Die Geschwindigkeit des Schleppzüge wurde auf $2 \frac{1}{2}$ bis $3 \frac{1}{2}$ Werst (2,667 bis 3,734 km) in der Stunde je nach dem Wasserstande im Kanal und der Lebhaftigkeit der Schifffahrt, aber mit der ausdrücklichen Bedingung vorgeschrieben, dass die Schleppzüge die mit Pferden gezogenen Fahrzeuge nicht auf der Reise sondern nur an den Haltestellen überholen durften ;
7. Die Geschwindigkeit der einzeln fahrenden Schleppdampfer sollte nicht mehr als 5 Werst = 5,334 km in der Stunde betragen ;
8. Der Minister ist berechtigt, die Schleppversuche aufhören zu lassen, sobald er es mit Rücksicht auf die Angriffe des Kanalbettes, dessen Zustand während der Versuche überwacht werden soll, oder im Interesse der Regelmässigkeit und der Sicherheit des gesamten Schifffahrtsverkehrs für notwendig erachtet.

Um den Einfluss des durch durchfahrende Schleppzüge verursachten Angriffs auf die Sohle und die Böschungen der Kanäle feststellen zu können, hatte man auf den Ladogakanälen vier

besondere Teilstrecken mit Längen von je 100 Faden (213,36 m) ausgewählt. Die Teilstrecken waren derart ausgewählt worden, dass die aufzustellenden Beobachtungen ebensowohl den Grad des Aufriffs auf die verschiedenen Bodenarten als auch den Wert der verschiedenen zur Sicherung der Böschungen angewandten Verfahren erkennen lassen sollten.

An jeder Teilstrecke war ein Beobachtungsposten mit dem erforderlichen Personal und den nötigen Instrumenten eingesetzt. Vor Beginn der Beobachtungen wurde in jeder Teilstrecke der Zustand des Bodens und der Befestigungsart der Böschungen beschrieben und durch Zeichnungen erläutert; zahlreiche Querschnitte für eine vollständige Darstellung der Teilstrecke wurden aufgenommen. Einmal in jeder Woche oder noch öfter, je nach dem Maass der sich zeigenden Erscheinungen, wurden an den gleichen Punkten Querprofile mittels Peilen und Nivellements aufgenommen und zu Festpunkten in der Nähe des Postens selbst in Beziehung gebracht. Diese in regelmässigen Zwischenräumen auf den vier Versuchsstrecken vorgenommenen Untersuchungen haben eine nicht unerhebliche Zerstörung der Böschungen der Kanäle in der Höhe des Wasserspiegels nachgewiesen, aber dieselben Angriffe auf die Kanalböschungen hatten sich auch schon bei der ausschliesslichen Ausübung des Pferdezugs gezeigt; es kam also darauf an festzustellen, ob die Zerstörung der Kanalböschungen in vermehrtem Umfange durch die Einrichtung des Schlepverkehrs und die grössere Geschwindigkeit der Fahrzeuge, will sagen durch die hierdurch hervorgerufene grössere Wellenbewegung verursacht wurde.

Scott Russell (1) behauptet, dass alle an der Oberfläche des Wassers beobachteten Wellen, unabhängig von der Verschiedenartigkeit der sie hervorrufenden Wirkungen, in drei Arten eingeteilt werden können: die durch den Wind und die Stösse des in der Fahrt begriffenen Schiffes hervorgerufenen (sogenannte aufeinanderfolgende Wellen); die durch die Uebertragung einer bereits bestehenden Bewegung hervorgerufenen und die einzelnen Wellen. Was die durch den Wind oder durch das in der Fahrt befindliche Schiff hervorgerufenen Wellen anlangt so ist nach Scott Russell das Gesetz ihrer Bildung, dass jedes in Bewegung gesetzte Wasserteilchen einer drehenden Bahn folgt; jedes voraus befindliche Wasserteilchen beginnt seine Bewegung nach dem nachfolgenden; während

(1) « Reports of the British Association 1894 » und « Transactions of the Institute of Naval Architects 1862/1864 ».

des Zeitraums der vollständigen Umdrehung eines Wasserteilchens in seiner Bahn pflanzt sich die Wasserbewegung auf alle vorwärts befindlichen Wasserteilchen in einem der Länge der Welle entsprechenden Zwischenraum fort.

