

G. 47 F
23

Symphor
Geheimer Oberbaurat.

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
2. Mitteilung

ÖKONOMISCHE STUDIE

UEBER DEN

mechanischen Schiffszug auf Flüssen, Seen und Kanälen

BERICHT

VON

St. John CLARKE

Léon GERARD

Civilingenieur, Ingenieur der Rapid Transit
Commission, Chefingenieur der Eisenbahn
von Long-Island nach New-York.

Ingenieur-Sachverständiger, früherer Präsi-
dent des Belgischen Elektrotechniker
Vereins in Brüssel.

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905

F 2
11

520



~~117296~~



WIRTSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE STUDIE

ÜBER

II - 349870

MECHANISCHE TREIDELSCIFFFAHRT

auf Flüssen, Kanälen und Seen

an Hand der amerikanischen Einrichtungen

BERICHT

VON

St. John CLARKE

Léon GERARD

Civilingenieur, Ingenieur der Rapid Transit Commission, Chefingenieur der Eisenbahn von Long-Island nach New-York.

Ingenieur-Sachverständiger, früherer Präsident des Belgischen Elektrotechniker Vereins in Brüssel.



Die Bedingungen, für den elektrischen Treidelbetrieb auf den grossen amerikanischen Kanälen, besonders auf dem Erie-Kanal, sind wesentlich andere als für mechanische Treidelschiffahrt in Europa.

Der Erie-Kanal, der den Eriesee mit dem Hudson von Buffalo bis Troy verbindet, ist 352 Meilen (565 km) lang und hat 72 Schleusen. Seine Wasserspiegelbreite beträgt 56 bis 60 Fuss, seine Wassertiefe 7 bis 8 Fuss (vergl. Fig. 2).

Wirtschaftliche Betriebsbedingungen.

Trotz der grossen Raumverhältnisse ist der Nutzwert dieses Kanals stark beeinträchtigt durch die Frostperioden, welche nur für 7 Monate des Jahres einen regelmässigen Betrieb gestatten. Ferner schadet ihm der Wettbewerb der Eisenbahnen und die Langsamkeit des Treidelbetriebes mit Tieren. Dieser geschieht mit 3 Maultieren oder 2 Pferden für ein Schiff, wobei eine Grösstgeschwindigkeit von 2 Meilen gleich 3200 m in der Stunde und eine durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit von etwa 1 1/2 Meilen gleich 2400 m erzielt wird. Oft sinkt diese Geschwindigkeit sogar auf weniger als 1600 m in der Stunde herab.

Akc. Nr.

~~1600/52~~

BPU-10 362/2017

Schliesslich wird die Treidelschiffahrt noch bedeutend durch die Strömung des fliessenden Wassers beeinflusst, die eine Geschwindigkeit von 0,24 bis 0,50 Meilen in der Stunde gleich 370 bis 800 m in der Stunde besitzt.

Die Schiffe tragen Lasten von 140 bis 200 Tonnen. Ihre Gröszenverhältnisse sind : Mittlere Hauptspantbreite 16 bis 17 $\frac{1}{2}$ Fuss, Tiefgang 5 Fuss bis 5 Fuss 5 Zoll, Länge 96 bis 97 Fuss (1). Die Spanten am Bug haben viereckigen Querschnitt. Ein Blick



Fig. 1. — Erié Kanal (V. S. A.). Zugtiere und Schiffe.

auf diese Barken, deren Grundform uns Figur 1 zeigt, genügt zur Erklärung der schnellen und unerwarteten Erhöhung, die die für eine Betriebstonne erforderliche Zugleistung bei einiger Geschwindigkeit erfordert.

Im allgemeinen gehören die Zugtiere den Schiffern selbst und sind auf den Schiffen untergebracht. In diesem Falle kostet der Treidelbetrieb mit Tieren bei der Talfahrt 0,5125 Dol-

(1) Die Schiffe, welche bei den Versuchen der Verfasser im Mai und August 1905, verwendet wurden, hatten folgende Durchschnittsmasse : Länge 29,56 m, Breite 5,33 m, Tiefgang bei Belastung 1,62 m und im leeren Zustande 0,40 m (vergl. Fig. 2).

lars gleich etwa 2,60 frcs für eine Tonne und 352 Meilen oder 565 km ; das sind 0,004599 frcs. für ein Tonnenkilometer.

Die Kosten für die Bergfahrt sind viel höher und schwanken beträchtlich. Der Verkehr nach dieser Richtung ist unregelmässig. Er erfordert mindestens die doppelte Zahl von Zugtieren, wobei die Schuten kaum mehr als 140 Tonnen tragen können. Die Fahrt durch den Kanal talabwärts erfordert bei diesem System 12 bis 14 Tage, wenn man mit Umspann Tag und Nacht durchfahren kann. In Wirklichkeit machen die Schiffer jedoch kaum mehr als 5 Reisen im Jahr von den Seen nach dem Fluss, wobei dann selten eine Fahrt bei Nacht gemacht wird.

Unter dem Einfluss dieser verschiedenen nachteiligen Verhältnisse musste in einem Lande, das so grossen Wert auf Sicherheit und Schnelligkeit der Verkehrsverbindungen legt, der Verkehr auf dem Kanal grosse Abnahmen erfahren. Die folgenden Zahlen geben über die Veränderungen seit dem Jahre 1880 Aufschluss :

1880	Tonnen	6 457 656
1890		5 246 102
1895		3 500 000
1900		3 345 941
1901		3 421 613
1902		3 274 446

Dieser wirtschaftliche Niedergang hat die Behörden des Staates New-York stark beunruhigt.

Die Steigerung der Kosten für den Transport auf dem Wasserwege, seine Unregelmässigkeit und seine Langsamkeit erfordern eine durchgreifende Aenderung der Betriebsbedingungen des Kanals. Unter den in Vorschlag gebrachten Lösungen dieser Frage besteht eine in der Anlage eines Seekanals von nahezu 600 km Länge in unebenem Gelände, der Buffalo mit dem Unterlauf des Hudson verbindet. Der Kanal soll für Leichter von 1 000 Tonnen Tragfähigkeit angelegt werden.

Diese Lösung hat einen grossartig angelegten Entwurf ins Leben gerufen, dessen Verfasser und Verteidiger sich scheinbar durch die beträchtlichen Geldmittel, die er erfordert, nicht abschrecken lassen. Eine Volksabstimmung des Staates New-York hat den Entwurf genehmigt. Immerhin muss man sich aber erst einmal grundsätzlich über das Endziel, das man erreichen möchte, entscheiden, ehe man eine ganz bestimmte technische Anlage zur Ausführung bestimmen kann.

Eine Einrichtung elektrischen Schnelltreidelbetriebes, wie sie an einem Teile des Erie-Kanals nahe bei dem Kraftwerk der General Electric Company in Schenectady vorgenommen ist, würde mit Leichtigkeit eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Kanals auf 15 und sogar 20 Millionen Tonnen gestatten. Die Gesamtfahrtdauer beträgt für Züge, welche Tag und Nacht fahren, nur 4 Tage. Die Treidelkosten betragen unter diese besonderen Umständen : 3 % Verzinsung des Anlagekapitals, 3 % Tilgung für die Gleise und 10 % für das rollende Material, die Unterhaltungs- und unmittelbaren Betriebskosten. Sie belaufen sich für eine Tonnenmeile auf 0,001 Dollar, wenn der Verkehr nur 2,000,000, und auf 0,0004 Dollar; wenn wie früher 10 000 000 Tonnen erreicht werden, das entspricht 0,0031 bzw. 0,00124 frcs für ein Tonnenkilometer.

Ein veränderlicher Tarif für die Betriebstonne würde also die Leistung des Schnelltreidelbetriebes für 3 1/2 bis 1 1/2 millime (tausendstel frc) für ein Tonnenkilometer je nach dem Jahresverkehr gestatten.

Das sind sehr beachtenswerte und günstige wirtschaftliche Verhältnisse trotz der ungeheurlichen Geschwindigkeiten und der langen Wintersperren.

Die Ausführung dieses ganz besonders für die Verhältnisse des Erie-Kanals, in bezug auf Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit entworfenen Projektes würde nach Ansicht seiner Verfasser ein Anlagekapital von 6 500 000 Dollars oder 33 Millionen Franken erfordern. In diesen Zahlen sind die Kosten für Anlage der Kraftwerke zur Stromerzeugung mit mindestens 8 000 PS. für den gegenwärtigen Verkehr nicht enthalten.

Der Strom kann hier an Ort und Stelle abgenommen werden, da in dieser Gegend grosse hydro-elektrische Kraftwerke bestehen, die eine Betriebspferdestärke für einen Pauschalpreis von nahezu 42,5 Dollars (216 frcs) im Jahr verkaufen.

Dies entspricht einem Verkaufspreis von 300 frcs für ein Kilowattjahr.

Der Preis des im Hinblick auf die Geschwindigkeit und grossen Zugleistungen in diesem Falle ausserordentlich kräftig und kompakt ausgeführten Gleises beträgt 16 000 Dollars für eine Meile oder 50 000 frcs für ein Kilometer bei der Erstanlage. Das Gleis wiegt 330 Tonnen für eine Meile oder 730 060 englische Pfund für eine Meile (206 Tonnen für 1 Kilometer).

Der Preis des ganzen Systems (einschliesslich rollendes Material) beträgt 18 500 Dollars für eine Meile oder 58 500 frcs für ein Kilometer ohne Kraftwerke.

Technische Beschreibung.

Herr Wood, der Erfinder des am Erie-Kanals ausgeführten Treidelsystems wurde bei der Konstruktion des rollenden Materials von Herrn F. Blackwell von der General Electric Co in Schenectady, und bei der Gleisausführung von Herrn St. John Clarke, Ingenieur der New-Yorker Stadtbahn, unterstützt.

Die ersten Vorführungen geschahen im Oktober 1903 im Beisein des Regierungsvertreters des Staates New-York. Die Zahlenangaben über die Betriebsleistungen der Apparate sind von den Ingenieuren der General Electric Company in Schenectady aufgezeichnet worden.



Fig. 3. — Erie Kanal, Schenectady N. Y. : Einzelheiten der Gleisanlage.

Die Gleise.

Die Anlage ist doppelgleisig, eins für Berg-, und eins für Talfahrt. Das Gleis besteht aus zwei I Schienen, die auf gewöhnlichen Stützen in Zwischenräumen von 25 Fuss (7,50 m) ruhen. Jede Schiene ist für den Verkehr nach einer Richtung bestimmt. Das dem Kanal zunächst liegende Gleis liegt niedriger als die das andere.

Dies doppelte Berg- und Talfahrtgleis nimmt nur einen sehr kleinen Raum ein. Seine grösste wagerechte Abmessung beträgt 4 Fuss (1 m), seine Höhe vom Boden bis zur höher liegenden Schiene 4 Fuss 6 Zoll oder 1,35 m. Das Doppelgleis liegt in 15 Fuss Entfernung von der Böschungsoberkante des Kanalufer (Fig. 2). Diese Entfernung und die Höhe des Gleises sind so berechnet, damit zeitweise ein Treidelbetrieb mit Tieren stattfinden kann und der Leinpfad für diese Betriebsart frei bleibt.

Das Gleis besteht aus vernieteten und verschraubten Stahlwalzträgern. Seine Form gestattet alle Biegungen, die eine Ueberführung über die Ladekais oder eine Unterführung unter Kunstbauten erfordert. Es ist dann nur die Eingrabsart der Stützen zu ändern.

Die Photogravuren Fig. 3 und Fig. 4, sowie die Linienführung Fig. 2 geben Aufschluss über die Anlage.



Fig. 4. — Erie Kanal, Schenectady N. Y. : Ansicht einer Lokomotive von 100 HP bei doppelgleisiger Anlage.

Die I-förmigen senkrechten Stützen stehen in Betonkörpern. Sie haben eine Länge von 3 1/2 Fuss (105 cm), und stecken

mindestens 2 1/2 Fuss (75 cm) im Erdboden. Die würfelförmigen Betonkörper haben 3 Fuss (90 cm) Seitenlänge. Der strenge Winter des Jahres 1904 hat an diesen Fundamenten keine wesentlichen Aenderungen verursacht.

Die senkrechten Stützen tragen 2 U-Eisen von 8 Zoll (20 cm) und 36 Zoll (66 cm) Länge, die unter 70° gegen die Senkrechte geneigt sind. Die beiden Parallelgleise liegen auf Trägern, die auf jenen U-Eisenstücken ruhen. Die Gleise bestehen aus I-Trägern von 18×6 Zoll (45 1/2×15 cm). Auf dem oberen Gleis liegt eine Vignoleschiene von 30 Pfd für ein Yard, auf dem unteren eine umgekehrte Schiene mit 25 Pfd für ein Yard.

Die beiden Hauptträger sind durch einen Windverband aus leichter Fachwerkkonstruktion verstärkt. Das ganze System wiegt 206 kg für das laufende Meter, d. h. 730 000 Pfd für eine Meile.

Die Treidellokomotive.