Wenn man im Einzelnen die auf den Ladogakanälen sowohl durch den Wind als durch die Personen- und die mit Anhängen fahrenden Schraubenschleppdampfer hervorgerufenen Wellen betrachtet, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die Bildung dieser Wellen vollständig von den Gesetzen der mathematischen Analyse abhängen und dass sie nur aufeinanderfolgende sind.

Um das Profil der Wellen in natürlicher Grösse zu erhalten wurde auf der Wasseroberfläche in der Nähe der Böschungen eine mit Schwimmern versehene Vorrichtung angebracht. Wenn die Welle ihren höchsten Punkt erreichte, legte man die Schwimmer mit Hilfe einer Feder fest und erhielt auf diese Weise den Umriss der Welle. In den auf diese Art erhaltenen Kurven liegt der Mittelpunkt der Bahnlinie des Wasserteilchens über der Wasseroberfläche; die Welle erhebt sich also über den Wasserspiegel mehr als sie unter ihn sinkt, die Ausdehnung der Drucke über die Wasseroberfläche hinaus ist grösser als die andere. Man muss daraus zu dem Schluss kommen, dass die sich bis zu den Böschungen herauf erhebenden Wellen durch den Wind oder durch die von den in Bewegung befindlichen Schiffen erzeugten Stösse erzeugt werden.

Was die durch die Schrauben der Dampfer hervorgerufenen Wellen anlangt, so hat man hierfür nicht so genaue mathematische Studien. Die Wechselwirkung der Wellen ist der Art verschieden, dass es zweifelhaft erscheint, ob man aus den angestellten Beobachtungen ein allgemeines Gesetz herzuleiten im Stande sein wird. Unmittelbar hinter dem Achtertheil des in der Bewegung befindlichen Schiffs bildet sich eine Vertiefung, in welche das Wasser von allen Seiten hineinstürzt; auf diese Weise wird eine sehr erhebliche Wasserbewegung erzeugt, eine Bewegung, die besonders stark in senkrechtem Sinne sich unter dem Kiel hindurch bemerkbar macht. Ist das Schiff in der Fahrt, so nimmt das Wasser, welches die Absenkung hinter demselben ausfüllt, eine sich gleich bleibende Geschwindigkeit an und folgt in der Form einer sogenannten begleitenden Welle dem Schiff. Die Begleitgeschwindigkeit wechselt im Allgemeinen zwischen 5 % und 10 % zu derjenigen des Fahrzeugs. Veranlasst durch die Einwirkung der begleitenden Welle ist die Geschwindigkeit der Uebertragung der Schraube geringer als diejenige des Schiffs und dies ist beider Berechnung der vorwärtsbewegenden Kraft berücksichtigt worden.

Man muss die in der Nähe der Schraube befindlichen Wasserbewegungen in zweie zerlegen und zwar : erstens in eine Uebertragung folgend der Mittellinie der Drehbewegung der Schraube und in eine Bewegung senkrecht zu dieser Mittellinie ; diese zweite Bewegungsrichtung wird sehr stark durch die Centrifugalkraft beeinflusst, welche das Wasser von der Drechachse abtreibt, weiter durch die Wirbelbildungen, welche das in den hinter dem Achterteil des Schiffes gebildeten Leerraum eindringende Wasser erzeugt und durch die Einwirkung der begleitenden Welle.

Die zerstreuende Wirkung der centrifugalen Gewalt ist von allen Gelehrten, welche die Theorie der treibenden Schraube studiert haben, als wenig bedeutungsvoll erachtet worden, insbesondere für eine passend gewählte Schraube, bei welcher die Flügelspitzen etwas eingebogen und die Zahl der Umdrehungen der besten Leistung der Maschine angepasst war.

Die Ansicht, nach welcher die Einwirkung der centrifugalen Kraft sehr bedeutend sein müsste, ist durch die Gelehrten als nicht begründet erachtet, denn, wenn sie berechtigt wäre, würde der auf die vorderen Flächen der Schraube ausgeübte Druck viel beträchtlicher als der auf die Hinterflächen ausgeübte sein, während tatsächlich die durch den Unterschied der auf die Flächen einwirkenden Drucke verursachte Einbusse an wirkender Kraft nur $4 \frac{1}{2} \%$ beträgt, darin einbegriffen ein nicht unerheblicher Verlust durch das nach hinten unter der Schraube zurückgeworfene Wasser.

Die Schraube muss derartige Flügel besitzen, dass ihre Form und ihre Oberflächenabmessungen soweit als irgend möglich weder ein Auseinanderstreuen des Wassers befördern noch ein Brechen der nach rückwärts geworfenen Wasserwelle, das heisst, dass sich hinter den Flügeln der Schraube kein Hohlraum bildet, sondern dass das Wasser beständig mit der Schraube in Berührung bleibt. Wenn die Schraube diese Eigenschaften besitzt, dann wird das nach hinten zurückgeworfene Wasser sich in einer zylindrischen Säule fortsetzen, deren Durchmesser wenig von dem der Schraube abweicht und die an einem gewissen Punkt einen etwas wenigens zusammengezogenen Querschnitt aufweist ähnlich wie es sich zeigt, wenn eine Flüssigkeit durch eine feine Röhre hindurchfließt. In dieser cylindrischen Säule besitzen die die Schraube verlassenden Wasserteilchen eine nur schwache strahlenförmige oder gar keine Bewegung und der Querschnitt der nachfolgenden Säule zeigt Curven, die sich nur wenig von dem Kreise unterscheiden. Die ganze nach hinten zurückgeworfene Welle kann also als eine aus hohlen concentrischen Zylindern zusammengesetzte Säule betrachtet werden.

Diese Betrachtungen sind durch die bei den Dampferfahrten durch die Ladogakanäle gemachten Beobachtungen in ihrem ganzen Umfange bestätigt worden. Die durch die Schraube erzeugte Welle findet ihre Fortsetzung in einer genau zur Kanalachse parallelen Linie und hat keinen Einfluss auf die Wasserbewegung an den Böschungen.

Es folgt somit aus dem ganzen Vorgange, dass die an den Kanalböschungen herrschende Bewegung bei Abmessungen von Kanälen, mit denen wir uns hier beschäftigen (1) lediglich durch die Welle des Schiffskörpers oder durch den Wind hervorgerufen wird, mit der Schraube aber in keinem Zusammenhange steht. Die durch den Wind und die durch die Schiffsbewegung hervorgerufenen Wellen sind in ihrer Art völlig gleich.

Man kann also mit hinreichender Genauigkeit die an den Kanalböschungen durch den mechanischen Schiffszug verursachten Beschädigungen denjenigen gleichstellen, welche durch die von dem Winde hervorgerufene Bewegung verursacht werden.

Das Gelände der Südufer des Ladogasee's, längs welchem die Ladogakanäle angelegt sind, ist zahlreichen Witterungsänderungen ausgesetzt. Im Jahre 1903 herrschte von 162 Tagen, vom 1. Juni bis zum 9. November, an 72 Tagen Regen und an 107 Wind, was 44 % für den ersteren und 66 % für den Wind ausmacht; im Jahre 1904 herrschte von 174 Tagen an 57 Tagen Regen und an 87 Tagen Wind, mithin an 40 % Regen und an 55 % Wind. Die Wellenschwingung bei den auf dem Kanal durch den Wind erzeugten Wellen erreicht 0,07 Faden (0,1493 m) und beträgt mindestens 0,03 Faden (0,064 m).