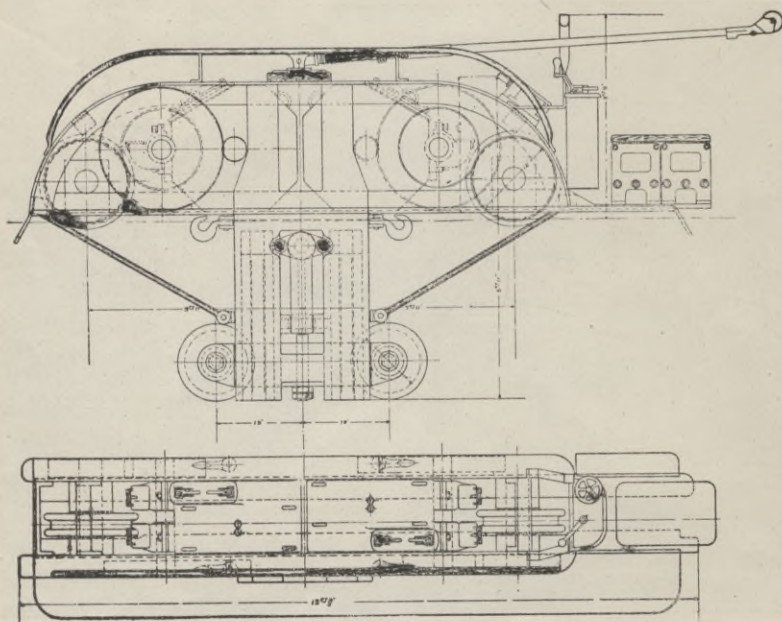


Fig. 5. — Aufriss und Grundriss einer 100 pferdigen elektrischen Treidellokomotive.

Die Treidellokomotive wurde für die International Towing and Power Company in New-York, welche Inhaberin der Woodschen Patente ist, von der General Electric Company in

Schenectady nach Plänen des Herrn Ingenieur Larson erbaut.
Die nebenstehenden Photogravuren und die Fig. No. 5, 6, 7 und 8 zeigen die Maschine.

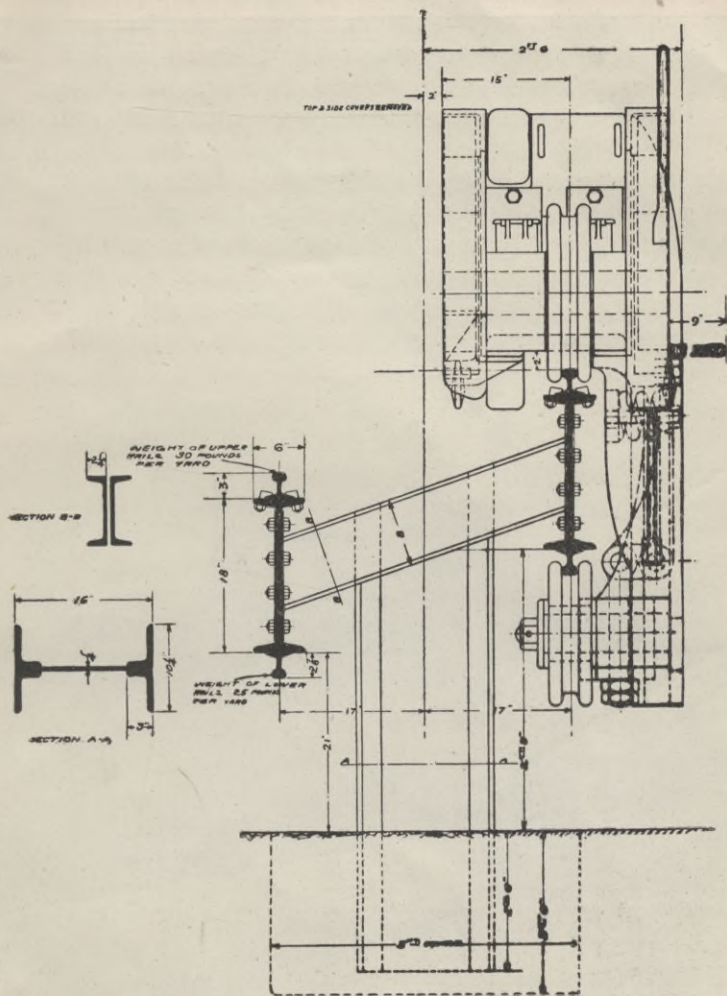


Fig. 5bis. — Schnitt durch Lokomotive und Gleis der elektrischen Treidelanlage am Erie Kanal.

Diese Maschine ist ganz besonders kräftig und leistungsfähig. Sie besitzt zwei Schmalspurbahnmotore Modell G. E. 61 A. 1. mit einer Normalleistungsfähigkeit von 45 H. P. Bei normaler Betriebsleistung von 42 H. P. ist der Strom 75 Ampère und 500

Volt und Wirkungsgrad der 85 % einschliesslich der ersten Zahnradübersetzung. Doch kann sie 100 Ampère aufnehmen und leis-

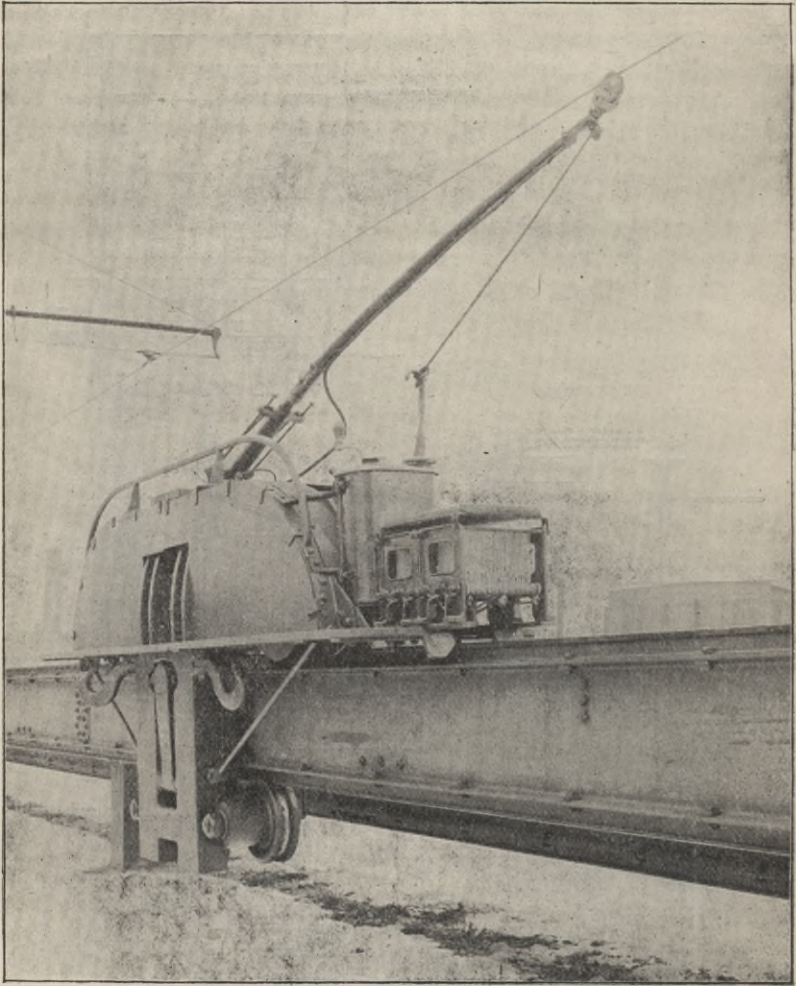


Fig. 6. — Erie Kanal, Schenectady N. Y. :
Ansicht einer 100 pferdigen elektrischen Treidelokomotive (Aussenseite).

tet dann bei einen Wirkungsgrad von 82 % 54 H. P. Diese Motore haben sich im Betriebe tadellos bewährt.

Diese 84- bis 100-pferdige Treidelokomotive hat eine Länge

von 13 Fuss (400 cm), eine Breite von $2 \frac{1}{3}$ Fuss (70 cm), und eine Höhe über Schienenoberkante von $3 \frac{1}{2}$ Fuss (105 cm).

Die beiden Motore stehen über dem Gleise und greifen mit

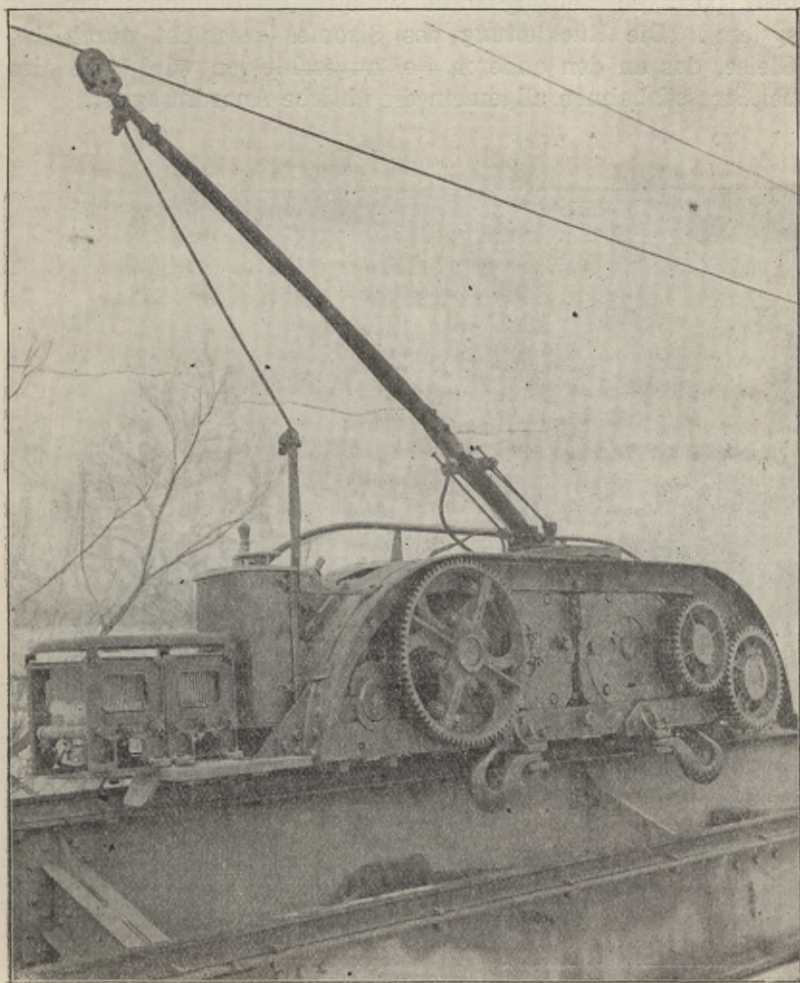


Fig. 7. — Erie Kanal, Schenectady N. Y. :
Ansicht einer 100 pferdigen Treidellokomotive (Innenseite des Gleises).

doppelter Zahnradübersetzung (Uebersetzungsverhältnis 6:3,6:1) an Laufräder von 18 Zoll (45 cm) Durchmesser an. Sie besitzen einen Controller mit Parallelschaltung.

Dieser enthält eine Reihe gegossener Widerstände, einen Stromunterbrecher und die Konstruktionsteile des bekannten Controllers der General Electric Co. Ueber dem Apparat befindet sich ein drehbarer Trolley, der mit einer Kontaktrolle an dem positiven Leitungsdraht schleift (gewöhnliches Trolley-system). Die Rückleitung des Stromes geschieht durch das Gleise, das an den anderen Pol angeschlossen wird, wie dies bei Strassenbahnen allgemein die übliche Anordnung ist.

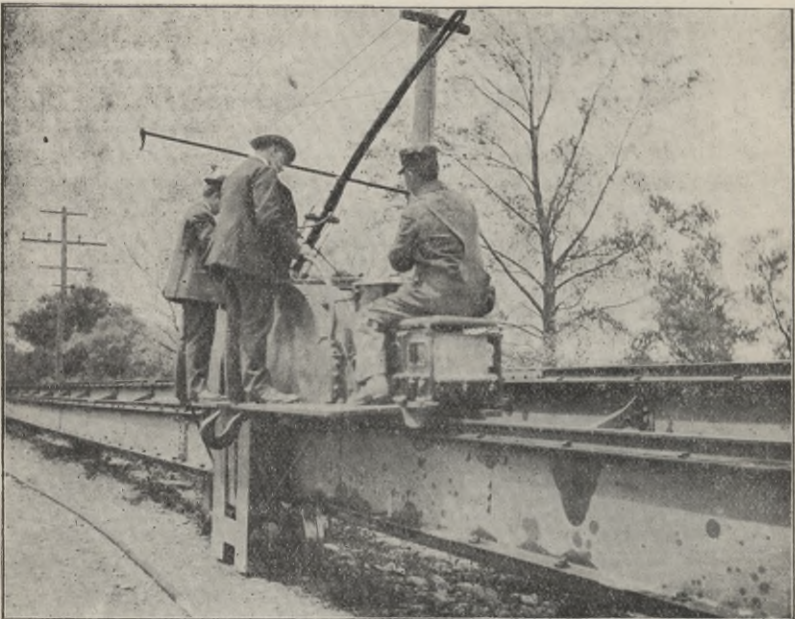


Fig. 8. — Erié Kanal, Schenectady N. Y. : Versuche im Mai 1905.