Die Personenboote, welche die Fahrt viermal täglich machten, erzeugten eine Welle von nicht mehr als 0,10 Faden (0,2134 m) und auch diese Zahl wurde nur erreicht, wenn die Schiffe in einem Abstände von 5 bis 6 Faden (11,73 bis 12,8 m) von der Böschung entfernt fuhren; wenn sie in der Kanalachse mit einer Geschwindigkeit von 9 bis 10 Werst (9,60 bis 10,67 km) in der Stunde fuhren, betrug die Wellenschwingung nicht mehr als 0,06 bis 0,07 Faden (0,128 bis 0,149 m). In diesen Falle erzeugte die Durchfahrt eines Schiffes nur 20 Wellen von dieser Schwingung, die Bewegung wurde

(1) Breite der Sohle: 25,6 m; mittlere Tiefe bei Niedrigwasser 2,64 m; benetzter Querschnitt 80,57 qm. Die hauptsächlichlichen Abmessungen der kleinen die Ladogakanäle befahrenden Schiffe sind: Länge 68,27 m; Breite 9,60 m; Tiefgang 1,78 m. Das Verhältniss des Schiffsquerschnitts zum Kanalquerschnitt ist 0,17. Dieses Verhältniss kann sich in den seltenen Jahren mit sehr niedrigem Wasserstande bis zu 0,22 ändern.

in der Folge geringer und hörte nach 2 Minuten vollständig auf (Ruhezeit), wo sie sich mit der durch den Wind verursachten Bewegung vereinigte. Die durch einen Schraubenschlepper beförderten Schiffszüge rufen bei einer Geschwindigkeit von 5 Werst (5,33 km) in der Stunde höchstens Wellen mit einer Schwingung von 0,02 bis 0,03 Faden (0,427 bis 0,64 m) hervor und ihre Bewegung dauert weniger als 2 Minuten.

Wenn man die grösste Zahl der im Laufe eines Monats durch den Kanal fahrenden Schiffe zu 3 000 annimmt, was einer täglichen Zahl von 100 mit 500 Schleppdampfern entspricht, so kann die ganze durch die Bewegung der Schiffszüge auf die Böschungen ausgeübte Wirkung einer durch die natürliche Bewegung hervorgerufenen Wirkung an 2 Tagen und 2 Stunden monatlich gleichgestellt werden, was unter der Annahme von 20 Windtagen im Monat nicht mehr als 10 % der Beschädigungen an den Böschungen ergibt welche durch den Wind hervorgerufen werden. Dieser Prozentsatz wird noch erheblich geringer, wenn wir von der durch den Schleppzug verursachten Bewegung noch diejenige abziehen, welche durch dieselben 3 000 Fahrzeuge bei ihrer Beförderung mittels Pferdezeuges hervorgerufen wird.

Aber abgesehen vom dem Winde und der durch die Schleppzüge hervorgerufenen Bewegung wirken auf den Zustand der Böschungen auch der Regen und ganz allgemein die Witterungserscheinungen zerstörend ein. Sie sind die hauptsächlichsten Ursachen der Zerstörung der Kanalböschungen, besonders wenn diese die zu ihrer Sicherung vorgesehenen Schutzmittel bereits verloren haben. Die an den Böschungen der Beobachtungsteilstrecken in regelmässigen Zwischenräumen vorgenommenen Aufnahmen haben eine viel erheblichere Zerstörung der Kanalböschungen während der grossen Wind- und Regen-Zeitabschnitte ergeben, obwohl während dieser Zeit der Schiffsverkehr bei Weitem geringer war als in der guten Zeit.