Das Gewicht einer 100pferdigen Lokomotive beträgt 6 Tonnen. Dieses Gewicht allein würde keine hinreichende Gewähr für die Leistung einer Zugkraft von bis 9000 kg, zu der die Lokomotive imstande ist, bieten ; und zwar dies um so mehr, weil das ganze System völlig frei über der Schiene arbeitet und deshalb in sich nicht standfest ist. Die Standfestigkeit und Adhäsion der Lokomotive wird deshalb noch durch Laufräder unter der Schienen gesichert. Diese sitzen an 2 Gusstahlarmen, die an das Lokomotivgestell angegossen sind und durch Federn

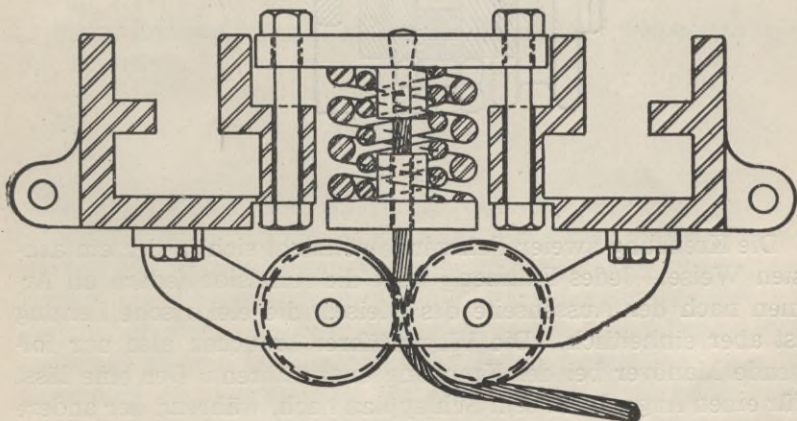
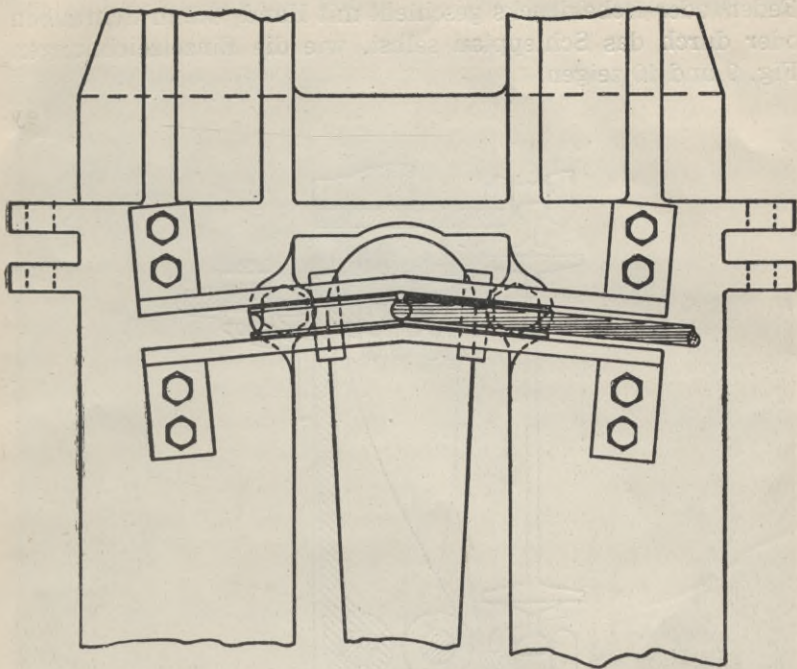


Fig. 9.

und Hebel nach oben gedrückt werden. Die Regelung des Feder- oder Hebeldrucks geschieht mit Hand, durch Schrauben oder durch das Schlepptau selbst, wie die Einzelzeichnungen Fig. 9 und 10 zeigen.

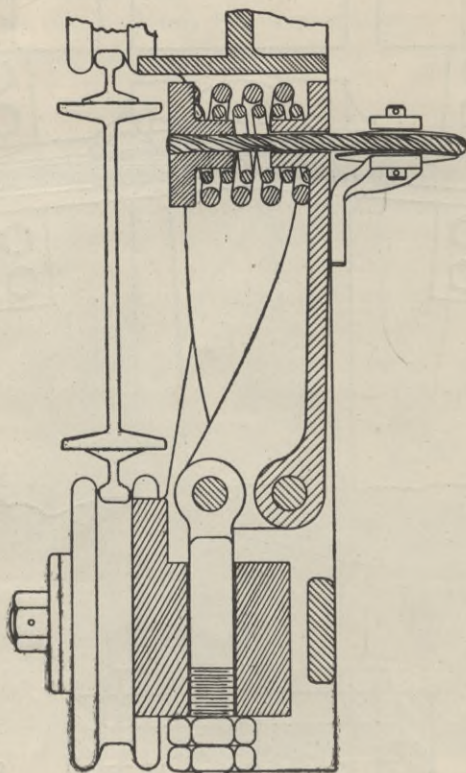


Fig. 10.

Die Kreuzung zweier Fahrzeuge vollzieht sich in der einfachsten Weise. Jedes Fahrzeug trägt die Adhäsionsfedern an Armen nach der Aussenseite des Gleises, die elektrische Leitung ist aber einheitlich. Die Wagenführer brauchen also nur folgende Manöver bei der Kreuzung auszuführen : Der eine lässt für einen Augenblick sein Schlepptau nach, während der andere den Trolleyarm seiner Maschine senkt. Die Photogravüre No. 11 zeigt diesen Vorgang, der schnell und einfach von statten geht.

Die Leitungsdrähte werden in der Weise getragen, wie dies bei Untergrundbahnen üblich ist. Die Zuleitungen oder die



Fig. 11. — Erié Kanal, Schenectady N. Y. :
Kreuzung zweier Lokomotiven.

primäre Leitung hängt an Pfosten (vergl. die Photogravüren No. 3 und 4).

Versuchsergebnisse.

Die im Oktober und November 1903 bei verschiedenen Geschwindigkeiten und mit Belastungen von 1 bis 4 Schiffen angestellten elektrotechnischen Versuche (die Versuche wurden zur Ermittlung der günstigsten Kupplungsart der Schleppzüge angestellt) ergaben, dass der Nutzeffekt dieser Treidelokomotive zwischen 50 und 70 % schwankt. Dabei betrug der Energieverbrauch 14 bis 120 Watt für eine Tonne, je nachdem man von einer Geschwindigkeit von 2 Meilen in der Stunde zu 4,7 Meilen (3 200 bis 7 500 m in der Stunde) überging, und zwar bei Nutzlasten von 1 150 bis 575 Tonnen.

Bei einer Reihe von Versuchen mit einer gleichen Nutzlast von 1150 Tonnen ergab sich :

Geschwindigkeit in Meilen für die Stunde	2,22	2,87	4,24
Geschwindigkeit in Metern für die Stunde	3,580	4,600	6,850
Energieverbrauch in Watt für die Tonne	14	23,3	68
Wirkungsgrad am Schlepptauhaaken. in %	61,5	63,5	70

Spätere im Laufe des Jahres 1904 angestellte Versuche mit Belastungen von 310 Tonnen, wobei 250 Tonnen Nutzlast, ergaben folgende mittleren Ergebnisse (die Treidelei geschah gegen eine Strömung mit 500 m mittlerer Geschwindigkeit in der Stunde) :

Zahl der Schiffe	Belastung in Tonnen	Kilowattabnahme am Leistungsdraht	Pferdestärken	Watts für eine Tonne	Geschwindigkeit in Meilen/Stunde	Geschwindigkeit in m/Stunde	Leistung am Schlepptauhaaken in Engl. Pfunden	Leistung in Kilogramm	Nutzarbeit in mkg.	Wirkungsgrad in %
4	1,000	76	104	76	3,85	6,200	6,600	3,000	5,190	66,5
3	750	67,5	92	90	4,10	6,600	5,150	2,340	4,300	62,3
2	500	66,5	92,5	133	4,32	7,000	4,875	2,200	4,270	62,9

(Mittlerer Wirkungsgrad : 64 %).

Die Beobachtungsergebnisse veranlassten die Annahme eines Treidelbetriebes mit Schleppzügen von 4 Schiffen für den Schnellbetrieb auf dem Erie-Kanal.

Folgerungen aus den Versuchen im Mai 1905.

Im Mai 1905 wurden die Verfasser des vorliegenden Berichtes, als Sachverständige der International Towing and Power Co. in New-York beauftragt, eine neue Art von Gleis und rollendem Material im Verein, mit Herrn Francis Blackwell in New-York zu konstruieren, und zwar von dem Gesichtspunkte

eines Betriebes mit geringeren Geschwindigkeiten und Zugleistungen von nicht über 1 000 kg bei normaler Fahrt.

Sie stellten zunächst Vorversuche mit dem vorhandenen Material, das seinerzeit für den Sonderfall eines Schnellbetriebes auf dem Erie-Kanal entworfen war, und dort auch völlig seinen Zweck erfüllte, an. Es zeigte sich dabei, dass sich diese Konstruktion für einen langsameren Betrieb mit schwächeren Zugleistungen nicht eignet. Man musste ein völlig neues System entwerfen, dessen Einzelheiten und Versuchsergebnisse im zweiten Teil dieses Berichtes beschrieben sind.

Im Laufe dieser Versuche ergab sich, dass die Woodlokomotive von 6 000 kg Gewicht ohne Pressung mit Federn eine Adhäsion besitzt, die bei trockner Jahreszeit eine Ausübung von 2 700 Pfund (1 250 kg) Zugkraft gestattet. Der Druck der Adhäsionsfedern liess die erforderliche Arbeitsleistung bei halber Geschwindigkeit von 10 Kilowatt auf 35 anwachsen und bei der Grösstgeschwindigkeit auf 45-Kilowatt.

Diese Versuche geschahen bei einer Geschwindigkeit von 8 500 m in der Stunde. Es möge hierbei bemerkt werden, dass die Erreichung dieser Geschwindigkeit für den Schnellbetrieb (Betrieb « *haut le pied* ») von grosser Wichtigkeit ist, weil sie eine schnelle Verteilung des leeren Materials nach den Verkehrsmittelpunkten gestattet. Diese Forderung schneller Verteilung ist aber beschränkt durch die Bedingung, dass der Stromverbrauch nicht übermässig gross sein soll. Die neue Art von Treidelanlage hat diesem Programm völlig entsprochen, wie man im Nachstehenden ersehen wird.

Bei diesen Versuchen ergab sich, dass die Woodsche Lokomotive bei grosser Belastung und Geschwindigkeit einen sehr günstigen Wirkungsgrad besitzt ; besonders ergab sich bei einer Belastung mit 4 Schiffen, 6 700 m Geschwindigkeit und einer Arbeitsleistung am Schlepptauhaaken von 4 750 kg ein Wirkungsgrad von 65 %. Dagegen zeigte sich, dass der Wirkungsgrad auf weniger als 45 % fiel, sobald die Krafterleistung am Schlepptauhaaken 1 000 kg nicht überstieg. Also zeigen die Versuchsergebnisse über die Leistungen und Betriebsgeschwindigkeiten an dem Barkenmaterial mit viereckigen Bug, wie es auf dem Erie-Kanal in Gebrauch ist, dass sich durch Annahme geringerer Geschwindigkeiten, schwächerer Krafterleistungen am Schlepptau und vielleicht auch durch die Abänderung der Form dieser Barken eine beträchtliche Ersparnis an Strom erzielen lässt.

Der Energieaufwand in Watts für eine Netto Cargotonne ist

bei dem amerikanischen Schiffsmaterial bedeutend grösser, als bei dem europäischen gleichen Tonnengehaltes.

Dagegen ist die Vertauung der Schiffe hintereinander und das Manövrieren mit den so gebildeten Schleppzügen bei den amerikanischen Schiffsformen viel leichter, als bei den französischen, flämischen und den Barken des Hennegau mit 250 bis 300 Tonnen Tragfähigkeit.

Nach Ansicht der Verfasser empfiehlt es sich, für den Betrieb auf europäischen und amerikanischen Kanälen mittlerer Abmessungen Treidellokomotiven und Gleise der Woodschen Bauart zu konstruieren ; doch sind sie Verkehrsgeschwindigkeiten von 4 1/2 bis 5 km bei Belastung und 10 bis 14 km bei Leerlauf mit Zugleistungen von 500 bis 1 000 kg in ihren mechanischen Einrichtungen anzupassen.

Die gemeinsame Arbeit der Herren Francis Blackwell, St. John Clarke aus New-York und Léon Gerard aus Brüssel ergab die nachfolgende Konstruktion, welche den Anforderungen des Programms entsprach und den Namen : « Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion (tracteur à adhérence proportionnelle) » erhielt.

Die Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion.

Der Unterbau wurde so konstruiert, dass er sich für eingleisige Anlage, für doppelgleisige getrennte Anlage, eine auf jeder Kanalböschung, und für zweigleisige Anlage auf derselben Böschung eignet. Dabei wurde darauf Rücksicht genommen, dass diese eingleisige oder zweigleisige Gleisanlage ohne Aenderung der Normalabmessungen in Tunneln und Bergwerkstollen mit Deckenaufhängung Anwendung finden kann.

Das neue Gleis wiegt für ein Kilometer eingleisiger Anlage 60 Tonnen, für ein Kilometer Doppelgleis 105 Tonnen (diesem gegenüber beträgt das Gewicht für ein Doppelgleis der Bauart am Erie-Kanal 206 t für 1 km). Im Tunnel wiegt das Gleis 52 Tonnen für ein Kilometer einfaches Gleis und 97 Tonnen für ein Kilometer Doppelgleis.

Die Anlage besteht aus senkrechten Fachwerkfeilern in Zwischenräumen von 21 Fuss oder 6,35 m mit einem Gewicht von 46 kg für ein laufendes Meter. Diese Pfeiler tragen das Gleis auf einem 1 Fuss (30 cm) wagerecht herausragenden Träger.

Das Gleis selbst ist ein I-Träger von 250 mm Höhe mit breiten Flantschen. Es wiegt 37 kg für ein laufendes Meter und bildet

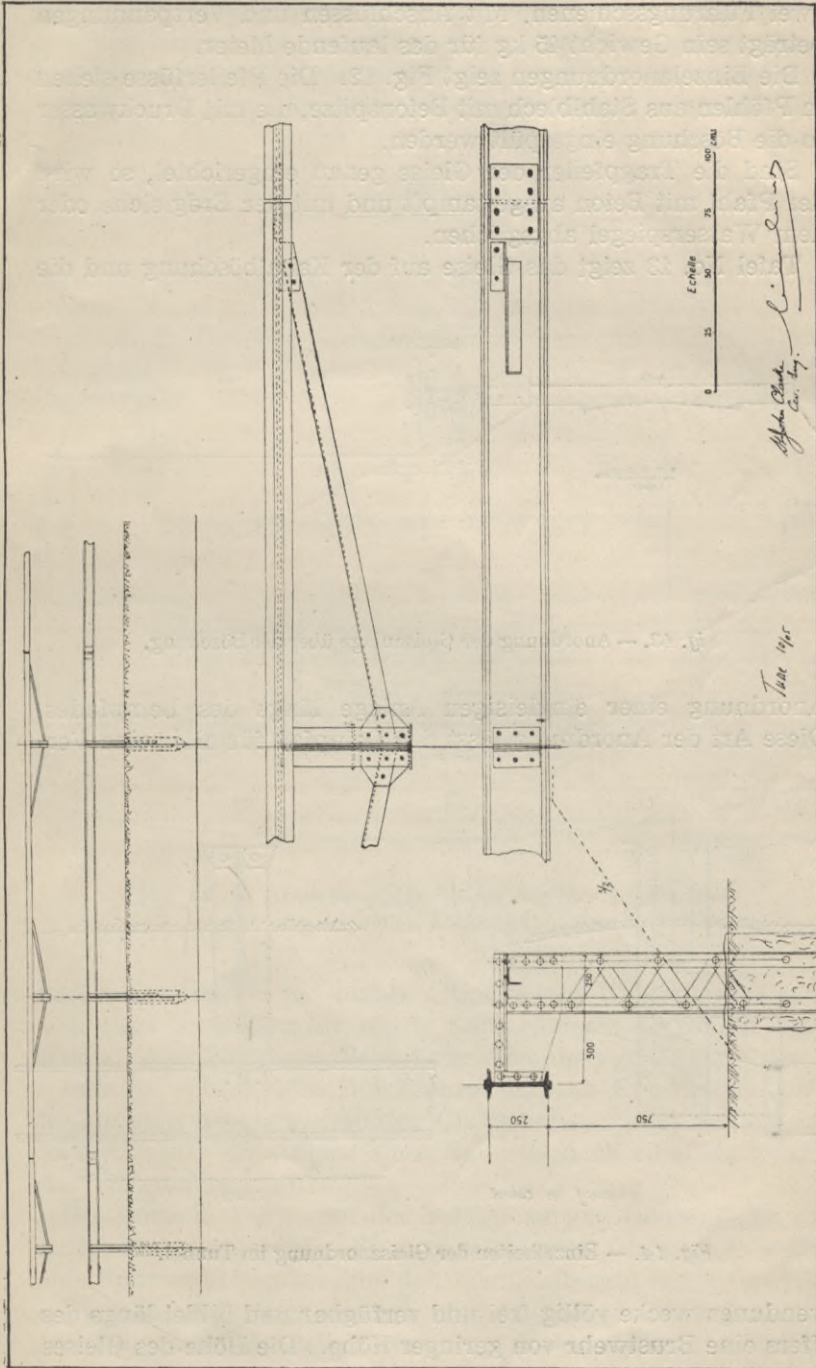


Fig. 12. — Einzelheiten der Gleisanlage für eine elektrische Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion von 50 HP.

zwei Führungsschienen. Mit Anschlüssen und Verspannungen beträgt sein Gewicht 45 kg für das laufende Meter.

Die Einzelanordnungen zeigt Fig. 12. Die Pfeilerfüsse stehen in Pfählen aus Stahlblech mit Betonspitze, die mit Druckwasser in die Böschung eingespült werden.

Sind die Tragpfeiler der Gleise genau eingerichtet, so wird der Pfahl mit Beton ausgestampft und mit der Erdgleiche oder dem Wasserspiegel abgeglichen.

Tafel No. 13 zeigt das Gleise auf der Kanalböschung und die

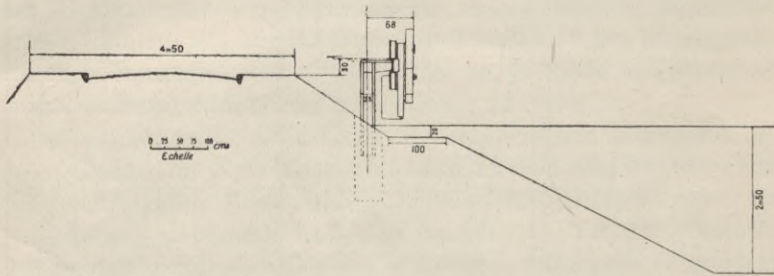


Fig. 13. — Anordnung der Gleisanlage über der Böschung.

Anordnung einer eingleisigen Anlage längs des Leinpfades. Diese Art der Anordnung lässt den Leinpfad für alle seine Ver-

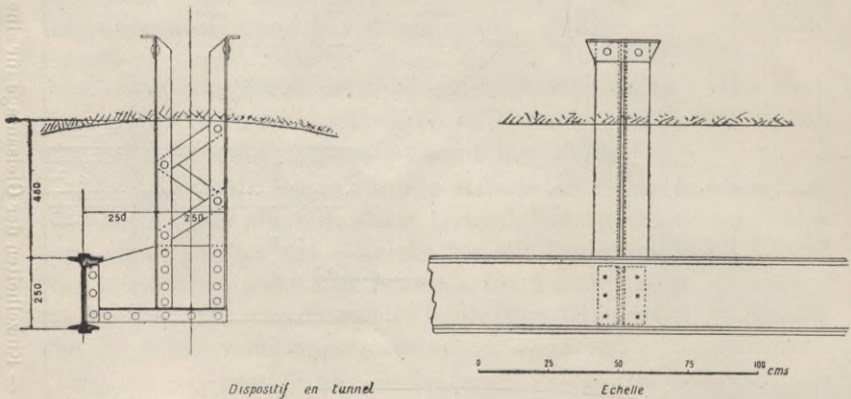


Fig. 14. — Einzelheiten der Gleisanordnung im Tunnel.

wendungszwecke völlig frei und verfügbar und bildet längs des Ufers eine Brustwehr von geringer Höhe. Die Höhe des Gleises

über der Böschung beträgt 1 m und seine Gesamtbreite 60 cm. Die Brustwehr steht nur 25 bis 40 cm über die Leinpfadoberkante hinaus. Im Tunnel nimmt das Gleis bei eingleisiger Anlage (Fig. 14) unter dem Gewölbe eine Breite von 60 cm ein und

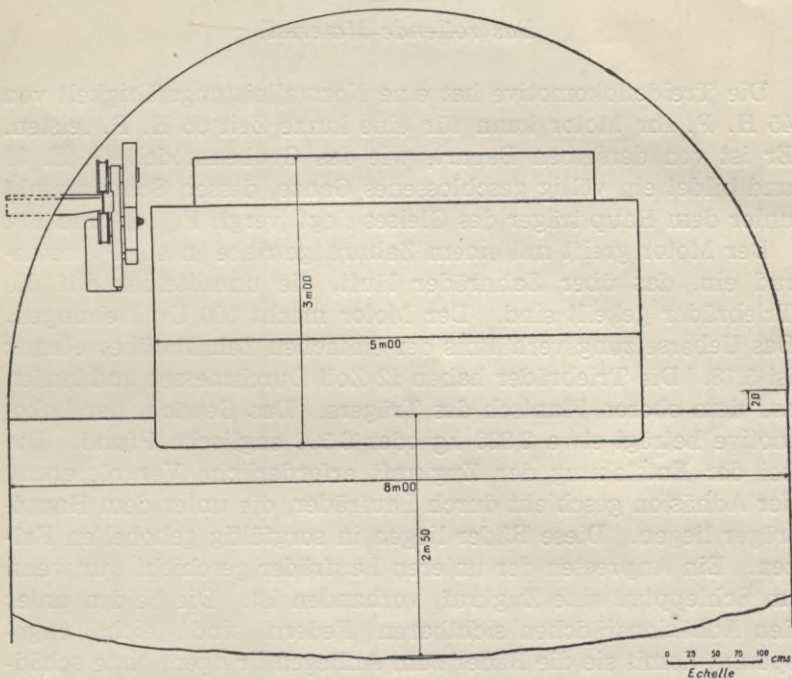


Fig. 15. — Anordnung des Gleises und der Lokomotive mit proportioneller Adhäsion im Tunnel.

ragt im ganzen 75 cm hinab. Eine solche Gleisanlage eignet sich ganz besonders für solche Kanäle, deren Leinpfade sehr schmall oder stark vom Verkehr in Anspruch genommen sind ; ferner bei schwierigen Durchfahrtstellen an Kunstbauten und in Tunneln mit beschränktem Querschnitt. Seine Anlage erfordert weder die Anlage eines Banketts nach eine Aenderung des Tunnelquerschnitts.

Die Vorteile, die es vor den zweischienigen Gleisanlagen besitzt, sind bedeutend. Eine zweischienige Gleisanlage muss eine Spurweite besitzen, die den Zugmaschinen, deren Gewicht alleine die Adhäsion erzeugt, die nötige Standsicherheit gewährleistet. Gleichzeitig muss das Gleis, welches seitlichen

Kraftwirkungen unterworfen ist, selbst eine gewisse Standsicherheit erhalten. Ein solches Gleis kann aber nur auf dem Leinpfad selbst liegen, den es bei eingleisiger Anlage mindestens in 1,80 m Breite einnimmt und mit dem schweren Gewicht der Lokomotiven belastet.

Das rollende Material.

Die Treidellokomotive hat eine Normalleistungsfähigkeit von 45 H. P. Ihr Motor kann für eine kurze Zeit 55 H. P. leisten. Er ist von derselben Bauart, wie das Grubenmodell G. E. 61 und bildet ein völlig geschlossenes Ganze, dessen Schwerpunkt unter dem Hauptträger des Gleises liegt (vergl. Fig. 16 und 17).

Der Motor greift mit einem Zahnradgetriebe in ein Planetenrad ein, das über Zahnräder läuft, die unmittelbar auf die Triebräder gekeilt sind. Der Motor macht 500 Umdrehungen. Das Uebersetzungsverhältnis der einfachen Zahnradübersetzung ist 5,78. Die Triebräder haben 12 Zoll Durchmesser und laufen auf dem oberen Flantsch des Trägers. Das Gewicht der Lokomotive beträgt etwa 2920 kg oder 6500 englische Pfund. Die bei der Entstehung der Zugkraft erforderliche Vergrößerung der Adhäsion geschieht durch Laufräder, die unter dem Hauptträger liegen. Diese Räder liegen in sorgfältig gehobelten Falzen. Ein Anpressen der unteren Laufräder geschieht nur, wenn im Schlepptau eine Zugkraft vorhanden ist. Die beiden unter den Adhäsionsrädern sichtbaren Federn sind leicht angespannt, damit sie die Räder zum Anliegen bringen, ohne schädliche Nebenspannungen zu erzeugen.

Der Bau dieser Maschine in den Fabriken der General Electric Co zu Schenectady ist als vollkommen gelungen zu bezeichnen. Sie läuft in leerem Zustande mit einer Geschwindigkeit von 14 km in der Stunde und erfordert dabei nur 7 kw (vergl. die Tabelle der Versuchsergebnisse).

Das Schlepptau hängt an einem Hebel an der rechten oder linken Seite, je nachdem die Maschine nach rechts oder links läuft. Es übt einen Druck auf den Ankerhebel aus, indem es, den kleinen Arm desselben zu heben sucht. Entsprechend dem Feuchtigkeitsgrad kann der Schlepptauhaken in verschiedener Entfernung vom Drehpunkt an dem Hebel befestigt werden, um eine Aenderung in der Grösse des Adhäsionsdrucks zu ermöglichen.