Aber der gefährlichste Schaden für die Böschungen ist die Eisschmelze und zwar hauptsächlich da, wo die Böschung ihre Sicherung verloren hat. Das Eis, welches an den blossliegenden Stellen der Böschungen und selbst an dem Graswuchs, wo er noch erhalten ist, hängen bleibt, reisst beim Eintreten des Eigangs nach dem Frühjahrshochwasser Erdkörper, Steine, Rasenstücke mit sich und zerstört bei seiner Fortbewegung längs der Kanalböschungen den Rasen besonders an den Stellen, wo er bereits unterbrochen und die Böschung angegriffen ist, dadurch werden die Böschungen

einer vermehrten Entblössung ausgesetzt und nunmehr einer aus den verschiedensten Ursachen zusammengesetzten schädlichen Einwirkung unterworfen. Bei der Aufnahme im Jahre 1904 unmittelbar nach dem Eisgange hat sich eine derartige erhebliche Zerstörung der Kanalböschungen ergeben, dass im Vergleich dazu die während der ganzen Schifffahrtsdauer im Jahre 1903 beobachtete vollständig bedeutungslos war.

Ausser den obenerwähnten Ursachen der Zerstörung der Böschungen sind auch noch andere zu nennen und zwar namentlich die unverständige Anwendung der Bootshaken seitens der Schiffer, der ungehinderte Verkehr von Menschen und Vieh auf den Böschungen und die Bewegungen der leeren Schiffe zu nahe an den Kanalrändern. Die Fahrzeuge, deren Tiefgang nicht mehr als 2 Viertel Arschin (0,35 m) beträgt, legen sich infolge vernachlässigter oder fehlerhafter Ueberwachungen seitens der Besatzung oder infolge der quertreibenden Wirkung des Windes gegen die Böschung und zerstören auf diese Weise die Berasung derselben; auf diese Weise bildet sich in der Böschung eine von der Grasnarbe entblösste Vertiefung, welche je mehr und mehr durch den Regen und bald auch durch die Wasserbewegung angehöhlt wird; legt sich das Schiff aber auf die Böschung, so greift die Besatzung zu den Bootshaken und stösst sie auf's Geratewohl aus um einem Festfahren vorzubengen; und dies Manöver trägt weiter zu der Beschädigung der Böschungen bei.

Unter allen diesen auf die Kanalböschungen einwirkenden Zerstörungsursachen ist die durch den Verkehr der Schleppdampfer und der geschleppten Fahrzeuge hervorgerufene Beschädigung so unbedeutend, dass es nicht der Mühe wert ist davon als von einem Beweggrunde zu sprechen, der im Stande wäre die Einführung des mechanischen Schiffszuges auf den Ladogakanälen zu verhindern.

Was die Einwirkung des mit Schraubendampfern betriebenen Schiffszuges auf die Kanalsohle anlangt, so hat man zu dieser Frage während der Schifffahrtsperioden von 1903 und 1904 nur wenig von Bedeutung feststellen können und zwar vermutlich infolge der Tatsache, dass sich zwischen der Schraube und der Kanalsohle eine Wasserschicht von etwa 0,60 Faden (1,28 m) befand. Aus den in den 4 Teilstrecken aufgenommenen Querschnitten geht hervor, dass die auf die Kanalsohle ausgeübten Veränderungen derart unbedeutend sind, dass sie jede Gefahr einer Anfressung der Sohle ausschliessen.

Es ist hier eine geeignete Gelegenheit die Aufmerksamkeit noch auf einen Umstand hizu lenken, der zu Gunsten der Einführung des

mechanischen Schleppzugs auf den Kanälen spricht. Bei dem mechanischen Schiffszug selbst in dem Falle von zwei Anhängen, wenn von dem zweiten von beiden zu seiner Führung zwei Ketten angewendet werden, lässt sich dieses so regelmässig lenken, dass die Fälle von ausweichenden Fahrzeugen ausserordentlich selten sind, sodass die Anwendung der Bootshaken fast vollständig vermieden wird, ein Umstand, der ganz erheblich zur Erhaltung der Böschungen beiträgt.

Endlich hören mit dem mechanischen Schiffszug auch das Gestampfe der Gespanne auf dem Leinpfade auf und die Schädigungen, welche die Pferde beim Abfressen des Graswuchses der Böschungen, wenn sie hungrig sind, oder beim Herabsteigen auf den Böschungen zum Trinken oder Baden verursachen, wobei ausserdem abbröckelnde Erdteile in den Kanal gelangen. Man kann daher mit Bestimmtheit behaupten, dass die Einführung des mechanischen Schiffszuges die Kanäle nicht nur nicht verschlechtern sondern zu ihrer Erhaltung ganz erheblich beitragen wird.

ZWEITER THEIL

Die Frage, in welcher Form man den Pferdezug durch den mechanischen Schiffszug ersetzen soll, gewinnt in der Anwendung auf die Ladogakanäle an sehr grosser Bedeutung. Die Schwierigkeit der Entscheidung dieser Frage ist bereits in denjenigen Ländern erprobt worden, welche sich als erste mit dem mechanischen Schiffszug befasst hatten. In Frankreich sind die bestehenden künstlichen Schiffahrtstrassen und die natürlichen Flüsse durch das Gesetz den Strassen gleichgestellt, auf welchen die Art des Verkehrs einer einschränkenden Bestimmung nicht unterworfen ist. Die Folge hiervon ist, dass auf den Kanälen in Nordfrankreich die Einrichtungen des mechanischen Schiffszuges mit den durch Pferdezug fortbewegten Schiffen die gleiche Geschwindigkeit einhalten, da der letztere auch alle Rechte des freien Wettbewerbes geniess.

Es steht indessen nicht in Frage, dass den von uns soeben besprochenen ähnliche Erscheinungen auch binnen Kurzem die Geschichte der östlichen Länder beschäftigen werden. Also, in Frankreich nimmt der Gesetzentwurf für die neu zu erbauenden Schiffahrtstrassen die Notwendigkeit in Betracht, dem Staat das Recht zu

sichern, die eine oder die andre Art des Schiffszugs, wie sie nach der Art des Schiffahrtsweges oder der Abgabe angemessen erscheint, auszuwählen. In Deutschland finden wir bereits die Anwendung des Grundsatzes der Monopolisierung des Schiffszuges: die Kreisverwaltung Teltow betreibt unter dem Titel des Monopols den mechanischen Schiffzug auf dem Teltowkanal; eine ähnliche Art des Betriebes des Schiffszugs ist durch das Gesetz für den beabsichtigten Rhein-Weser-Kanal vorgesehen.

Es ist nicht ohne Interesse festzustellen, dass der Grundsatz, den man für die Ladogakanäle zur Anwendung bringt, keineswegs in das Rechtsgebiet gehört. Die Einführung der einen oder andern Art einer Betriebseinrichtung auf einer künstlichen Schiffahrtsstrasse mit selbst vollständiger Unterdrückung einer vorher bereits bestandenen Einrichtung für den Fall, dass diese letztere als den Interessen des Staates nicht mehr als entsprechend erkannt worden ist, widerspricht grundsätzlich nicht den für das Flussrecht in Russland zu Recht bestehenden Bestimmungen. (Rem. 3 in Artikel 86 der Ordnung für Verkehrswege). Alle die Schwierigkeiten, welche die Lösung dieser Frage für die Ladogakanäle bietet, sind mehr örtlicher Art, stehen aber in so engster Weise mit den lebhaftesten Interessen der Bevölkerung im Zusammenhange, dass man sie unmöglich bei der Bearbeitung des Entwurfs irgend einer Art des Schiffszuges unbeachtet lassen kann. Tatsächlich wird der Pferdezug an den Ladogakanälen durch 3 000 bis 4 000 Bauern der Gegend, welche sich im Gesamtbesitz von 10 000 bis 11 000 Pferden befinden, betrieben und dieser Betrieb bringt ihnen eine runde Summe von einer Million Rubel während der Schiffahrtszeit ein; andererseits sind die Bodenbedingungen in den den Kanälen benachbarten Gegenden für die landwirtschaftliche Ausnutzung wenig günstig; die plötzliche Wegnahme einer solchen Einnahme der örtlichen Bevölkerung würde somit eine wirtschaftliche Krisis bei den weniger als andre auf derartige Schwierigkeiten vorbereiteten Kreisen hervorrufen.