Durch einen Ausgleichhebel wird der Druck von dem einen Hebel auf den anderen übertragen, der durch Regulierungsfe-

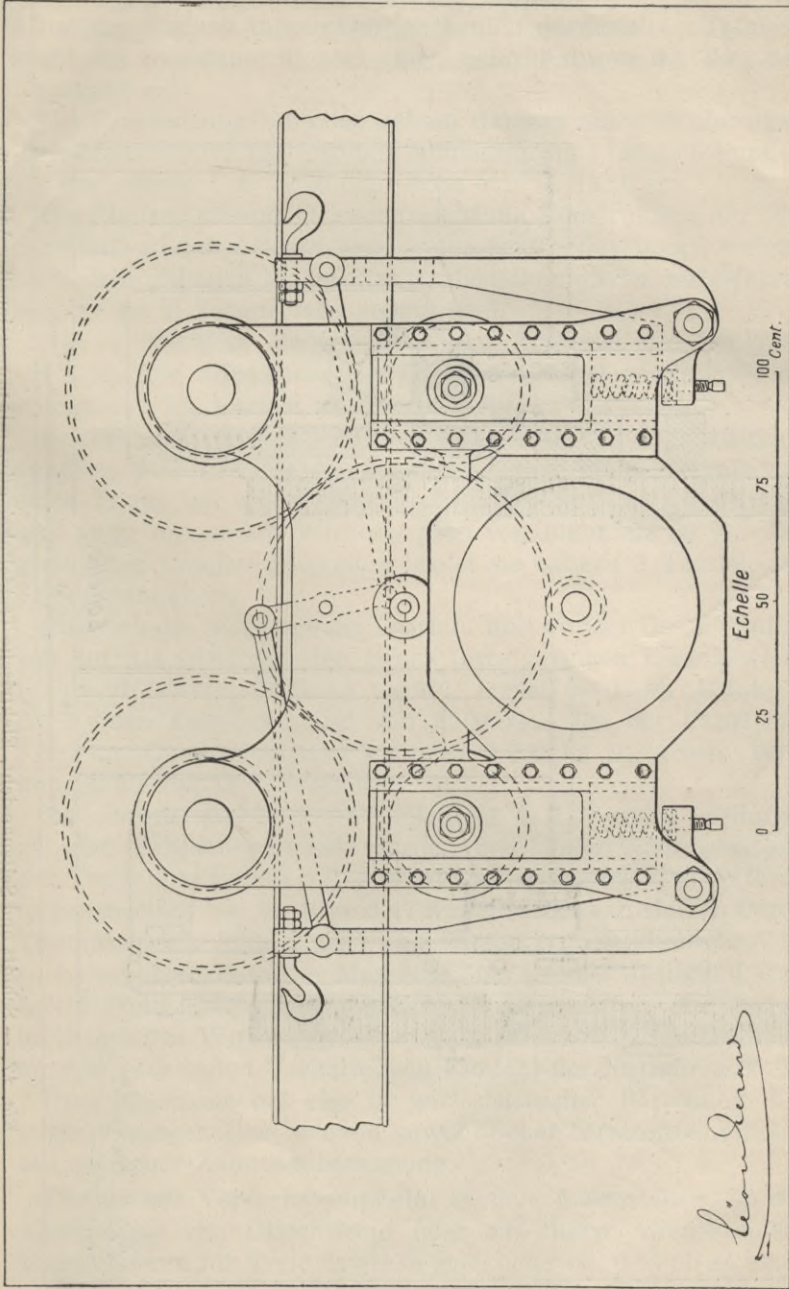


Fig. 16. — Schnitt durch eine elektrische Treidelokomotive mit proportioneller Adhäsion.

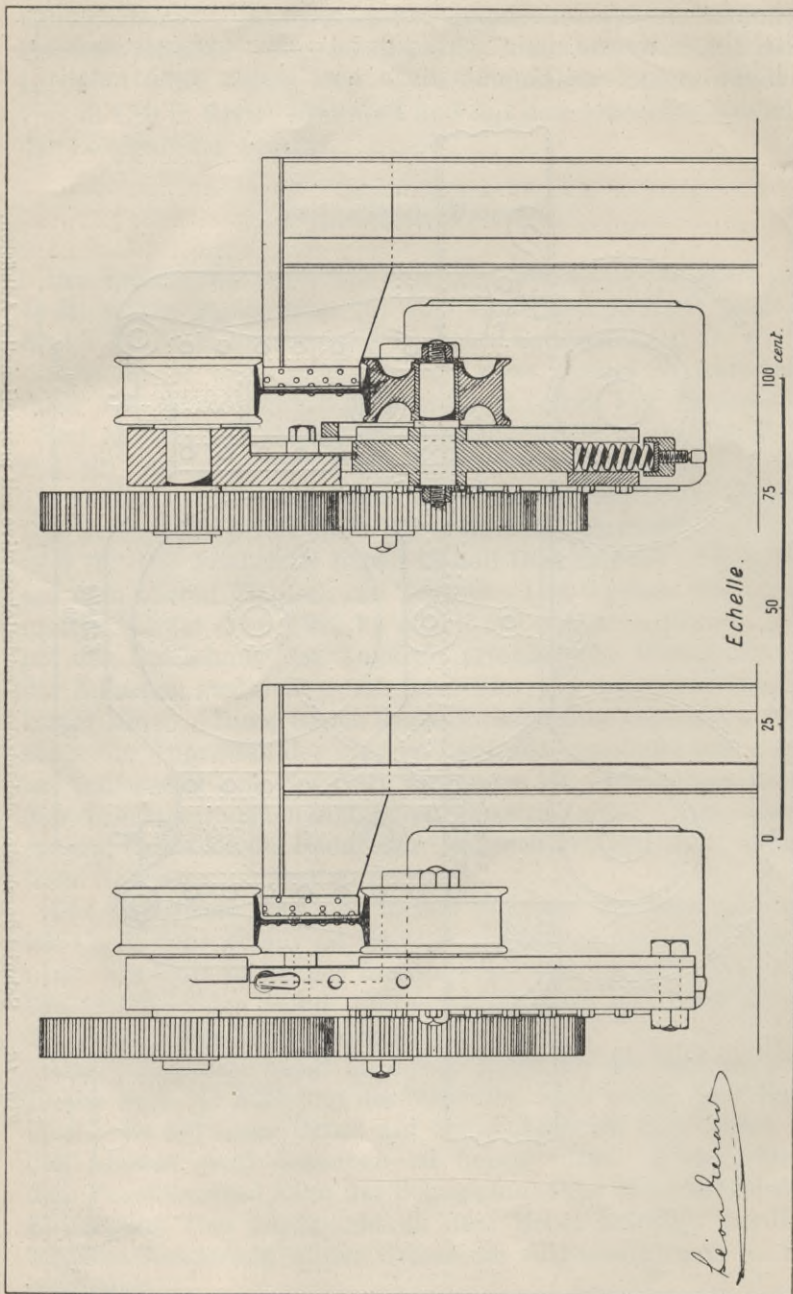


Fig. 17. — Schnitt und Seitenansicht. Elektrische Treidelokomotive mit proportioneller Adhäsion.

dem anliegend erhalten wird. Der Ausgleichhebel ist in der Mitte der Fig. 16 in punktierten Linien dargestellt. Tafel 17 giebt die Seitenansicht und einen Schnitt durch die Axe der Druckräder.

Die Umgrenzungslinie des lichten Raumes einer 50 pferdigen Treidellokomotive hat folgende Abmessungen : Länge 5 Fuss = 150 cm ; Breite 1' 8" = 50 cm ; Höhe 4' 9" = 142,5 cm.

Die Figuren 16 und 17 zeigen nicht die Konstruktion der Widerstände und des Controllers, sowie die Trolleystange, welche nach dem üblichen Modell der Grubenlokomotiven der General Electric Co in Schenectady gebaut sind.

Die selbstthätige Uebertragung der Zugkraft des Schlepptaues auf die Adhäsionsräder durch die Hebel geschieht ohne nennenswerten Verlust an Nutzleistung.

Obleich das Gewicht der Maschine kaum 3 Tonnen beträgt, kann sie doch bei 7,200 km Geschwindigkeit eine Zugkraft von einer Tonne bei einem Stromverbrauch von 21,84 kw leisten, und zwar mit einem Wirkungsgrad von mehr als 86 %. Bei geringeren Geschwindigkeiten leistet sie nahezu 3 Tonnen am Schlepptauhebel.

Obleich die Maschine bei Leerlauf und grosser Geschwindigkeit auf das Gleis nur den Druck ihres geringen Eigengewichtes im Höhe von 2920 kg ausübt, leistet sie beim Anfahren doch einen Zugwiderstand von 2700 kg. Bei der Fahrt mit 5,300 km Geschwindigkeit kann sie 1700 kg bei einem Wirkungsgrad von 75 % leisten.

Die nachstehend in den Tabellen No. 1, 2, 3 und 4 wiedergegebenen Zahlenergebnisse wurden bei Widerstandsversuchen der Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion, ausgeführt in Schenectady am 15, 16 und 17 August 1905, von Herren Percy Thompson, St. John Clarke und Larson ermittelt. Diese Versuche ergaben, dass die Maschine, bei grosser Billigkeit und Leichtigkeit, einen sehr grossen Adhäsionsdruck und hohen mechanischen Wirkungsgrad, von im Mittel 75 % besitzt. Unter den günstigsten Verhältnissen erreicht der Nutzeffekt 86 %.

Diese Maschine hat also in wirtschaftlicher Beziehung dieselben Eigenschaften, wie ein gewöhnlicher Strassenbahnmotor mit einfacher Zahnradübersetzung.

Für spätere Versuche empfiehlt es sich, festzustellen, ob die Anwendung von Gleichstrom oder ein- bzw. dreiphasigem Wechselstrom für Treidelzwecke geeigneter ist, und ob es nicht zweckmässiger ist, die Betriebsgeschwindigkeiten auf 12 km bei Leerlauf und 4800 km im belasteten Zustande herabzu-

mindern. Dies liesse sich durch eine einfache Aenderung in den Uebersetzungsverhältnissen der Zahnräder erzielen. Natürlich würde man dadurch auch eine Verbesserung des Wirkungsgrades bei Vollbelastung erreichen.

Die Tabelle No. 1 zeigt eine Reihe von Anfahrts- und Leerlaufversuchen. Wie man sieht, sind die Schwankungen in der Leitungsbelastung nur gering (von 10 bis 7 kw). Nach Erreichung der Normalgeschwindigkeit (15,300 km) nach 30 Sekunden beträgt der Stromverbrauch nur noch 7,160 Watt.

Tabelle No. 2 zeigt Schleppversuche mit einer Gesamtbelastung von 247 Tonnen, worunter 184 Tonnen Nutzlast.

Die Anfahrtsperiode dauert 120 Sekunden, wobei sich die Zugleistung von 210 auf 2 080 kg ändert. Die normale Zugleistung beträgt 1 060 kg. Man konnte die Geschwindigkeit auf 6 048 m mit einer Nutzleistung am Schlepptauhaken von 1 780 mkg steigern. Der mittlere Wirkungsgrad ist bei 6 048 m Geschwindigkeit 66,2 %.

Tabelle No. 3 zeigt die Anfahrtswiderstände eines Schlepptzuges mit 4 Schiffen und 579 Tonnen Nutzlast. Die Anfahrt dauert 180 Sekunden und die Zugleistung steigt dabei von 160 auf 1 800 bezw. 2 650 kg, um dann bei 5 300 m Fahrgeschwindigkeit in der Stunde auf eine Fahrleistung von 1 720 bis 1 680 kg zurückzugehen. Die Nutzleistung am Schlepptauhaken beträgt 32,8 H. P. bei einem Kraftverbrauch von 32,4 kw und einem Wirkungsgrad bei Vollbelastung von 75 %. Spätere Versuche mit zwei beladenen Schiffen ergeben Wirkungsgrade von 77 bis 78 % und 30 kw Leistung an der Leitung.

Tabelle No. 4 giebt Fahrversuche mit 3 Schiffen von 0,406 Tiefgang und je 65 Tonnen Gewicht (nur eins zum Teil und zwar mit 77 Tonnen beladen) bei grosser Geschwindigkeit.

Die Anfahrzeit bis zur Erreichung der Maximalgeschwindigkeit beträgt 146 Sekunden. Die scheinbare Zuggeschwindigkeit ist 6 700 m und die entgegenwirkende Strömungsgeschwindigkeit 500 m, mithin die tatsächlich geleistete Geschwindigkeit 7 200 m in der Stunde.

Die mittlere Schleppleistung beträgt 960 kg. Die Nutzleistung am Schlepptauhaken ist 25,6 H. P., der Stromverbrauch 21,84 kw oder 29,6 H. P.; der Wirkungsgrad somit 86,5 %.

TABELLE NO. I.

Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion.

Versuche in Schenectady am 16., 17. und 18. August 1905.

Leerlauf einer 50 H-Lokomotive.

KONTAKT DES CONTROLLERS	Beobachtungszeit in Sekunden	Entfernung vom Abfahrtspunkt in Metern	Zurückge- legter Weg in Metern	Geschwindig- keiten in Meter für die Stunde	Kilowatt in der Leitung
			Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beobachtungen		
N° 2	5	4.02	—	—	10.39
	—	—	8.60	6,200	—
N° 4	10	12.62	—	—	8.54
	12.5	—	11.78	8,500	—
N° 5	15	24.40	—	—	10.39
	17.5	—	16.10	11,600	—
N° 6	20	40.50	—	—	8.91
	22.5	—	18.00	13,000	—
	25	58.50	—	—	8.38
	—	—	19.60	14,000	—
	30	78.10	—	—	8.17
	—	—	64.00	15,300	—
	45	142.10	—	—	7.16
	—	—	63.00	15.100	—
	60	205	—	—	7.16

TABELLE No. II.

Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion.

Versuche in Schenectady am 16., 17. und 18. August 1905.

Treidelung eines Schiffes von 249 Tonnen, wovon 184 Tonnen Nutzlast

KONTAKT des CONTROLLERS	Beobachtungszeit in Sekunden	Entfernung von der Abfahrtsstelle in Metern	Zeitunterschiede	Geschwindigkeiten in Metern für die Stunde	Leistung am Schlepptauhaaken in kg	Kw an der Leitung
N° 1 . . .	6	1.83	—	—	210	10.73
	—	—	4.5	1550	—	—
	10.50	3.98	—	—	280	11.33
N° 2 . . .	12.5	—	4.7	690	—	—
	15.2	4.88	—	—	210	14.76
N° 3 . . .	17.5	—	7.3	1550	—	—
	22.5	7.94	—	—	1450	28.00
N° 4 . . .	30	—	12.5	2140	—	—
	35	15.30	—	—	1760	35.25
N° 5 . . .	42.5	—	15	3900	—	—
	50	31.70	—	—	2080	37.55
N° 6 . . .	60	—	20	4900	—	—
	70	59.8	—	—	1720	32.80
	—	—	20.5	5600	—	—
	90.5	92.8	—	—	1370	28.50
	—	—	29.5	5950	—	—
	120	141.5	—	—	1120	27.95
	—	—	29	6040	—	—
	149	190	—	—	1060	26.44
	—	—	25	6048	—	—
	174	232	—	—	1060	26.55

TABELLE N^o III.**Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion.***Versuche in Schenectady am 16., 17. und 18. August 1905.*

Treidelung von 4 Schiffen : Gesamtbelastung 774 Tonnen, wovon 579 Tonnen Nutzlast.

KONTAKT DES CONTROLLERS	Beobachtungszeit in Sekunden	Entfernung von der Abfahrtsstelle in m	Zeitunterschiede	Geschwindigkeiten in Metern für die Stunde	Zugkraft am Schleppstaken in Kg	Kw in der Leitung
N ^o 1	5	—	10	700	—	—
	10	1.97	—	—	160	12.3
N ^o 2	12.5	—	5	680	—	—
	15	2.9	—	—	280	12.24
N ^o 3	—	—	5	1440	—	—
	20	4.88	—	—	1680	17.25
	22.5	—	5	1320	—	—
	25	6.71	—	—	—	32.02
	—	—	8.7	1780	—	—
	34.7	11	—	—	1720	31
N ^o 4	—	—	4.6	1575	—	—
	39.3	13.1	—	—	1760	29.56
	42.5	—	9.3	2130	—	—
	48.6	18.6	—	—	2030	38.7
	—	—	10.4	2420	—	—
	59	25.6	—	—	1800	36.44
N ^o 5	—	—	10.2	2930	—	—
	69.2	33.9	—	—	1680	33.22
	74	—	9.8	3400	—	—
	79	43	—	—	2650	49.5
	—	—	10.9	3470	—	—
	89.9	53.7	—	—	2220	42.5
N ^o 6	—	—	10	4670	—	—
	99.9	66.7	—	—	1900	38.5
	102	—	3.9	4450	—	—
	103.8	71.5	—	—	2360	45.6
	—	—	15.2	4740	—	—
	119	91.5	—	—	2320	40
	—	—	29	4960	—	—
	148	131.5	—	—	1900	33.1
	—	—	31	5160	—	—
	179	176	—	—	1850	33.1
—	—	29	5100	—	—	
208	217	—	—	1720	32.7	
—	—	30	5300	—	—	
238	261	—	—	1680	32.4	

TABELLE NO. IV.

Treidelung mit 2 leeren Schiffen und einen mit 77 Tonnen Last
mit grösster Geschwindigkeit bei 550 Volt Spannung.

Anfahrzeit bis zur vollen Geschwindigkeit in Sekunden	146
Geschwindigkeit in Metern für die Stunde im Ver- hältnis zum Leinpfad	6700
Geschwindigkeit der Wasserströmung in Metern für die Stunde.	500
Tatsächliche Geschwindigkeit des Schleppzuges auf dem Wasser in Metern für die Stunde	7200
Geschwindigkeit in Metern für die Sekunde	2
Mittlere Zugkraft am Schlepptauhaken in kg	960
Mittlere Ablesung der entnommenen Betriebskraft in kw	21,84
Nutzarbeit in Pferdestärken an dem Schlepptauhaken (A in HP).	25,60
Energieaufwand in Pferdestärken (E in HP.)	29,60
Nutzeffekt A/E in %	86,5

Abmessungen der Schiffe mit viereckigem Bug.

Mittlere Länge in Metern	29,56
Breite im Hauptspant	5,33
Tiefgang bei Belastung	1,625
Leertiefgang	0,406
Gewicht des leeren Fahrzeuges in Tonnen	65

Zusammenstellung der Versuche.

Die Treidellokomotive mit proportioneller Adhäsion hat ein sehr geringes Eigengewicht. Da die Achs- und Zahnreibungswiderstände sich nur im Verhältnis zu den Zugkräften und lediglich bei deren Entstehung zeigen, nähern sich die Wirkungsgrade der elektro-mechanischen Teile der Maschine stets denen eines Strassenbahnmotors mit einfacher Zahnradübersetzung bei normaler Geschwindigkeit.

Dank einem eingehenden Studium der Zahnradübersetzungen, können die Wirkungsgrade in verschiedenen Betriebsfällen stets auf der Höhe von etwa 75 % erhalten werden.

150	200	—	—	115	300
—	—	0,85	0,8	—	—
150	200	—	—	115	300

Die nachstehende Tabelle fasst die Versuchsergebnisse der neuen Konstruktion mit proportioneller Adhäsion zusammen. Sie ist mit der entsprechenden Tabelle der ursprünglichen Konstruktion für den Schnellbetrieb auf dem Erie-Kanal zu vergleichen.

Schiffszahl	Gesamtbelastung	Kw in der Leitung	Pferdekkräfte	Watts für eine Schlepp-tonne	Geschwindigkeit in Meilen/Stunden	Geschwindigkeit in Metern Stunde	Zugkraft, am Schlepptau-haken in kg	Nutzarbeit in mkg	Wirkungsgrad
4	774	32,40	44	4,2	3,30	5300	1680	2470	75
1	249	26,50	36	10,7	3,75	6048	1060	1780	66,2
3	272	21,84	29,6	80,4	4,50	7200	960	1920	86,5
Mittlerer Wirkungsgrad : 75,5 %.									

Das Anfahren.

Die in Tabelle No. 3 zusammengefasste Versuchsreihe ist in Fig. 18 graphisch dargestellt. Das Diagramm zeigt die einzelnen Phasen der Anlaufperiode für 4 geladene Schiffe mit einem Gesamtgewicht von 774 Tonnen, welches einem Gewicht von 3 normal beladenen Schiffen entspricht. Dieser Anlaufversuch sollte die Adhäsionseigenschaften der Lokomotive zeigen und die Sicherheit in der Uebertragung der Bewegungen bei raschem Durchlaufen der einzelnen Kontakte des Controllers dartun.

Die sechs Kontakte des Controllers werden in 100 Sekunden durchlaufen. Die Schnelligkeit in der Aufeinanderfolge der Kontakte ist durch den Widerstand der Schlepptau beschränkt. Diese erhalten bei diesem Versuch eine Spannkraft von 2 650 kg und ruckweise auftretende Spannkkräfte von 4 000 kg.

Es möge hier bemerkt werden, dass sich die Maschine in vollstem Masse für die Erzielung einer sanfter verlaufenden Anlasskurve eignet, etwa in der Kurvenform, die in dem Bericht des einen der Verfasser für den IX. Schiffahrtskongress angegeben ist (1).

(1) IX. Internationaler Schiffahrtskongress. — Düsseldorf 1902. — 1. Abteilung 2. Mitteilung. *Elektrische Schleppschiffahrt*, LÉON GERARD. Bestimmung der Anfahr- und Zugleistungen, Seite 20, Figur 8.

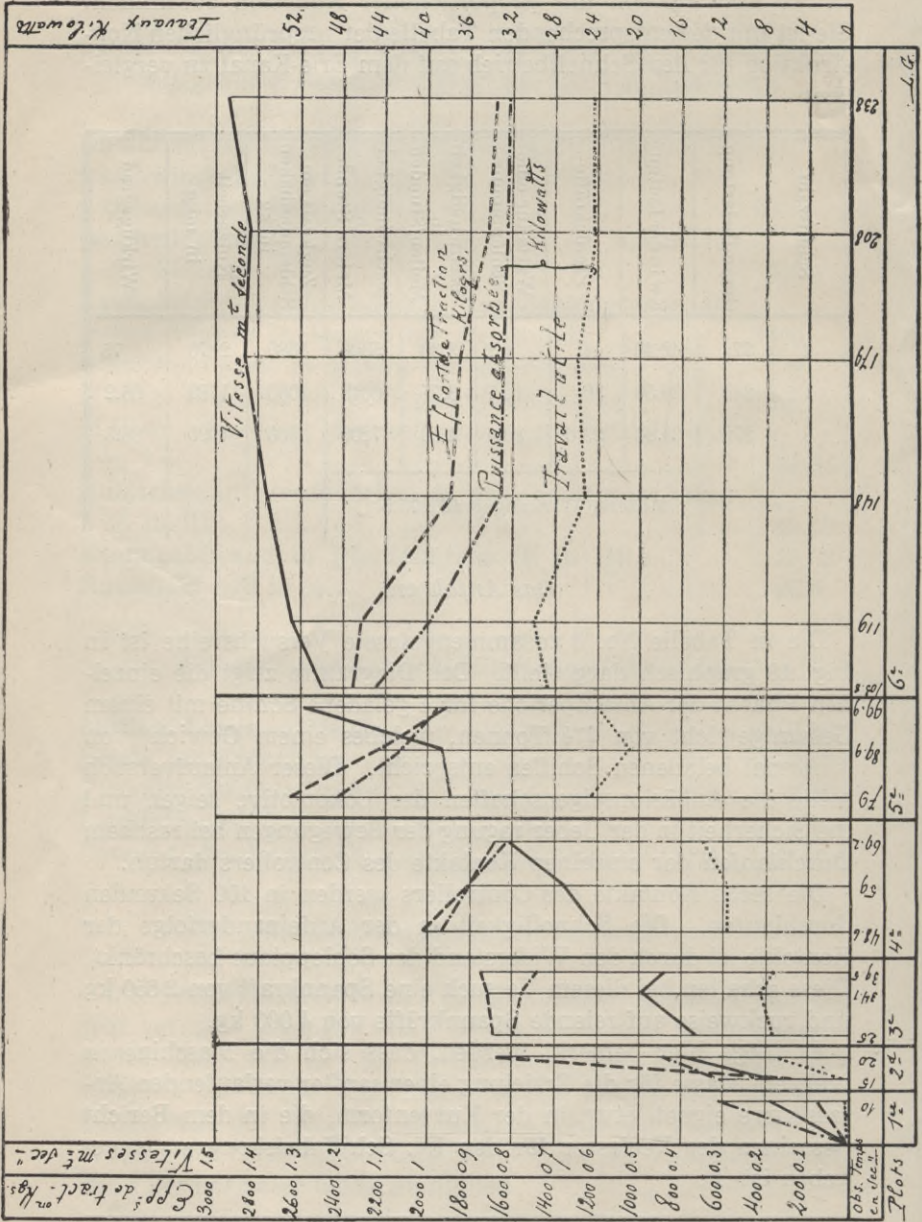


Fig. 18. — Anfahrtdiagramm für 4 beladene Schiffe (Gewicht 774 Tonnen, wobei 579 Tonnen Nutzlast).

Diese Art des Anlassens ist für den tatsächlichen Betrieb nötig, der eine Anfahrt ohne ruckweise Bewegungen und mit praktisch gleichbleibender Kraftleistung erfordert. Man erreicht ein solches Anfahren einfach dadurch, dass man die Dauer der Zwischenkontakte entsprechend verlängert.

Die Widerstände und der Motor der neuen Lokomotive sind deshalb so eingerichtet, dass keine schädlichen Erwärmungen eintreten, wenn man 20 Sekunden auf dem ersten Kontakt des Controllers 30 Sekunden auf dem zweiten, 40" auf dem vierten, fünften und sechsten verweilt.

Wie uns das Diagramm zeigt, wird dieses Ergebnis, das für die leichte Handhabung der Maschine an den Kreuzungsstellen und bei der Annäherung an Kunstbauten wesentlich ist, ohne besondere Einbusse an wirtschaftlichem Nutzeffekt des elektromechanischen Systems erreicht. Das Verhältnis zwischen den Ordinaten des Arbeitsaufwandes (strichpunktierte Linie) und denen der Nutzarbeit (punktierte Linie) ist befriedigend, selbst zu Beginn der Anfahrperiode.