Mit Rücksicht auf die soeben erwähnten Umstände suchte das Ministerium der Verkehrswege in der Frage des Schleppverkehrs auf den Ladogakanälen eine Vereinbarung zwischen den verschiedenen in entgegengesetzter Weise Beteiligten herbeizuführen. Diese Vereinbarung wurde erreicht durch die Einrichtung eines mechanischen Schiffszug ausserhalb der in dem ersten Teil dieses Aufsatzes angegebenen technischen Bedingungen, nach einer besondern die Menge bestimmenden Regel, welche die Zahl der geschleppten Fahrzeuge festlegte und sie allmählig zunehmen liess. Von der Gesamtzahl der

jährlich die Ladogakanäle durchfahrenden 16 000 bis 18 000 Fahrzeugen wurden für des Schleppen zugelassen :

Im Jahre 1903	317 Fahrzeuge
„ „ 1904	1 179 „
„ „ 1905	1 396 „
„ „ 1906	1 800 „
„ „ 1907	2 450 „

Die ganz besonderen Bedingungen der wirtschaftlichen Verhältnisse in den an die Kanäle angrenzenden Gegenden haben bei uns besondere Lösungen der Frage des Ersatzes des Pferdezeuges durch den mechanischen Schiffszug notwendig gemacht; während die Wirtschaftspolitik des westlichen Europa danach drängt den Staaten das Recht zu verleihen die alten Formen des Betriebes auf den Schifffahrtsstrassen aufzuheben und neue selbst unter Einschluss des Alleinrechts einzuführen, haben bei uns die gesamten örtlichen und wirtschaftlichen Interessen gewissermassen zu einer die veralteten Betriebseinrichtungen beschützenden Politik getrieben. Wenn wir nun auch zugeben müssen, dass diese Interessen in ihrer Gesamtheit keineswegs übersehen werden dürfen, können wir es doch nichtsdestoweniger unterlassen auf den nach unserer Meinung ungünstigen Einfluss einer auf derselben Schifffahrtsstrasse vorgenommenen Vereinigung der von einander so vollständig verschiedenen Beförderungsarten, wie sie nun einmal der Pferdezug und der mechanische Schiffszug sind, hinzuweisen und dies besonders im Hinblick auf die Bestimmung, welche für den Schleppbetrieb auf den Ladogakanälen getroffen ist und es verbietet, dass während der Fahrt die Schleppzüge die von Pferden gezogenen Fahrzeuge überholen.

Die grösste Geschwindigkeit der von Pferden gezogenen Fahrzeuge hat auf der ganzen Ausdehnung der Ladogakanäle 6 Tage betragen, während die durchschnittliche Dauer der Fahrt auf diesem Wege 8 Tage und bei schlechtem Wetter, Wind, Pferdemangel und anderen ungünstigen Begleitumständen selbst 10 Tage und mehr betragen hat.

Man versteht nunmehr leicht, dass die Einschaltung von Einzelbetrieben in den Betrieb des Pferdezeuges, welche nach der Natur ihres Antriebes eine viel grössere Geschwindigkeit als dieser entwickeln können, diesen, wenn sie nur an den Haltestellen vorbeifahren dürfen, die Vorteile des mechanischen Schiffszuges nicht allein vom Gesichtspunkte der Schnelligkeit sehr erheblich herabmindern

muss, sondern ihnen auch den besten Vorzug, den der Regelmässigkeit der Beförderung entzieht. Trotz dem wird es bei dem mechanischen Schiffszug, ohne dass er mit einer nach den oben beschriebenen Untersuchungen eingehaltenen Geschwindigkeit weder für die Sohle noch für die Böschungen der Kanäle gefährlich ist (4,5 Werst in der Stunde = 4,80 kilometers in der Stunde), möglich, die unmittelbare Beförderung von Ladungen zwischen den Endpunkten der Ladogakanäle (Sviriza-Schlüsselburg) in 36 Stunden sicher zu stellen d. h. sie um mehr als zwei Drittel gegenüber der Beförderung mit Pferdezug herabzumindern (wenn man für die letztere eine höchste Geschwindigkeit von 27 Werst am Tage zu Grude legt). Diese Geschwindigkeit in der Beförderung der Waaren auf der Linie der Ladogakanäle zu erreichen würde gleichbedeutend mit einer grossen Befriedigung für den russischen Ausfuhrhandel sein, der seit dem Ausbau der Marie-Gruppe bestrebt ist, von Rybinsk bis nach St. Petersburg mit demselben Schiffe in einer Schifffahrtsperiode zwei Peisen zu machen. Wenn es möglich ist in irgend einer Weise ohne den Wettbewerb des Pferdezuges zu stören, einen ununterbrochenen Schleppverkehr einzurichten, so ist dies unter allen Umständen auf den Ladogakanälen mit ihren zwei parallelen Linien der Fall, unter der Voraussetzung, dass man allemal eine gewisse Art von Ladungen und von diesen die besonders eiligen mit Schleppdampfern auf den neuen Kanälen und die andern in bestimmter Zahl durch die alten Kanäle und hier zeitweise mit Pferdebetrieb befördert.

Dies ist in grossen Zügen die Art des mechanischen Schiffszugs, wie sie nach unserer Ansicht am Besten den gesamten Verhältnissen der Ladogakanäle in ihrem gegenwärtigen Zustande sowohl vom technischen als vom wirtschaftlichen Standpunkte entspricht.

Diese Anordnung giebt nicht die Möglichkeit die erhöhte Geschwindigkeit in der Beförderung zu verwirklichen, wie sie augenblicklich den elektrischen Schiffszügen im westlichen Europa und in Amerika eigen ist. Andererseits beraubt der besondere Schiffszug die an die Kanäle angrenzenden Gelände aller mittelbaren Vorteile, welche mit dem Vorhandensein einer gut verwertbaren centralen Quelle der Tätigkeit verknüpft sind. Wenn nun die Prüfung der Frage, die uns interessiert, auf dem Kongresse trotz der oben auseinander gesetzten Verhältnisse erweisen sollte, dass man längs den Ladogakanälen eine Einrichtung des mechanischen Schiffszuges, wie sie ihre Lebensfähigkeit anderswo so glänzend bewährt hat empfiehlt, so wären wir die Ersten ihre schleunige Anwendung zu wünschen.

Wir kommen somit nach den vorangegangenen Ausführungen zu dem Schluss :

1. Der mechanische Schiffszug auf den Ladogakanälen mit einer Geschwindigkeit von 4,5 Werst (4,80 kilometers) in der Stunde wird weder der Sohle noch den Kanalböschungen Schaden bringen, wenn die Wassertiefe in den Kanälen 60 cm mehr als der Tiefgang der Schiffe beträgt.

2. In der Erwartung einer allgemeinen Lösung der Frage eines centralen mechanischen Schiffszugs auf den Ladogakanälen erscheint es vorteilhaft für den Verkehr auf diesen Kanälen einen besonderen Schiffszug mit Schleppdampfern unter Erleichterung des Betriebes durch Verwaltungsmaassnahmen einzurichten und dabei dem Pferdezug die Möglichkeit des Bestehens zu lassen derart, dass der Wettbewerb ihn natürlich nicht verschwinden lässt aber doch den Umfang seiner Tätigkeit soweit als möglich auf die Linie der alten Kanäle beschränkt.

Gez. M. F. TSIONGLINSKI und A. M. ROUND.
Ingenieure der Verkehrswege.