Bei dem Anfahrversuch No. 3, der zum Beweis der Leistungsfähigkeit des Motors beim Abfahren angestellt wurde, hielt man nur 12 Sekunden statt 20 auf dem ersten Kontakt, 16 statt 30 auf dem zweiten, 20 statt 40 auf dem dritten und nur 28 auf dem fünften ; das macht im ganzen 102 Sekunden statt 240 Sekunden, welches die normale Zeit bei einer Zugleistung von etwa 1 800 kg ist.

Dieses schnelle Anfahren, das in der Absicht geschah, grosse Zugleistungen zu erzeugen, darf natürlich für den praktischen Betrieb nicht in Anwendung gebracht werden, da es eine zu grosse Beschleunigung des Systems verursacht.

Es ist eine interessante Erscheinung, dass die plötzlich auftretenden höheren Spannkkräfte nach dem vierten und fünften Kontakt kein Gleiten und auf der Stelle Laufen der Räder verursachen, dass vielmehr das Diagramm an den betreffenden Stellen eine plötzliche Beschleunigung des Systems aufweist.

Es ist ferner zu erwähnen, dass die Lokomotive mit veränderlicher Adhäsion die für das Gleis und das Material wünschenswer'e obere Grenze der Anfahrleistungen in der einfachsten Weise erreichen kann.

Es genügt dafür, dass man den Schlepptauhaken (vergl. Fig. 16) an geeigneter Stelle in eins der Einstecklöcher des Druckhebels bringt. Die Spannung der Ausgleichfedern wirkt gleichfalls in ausserordentlich günstiger Weise auf die Beschränkung der Spannkraft im Schlepptau ein. Bei Uebersteigerung dieser Spannkraft gleitet der Apparat.

Inbezug auf das Anfahren bietet das beschriebene Lokomotivsystem den Vorteil grosser Geschmeidigkeit und sanften Anziens. Die tatsächlichen Zugkräfte treten sehr ruhig auf, da die Federn die Rucke der Besspannungshebel aufnehmen und das Anpressen der Adhäsionsrädchen selbsttätig durch die Schlepptauhebel geregelt sind.

Bemerkungen über eine etwaige Verwendung des Systems auf europäischen Kanälen.

Das Verhältnis des wasserführenden Kanalquerschnitts zum Hauptspantquerschnitt der Barken ist im allgemeinen in Europa viel geringer als in Amerika. Dagegen ist aber die Gestalt der europäischen Schiffe eine viel günstigere für die Herabminde rung der Schleppezugkräfte.

Die üblichen Geschwindigkeiten in Amerika betragen 5 1/2 bis 7 km in der Stunde. Diese lassen sich nicht mit den Gewohnheiten der europäischen Schiffer und auch nicht mit Verhältnissen der meisten alten Kanäle deren Wassertiefe selten 2,20 m bei 1,80 m Tiefgang der Schiffe übersteigt, vereinbaren. Unter diesen Verhältnissen beträgt die in Europa inbetracht kommende Grösstnormalgeschwindigkeit 4 800 m und die Zugleistung 400 kg für ein Schiff mit 280 Tonnen Belastung ; 650 kg für 2 Schiffe ; 850 kg für 3 beladene Schiffe und 1 000 kg für 4 beladene Schiffe.

Diese Bedingungen kann die Lokomotive mit proportioneller Adhäsion in der 1905 von der General Electric Co. in Schenectady hergestellten Ausführung leicht erfüllen. Man braucht nur das Zahnradübersetzungsverhältnis zu ändern, um die Uebertragungsgeschwindigkeit im Verhältnis 7 zu 5 zu verringern. Durch diese Aenderung wird sich der Stromverbrauch auf 1 bis 5 Watt für die Schlepptonne bei Schleppezügen von 2 bis 4 belasteten Schiffen mit Geschwindigkeiten von 3 bis 4,8 km verringern. Dabei wird die Maschine aber ihren beachtenswerten elektro-mechanischen Wirkungsgrad, ihre grosse Adhäsionsleistungsfähigkeit und ihr geringes Gewicht beibehalten.

Die Gleise, die für Anfahrzugkräfte von bis zu 2 800 kg berechnet sind, würden auch eine Verminderung der Abmessungen erfahren können, wenn man sie nicht im Interesse grösserer Widerstandsfähigkeit und mechanischer Festigkeit bestehen lassen will. Doch ist eine solche Ersparnis, auch wenn sie

vielleicht nicht unbeträchtlich ist, nicht anzuraten, weil die Widerstandsfähigkeit des Gleises ihre Unterhaltungskosten vermindert und ihre Dauer- und Leistungsfähigkeit im Falle unerwarteter Verkehrszunahme erhöht. Doch kann das Gleisgewicht in gewissen Sonderfällen bedeutend verringert werden. Es wird nützlich sein, sich davon durch Vergleich des Systems in wirtschaftlicher Beziehung mit anderen Rechnung abzuzeigen.

Rentabilität der Anlagekosten.

Gleise.

Es ist von Interesse, für europäische Verhältnisse einen Vergleich anzustellen zwischen der Erstanlage eines Gleises für Treidelbetrieb mit proportioneller Adhäsion und einer zweischienigen Gleisanlage für einfache Adhäsionsmaschinen.

Die Selbstkosten einer zweischienigen Gleisanlage für Lokomotiven von 30 bis 40 Pferdekräften betragen in gutem Material für Stahlschienen von 20 kg auf geteerten Eichen- oder Buchenschwellen, ausschliesslich Weichenstellenanlagen, Signalvorrichtungen, Baugrund und Dammschüttungsarbeit, 18 300 frcs für ein Kilometer (vergl. die untenstehende Berechnung) (1).

(1) Preis für 1000 m zweischienige Gleisanlage bei Schienen von 20 kg.

	Francs
1110 Eichenschwellen 2,60 × 0,11 × 0,22 m, je 4,60 frcs.	5.106,00
222 Stahlschienen zu je 180 kg oder 39,960 Tonnen, zu 135 frcs. die Tonne	5.394,60
222 Paar Winkellaschen aus Stahl zu je, 60 kg oder 3,463 Tonnen zu je 175 frcs.	606,06
1776 Unterlagsscheiben aus Stahl je 1,29 kg oder 2,291 Tonnen zu je 163 frcs.	373,44
1332 stählerne Laschenschrauben von 82 mm je 0,330 kg oder 0,43956 Tonnen zu je 250 frcs.	109,89
4440 stählerne Schwellenschrauben je 0,33 kg, 1,466 Tonnen zu je 235 frcs.	344,32
Wert der Baustoffe	11.934,28
Transportkosten 10 %	1.193,42
Materialwert an der Baustelle	13.127,70
Bettungsmaterial 1 cbm für 1 m Gleis mit je 4,00 frcs	4.000,00
Arbeitslohn für Verlegen und Unterstopfen	1.200,00
Zusammen.	18.327,70

Wie wir gesehen haben, wiegt das einfache Gleis 60 Tonnen für ein Kilometer ; sein Preis beträgt einschl. Verlegen und Anstrich 16 000 frcs für ein Kilometer.

Für doppelgleisige Anlage erfordert das Zweischienensystem eine Ausgabe von 36 500 frcs ; dagegen wiegt das amerikanische Doppelgleis 105 Tonnen und kostet für ein Kilometer einschl. Verlegen 24 000 frcs.

In Tunneln erfordert das Zweischienengleis die Anlage einer sehr teuren Mauervorsprungs und nimmt einen Raum von mindestens 4 qm ein ; das amerikanische dagegen kaum $\frac{3}{4}$ qm bei sehr einfacher Befestigung (vergl. Tafel No. 14).

Auf freier Strecke lässt das amerikanische System den bestehenden Fahrweg völlig frei und behindert weder das Laden an den Kais noch den Gebrauch der Leinpfade. Es bildet eine einfache Laufstange, die nach der Böschung hin unterstützt ist, sich an den Kais anhängt, unter den Brücken hindurchläuft oder in der Luft die Kreuzungsstellen und überfüllte Kais überschreitet.

Das amerikanische ist von allen Gleissystemen das vorteilhafteste und dasjenige, welches sich den verschiedenen Anforderungen des Kanalbetriebes am leichtesten anpasst.

Das rollende Material.

Nicht geringer sind die Vorteile des amerikanischen Systems inbezug auf Einstandspreis und Gewicht des rollenden Materials. Bei einer Leistungsfähigkeit von 3 000 kg am Schlepptauhaken wiegt die Lokomotive mit proportioneller Adhäsion 2 920 kg, während eine Lokomotive mit Gewichtsadhäsion für dieselbe Zugleistung 1 800 kg wiegen müsste.

Für Kanäle mit schwachen Anforderungen an die Zugleistung beträgt die Gewichtsgrenze bei einfacher Adhäsion 9 Tonnen. In Wirklichkeit hat die Mehrzahl derartiger Maschinen bis jetzt ein Gewicht von 12 bis 18 Tonnen.

Das Gewicht des Betriebsmaterials ist also bei dem amerikanischen System 4 bis 6 mal schwächer, als beim europäischen.

Die europäischen Maschinen haben alle Aufhängungs- und Bespannungsvorrichtungen einer Lokomotive mit ihren verwickelten Einzelheiten, den Schmierbüchsen, Schutzblechen, Federn und Puffern. Sie haben eine vierfache Zahnradübersetzung. Das amerikanische System zeichnet sich dagegen durch

äusserste Einfachheit des Aufbaues aus. Es besteht nur aus einem Motor, einem Triebrädchen, dreifacher Zahnradübersetzung und 3 Hebeln. Das Ganze steht auf einem Gussstahlgestell das in einem Stück gegossen ist.

Die Unterhaltungskosten der beiden Maschinen lassen sich nicht vergleichen, der Einkaufspreis differiert um 50 % und steht im Verhältnis 1 zu 3 bei gleicher Leistungsfähigkeit und Geschwindigkeit und doppelter Leerlaufgeschwindigkeit.

Vergleich mit den Schleppschiffen.

Wir scheiden bei unseren Ausführungen den Vergleich des amerikanischen Systems mit den Schraubenschleppern aus, indem wir uns auf den Bericht des einen der Verfasser gelegentlich des Pariser Kongresses beziehen (1). Der geringe Wirkungsgrad der Schraubenschlepper, sowohl mit Dampf-, als auch mit elektrischem Betrieb, schliesst dieses Schleppsystem vom wirtschaftlichen Standpunkte aus dem Wettbewerb für geringere Leistungen von 30 bis 40 Pferdekraften auf Schiffahrtswegen mit beschränktem Querschnitt oder Kanälen gewöhnlicher Art mit vielen Schleusen aus. Dieses System bietet nur Vorteile bei grosser Leistungsfähigkeit an der Küste oder in Flüssen, oder in Seekanälen, wo es sich um grosse Schleppzüge handelt. Dann auch dort, wo die Bewegungsfreiheit des Schleppers eine wesentliche Betriebsforderung ist, wo also der Schlepper seine Kunden im Meere, in den Wasserstrassen oder auch im Innern van Häfen und Docks verwickelter Form aufsuchen muss.

Das einzige System, das vom Gesichtspunkte elektro-mechanischen Nutzeffektes in Kanälen in einen Wettbewerb mit dem System proportioneller Adhäsion eintreten kann, ist die Kettenschleppschiffahrt.

Doch beschränkt sich dieser Wettbewerb auf die Schiffahrtswegen, deren Schleusen solche Masse besitzen, dass die Schleusung der Schlepper und ihr Manövrieren vor Einfahrt in die Schleusen die Leistungsfähigkeit des Kanalverkehrs nicht verringert.

(1) VIII. Internationaler Schiffahrtskongress. — Paris 1900. — *Bemerkung und Versuchsergebnisse über Schleppschiffahrt auf Schiffahrtswegen* von LÉON GERARD, Seite 8, 9, 11. Der mittlere Wirkungsgrad der Schraubenschlepper mit Dampftrieb beträgt 0,29; für elektrischen Betrieb beträgt er 0,32.

Die schwachen Punkte der Ketten- oder Kabelschleppschiffahrt sind der hohe Preis des Zugorganes und der Kette, die Betriebsstörungen die aus einem Bruch, einem Verlust oder der Verschlammung der Kette sich ergeben, und schliesslich die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten, sowie die Zeitverluste beim Kreuzen zweier Schleppzüge.

Bei gleichem Wirkungsgrad kann das amerikanische System als ein Kettenschleppsystem mit steifer und sichtbarer Kette angesehen werden, das keinen der oben genannten Nachteile besitzt.

Schlussfolgerungen.

a) Für unterirdische Anlagen und für enge Wassergänge und Leinpfade ist das amerikanische System eine vorzügliche Lösung der Frage mechanischer Schleppschiffahrt. Für die Mehrzahl der bestehenden Kanaltunnel ist es neben dem System Maurice Levy das empfehlenswerteste.

b) In Lagunen und Seen geringer Tiefe kann das amerikanische System leicht auf Grundpfähle gestellt werden. Es empfiehlt sich es mit den Duc d'Alben, die hier gewöhnlich die Fahrrinne anzeigen, zu verbinden. Bei ihm ergeben sich keine nachteilige Versandungen wie bei der Kettenschleppschiffahrt.

c) Auf freier Kanalstrecke ist das System leicht anzubringen, und die Anlagekosten für Gleis und rollendes Material sind geringer, als die entsprechenden Kosten der Schleppschiffahrt mit einfacher Adhäsion.

d) Der Wirkungsgrad der in Schenectady im Juni und August 1905 erbauten Maschinen ist den elektro-mechanischen Nutzeffekten der besten elektrischen Strassenbahnwagen gleich.

e) Die in Schenectady ausgeführten Versuche eignen sich für eine praktische Verwendung in Amerika und Europa. Sie erfordern nur geringe Abänderungen je nach den Gewohnheiten der betreffenden Schiffsbevölkerung und den technischen Bedingungen der verschiedenen Schiffahrtswege.

f) Die Anlagekosten des Gleises erfordern nur etwa 70 bis 80 % des Anlagekapitals für eine Zweischienengleisanlage gleicher Leistungsfähigkeit.

Der Preis des rollenden Materials beträgt 30 bis 50 % des Preises einer Lokomotive mit einfacher Adhäsion und gleicher Zugleistung.

Der Elektrizitätsverbrauch ist 15 % geringer.

g) Wie alle mechanischen Antriebsysteme, erfordert auch das amerikanische eine genaue gesetzliche Regelung, die seinen Maschinen entweder das alleinige Betriebsrecht sichert, oder Vorschriften enthält über die Trennung der Betriebe mit verschiedener Geschwindigkeit, wobei der eine Leinpfad z. B. für Treidelbetrieb mit Tieren und der andere für mechanischen Treidelbetrieb bestimmt werden könnte. Zu regeln ist ferner eine leichte und ordnungsgemäße Ausübung des Vorbeifahrtrechtes an Schleusen oder an bestimmten Punkten der freien Strecke.

Diese gesetzlichen Vorschriften sind unbedingt erforderlich, um den Verkehr alle Vorteile der Anwendung mechanischer Mittel zu sichern, wobei : Geschwindigkeit, genaue Anwendung der mechanischen Apparate und Regelmässigkeit die Hauptbedingungen sind.

h) Die Einführung des amerikanischen Treidelsystems erfordert die geringsten Anlagekosten und gleichzeitig den geringsten Stromverbrauch. Er hat eine Herabminderung der Kosten für die Treidelung zurfolge. Diese können bei dem für europäische Verhältnisse abgeänderten System auf Preise von nahezu 4/1000 frcs für ein Tonnenkilometer bei einem Verkehr von etwa 3 Millionen Tonnen und auf 2 1/2/1000 frcs bei einem Verkehr über 6 Millionen Tonnen herabgesetzt werden.

Die Vorteile der elektrischen Schleppschifffahrt für den Betrieb des Schifffahrtweges.

Die Einführung elektrischer Treidelbahnlinien hat wichtige Vorteile für den ganzen Schifffahrtweg.

Diese Vorteile sind verschiedener Art :

1. Sie sichert die Wasserspeisung durch Wassertransport von Haltung zu Haltung nach jeder Schleusung in der trocknen Jahreszeit.

2. Sie ermöglicht eine Beleuchtung aller besonderen Punkte, wenn ein lebhafter Nachtbetrieb erforderlich ist, und zwar besonders im Winter.

3. Sie gestattet die Einrichtung von Vorrichtungen für ein schnelles Bewegen der Schleusen- und Durchlasstore, sowie für das Ingangsetzen der Wellbäume und Spills, die das Manövrieren der Barken beim Schleusen erleichtern sollen.

4. Die Baggerungen zur Erhaltung der Fahrwassertiefe können ohne Sperrung des Schiffahrtweges mit Baggern kleiner Abmessungen, die ihre Energie der elektrischen Leitung entnehmen, ausgeführt werden.

5. Die Unterhaltungs- und Vergrößerungsarbeiten lassen sich schnell und billig durch Anlage von Bauhütten an dem betreffenden Punkte des Kanals, deren Kraftversorgung von der elektrischen Leitung aus geschieht, ausführen.

Vorteile der elektrischen Treidelei vom allgemein wirtschaftlichen Standpunkt.

Die Vorteile, die sich aus der Verteilung elektrischer Triebkraft am Kanal entlang für die Kanalwohner ergeben, sind nicht geringer.

In Gegenden, die bereits weit und breit mit starken hydroelektrischen Kraftwerken versehen sind, wie dies in der Umgebung der Seen und des Hudson in Amerika oder in den Pyrenäen und Piemont in Europa der Fall ist, wird diese Begleitscheinung einer elektrischen Treidelanlage auf den Verkaufspreis der Electricität an die Allgemeinheit natürlich nicht so fühlbar sein, als in den Gegenden, in denen Erzeugung von Electricität mit Steinkohle nur in beschränktem Masse stattfindet.

In den erstgenannten Gegenden hat der wirtschaftliche Vorteil einen anderen Charakter : Die Anlage eines elektrischen Treidelbetriebes und die Aufbringung des erforderlichen Anlagekapitals wird hier durch das Vorhandensein wirtschaftlicher elektrischer Einrichtungen erleichtert. Die Verminderung der Frachten, die Zunahme des Kanalverkehrs und die Schnelligkeit seiner Verkehrsverbindungen begünstigt die Entwicklung neuer Gewerbe längs des Schiffahrtweges.

Diese Folgen werden um so schneller eintreten, je leichter die Anlage des elektrischen Verteilungsnetzes sich dem Bau von Lade- und Aufzugvorrichtungen, sowie den Vorkehrungen für das Ueberladen in Lagerschuppen oder auf die Wagen der elektrischen Lokalbahnlinien anpassen wird.

Der methodische Ausbau derartiger Anschlusspunkte an das Hauptnetz ist von ausserordentlicher wirtschaftlicher Bedeutung. Eine billige Abgabe von Electricität aus einer einheitlichen Kraftquelle ist eine wesentliche Vorbedingung einer derartig erstrebenswerten Anlage.

In Gegenden, in denen die Erzeugung der Elektrizität mit Steinkohle geschieht, ist dagegen der Einfluss einer Treidelanlage auf die elektrische Industrie selbst viel unmittelbarer und kann den Verkaufspreis der elektrischen Kraft an die Allgemeinheit auf einen Betrag herabmindern, der dem der Verteilungsnetze mit Wasserkrafterzeugung sehr nahe kommt.

Das wichtigste Erfordernis für die Verringerung des Verkaufspreises elektrischer Kraft bei einem Leitungsnetz ist der Anschluss verschiedenen Arten von Energieabnehmern, wodurch die jährliche Rentabilität der Kraftanlagen vergrössert wird. Dazu würde die Anlage eines Treidelbetriebes sehr wesentlich beitragen ; auch in Gegenden, wo die Elektrizitätserzeugung durch Steinkohle geschieht, wird die Einrichtung eines elektrischen Treidel- oder Schleppbetriebes in den meisten Fällen vom wirtschaftlichen Standpunkte aus nicht die einzige damit erzielte Zunahme an Abnehmern elektrischer Kraft von dem Verteilungsnetz bedeuten. An vielen Kanälen hört die Schifffahrt mit dem Tagesende auf oder erfährt dann ziemlich bedeutende Aenderungen und Schwankungen in solchem Maasse, dass man die Triebkraft und das Personal wirtschaftlich für die Verteilung elektrischer Energie zu öffentlichen und privaten Zwecken, besonders zur Beleuchtung benutzen kann.

Alle Abnehmer für ein derartiges Leitungsnetz, mögen sie nun grosse oder kleine Mengen verbrauchen, ziehen also Nutzen aus dem gewerblichen Zusammenarbeiten, das die elektrische Leitung bei ihnen verursacht, während der Hauptabnehmer, der den wirtschaftlichen Ausgleich herbeiführt, der Treidelbetrieb bleibt.

Das Hauptmerkmal des Fortschrittes infolge dieser Anlagen ist das, dass nicht nur die grossen Abnehmer den Nutzen davon haben, sondern auch eine Wiederbelebung der kleinen Hausindustrie, der Weberei, der Waffenschmiedekunst und der Holz- und Metallbearbeitung eng mit dem Aufblühen elektrischer Verteilungsanlagen verknüpft ist. Daneben können die grossen landwirtschaftlichen Betriebe in bestimmten Fällen unmittelbaren Nutzen aus der Verteilung elektrischer Triebkraft ziehen.

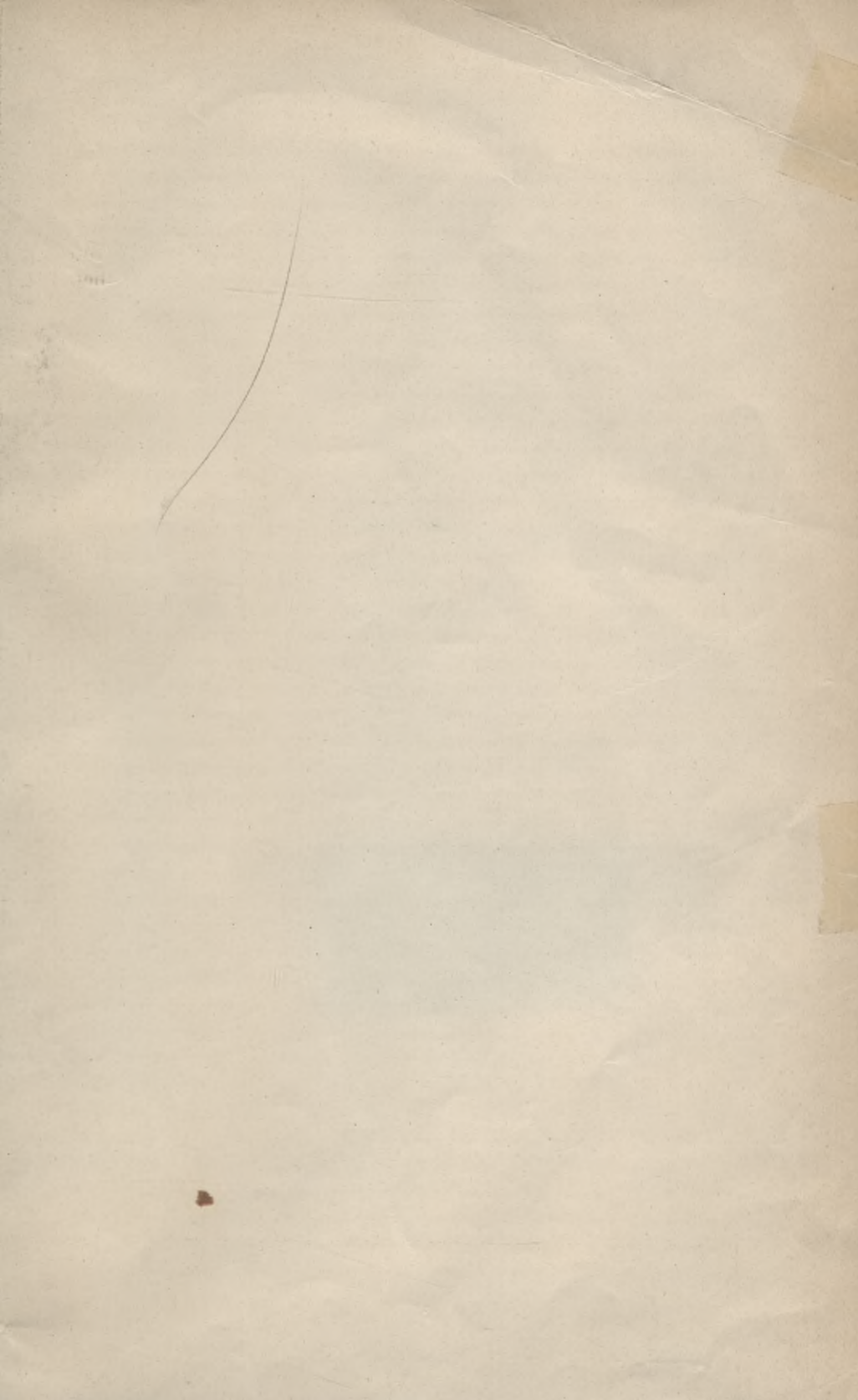
Es liegt also in ganz bedeutendem Grade im Interesse des Staates derartige Anlagen sowohl in gewerblichen als vorzugsweise landwirtschaftlichen Gegenden zu fördern. Die Erfolge, die man mit der Einführung elektrischen Treidelbetriebes erzielen wird, sind : Regelung des Verkehrs auf dem Wasserwege, Vergrösserung der Transportgeschwindigkeit und Leistungsfähigkeit des

Schiffahrtsweges ohne Erhöhung des Schlepppreises, leichterem Betrieb auf dem Schiffahrtswege inbezug auf Speisung, Handhabung der Betriebseinrichtungen und Beleuchtung und schliesslich die Verringerung der Kosten für die Elektrizität in allen Betriebszweigen des Kanals selbst, sowie für die Anlieger, deren gewerbliche Anlagen sie versorgt und zu einer gedeihlichen Weiterentwicklung bringt.

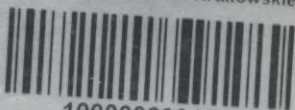
Brüssel und New-York, Mai und August 1905.

ST. JOHN CLARKE und LÉON GERARD.





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299424

B

S. 61

1000
1

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

7276

Edn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349870

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299424