

HANDBUCH
" **der**
INGENIEURWISSENSCHAFTEN
in vier Bänden.

Dritter Band:
Der Wasserbau.

Herausgegeben
von
L. Franzius und Ed. Sonne.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1879.
St. Petersburg, bei Jacques Issakoff.

zu finden ist⁴³⁾, und der ausgesetzte Preis wurde schliesslich dem Ingenieur W. Baxter, vorläufig jedoch nur zur Hälfte, ertheilt. Das von demselben construirte Fahrzeug ist ein flachbodiger Schraubendampfer von etwa 30^m Länge, 5^m,33 Breite und 1^m,83 Tiefgang. Der grösste eingetauchte Querschnitt verhält sich somit zum Wasserprofil des Canals etwa wie 1:4,2. Das Schiff wird durch eine Woolf'sche Maschine mit Oberflächen-Condensation bewegt und soll bei einer Netto-Ladung von etwa 220 T. auf der 805^{km} langen Strecke von New York nach Buffalo nur 3500^k Kohlen verbrauchen. Die Schraube hat 1^m,72 Durchmesser bei 0^m,26 Schaufelhöhe. Der Wirkungsgrad der Maschine ist erheblich grösser als bei gewöhnlichen Schraubendampfern.⁴⁴⁾

Das Baxter-Boot kann mit 10^{km} Geschwindigkeit fahren, ohne eine den Canalböschungen schädliche Wellenbildung zu erzeugen, bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 8^{km} soll weder am Bug noch am Stern eine Wellenbildung bemerklich sein. Es wird ferner gerühmt, dass jedes Boot einen Kahn alter Construction in's Schlepptau nehmen könne und dass auf diese Weise auch eine Ausnutzung vorhandener Kähne ermöglicht werde.

Die beschriebene Construction hat von verschiedenen Seiten eine recht günstige Beurtheilung erfahren, es ergibt sich indess aus neueren Nachrichten, dass die Baxter-Boote die Concurrenz der gewöhnlichen, auf dem Erie-Canale mit Maulthieren gezogenen Kähne bislang nicht mit Erfolg bekämpfen konnten. Hierbei kommen namentlich die nicht geringen Anschaffungskosten in Betracht, sowie der Umstand, dass bei einem Baxter-Boote die Nutzladung um etwa 31 T. geringer ist, als bei einem gewöhnlichen Kahn von gleicher Grösse. Es wird sogar berichtet, dass die Baxter-Boot-Gesellschaft bankerott geworden sei.⁴⁵⁾

Man wird deshalb weitere Erfahrungen abzuwarten haben, bevor man über die erwähnte Construction und über die wichtige Frage, welche Betriebsart auf Canälen mit langen Haltungen vorzugsweise in Aussicht zu nehmen ist, ein sicheres Urtheil abgeben kann.

§ 10. Ketten- und Seilschleppschiffahrt. — Rückblick auf die verschiedenen Arten des Schiffahrtsbetriebes. Das Characteristische der Ketten- und Seilschleppschiffahrt (auch wohl Kettenschiffahrt, bezw. Tauerei, im Französischen Touage genannt) besteht bekanntlich darin, dass ein auf dem Schiffe befindlicher Motor sich mit einer in der Wasserstrasse niedergelegten und an ihren Enden befestigten Kette, bezw. mit einem derartig angebrachten Seile paart.

Die ersten in grösserem Maasstabe angestellten Versuche Schiffe mit Hilfe eines auf demselben befindlichen Göpels fortzubewegen, datiren aus dem Jahre 1820. Unter Anwendung besonderer durch Dampf betriebenen Schlepper ist die Kettenschiffahrt auf der Seine im Jahre 1854 eingeführt. Der erste deutsche Kettenschlepper trat im Jahre 1866 auf der Elbe zwischen Buckan und Magdeburg in Thätigkeit.⁴⁶⁾

Die Anordnung eines Kettenschleppers ist durch die Figuren 11 und 12 auf Taf. XVII dargestellt, diejenige eines Seilschleppers durch die Figuren 14 und 15.

⁴³⁾ Vergl.: Die Jahrgänge 1872 bis 1874 der Zeitschrift: „Scientific American“, ferner (über das Dampfboot von Maine) Engineering. 1871. Oct. und Mechanics Magazine 1871. Mai. S. 345, welche Artikel, ebenso wie die Mittheilungen in den Nonw. ann. de la const. 1868. S. 70 überhaupt auch die Anwendung der Dampfkraft auf Schiffahrtsanälen behandeln.

⁴⁴⁾ Ausführlichere Mittheilungen findet man in der Broschüre: „Was können wir vom Erie-Canal lernen“ (Berlin. Polytechn. Buchhandlung. 1875) und Deutsche Bauzeitung. 1875, S. 161.

⁴⁵⁾ Man vergl. Engineer. 1876. Oct. S. 253.

⁴⁶⁾ Ueber die Geschichte der Kettenschleppschiffahrt sind nähere Mittheilungen enthalten in: Rühlmann. Allgem. Maschinenlehre. IV. Bd. S. 180, und Lagrené. Navigation intérieure. II. Bd. S. 126.

Im erstgenannten Falle kommen bekanntlich Trommeln zur Anwendung, um welche die Kette drei- bis viermal geschlungen ist und ferner bewegliche Ausleger (s. Fig. 13, Taf. XVII), welche eine angemessene Leitung der Kette in den Krümmungen des Flusses vermitteln. — Bei den Seilschleppern tritt eine Fowler'sche Klappenscheibe, welche an der Seite des Schiffes befestigt werden kann, an die Stelle der Kettentrommel. Der Tiefgang der Schlepper beträgt 0,25 bis 1^m. Auf die Beschreibung der Einzelheiten und auf die Streitfrage, ob Kette oder Seil vorzuziehen sei, können wir hier nicht eingehen. Die technischen Zeitschriften sind in den letzten Jahren so reich an einschlägigen Mittheilungen gewesen, dass wir auf dieselben verweisen können.⁴⁷⁾ Dagegen muss die Anwendbarkeit der Kettenschiffahrt einer näheren Besprechung unterzogen werden. Diese Sache gestaltet sich verschieden, je nachdem es sich um einen Fluss, um eine canalisirte Flusstrecke oder um einen Schiffahrts-canal handelt.

Für die Bergfahrt auf Flüssen sind die Ketten- und Seilschlepper den freifahrenden Dampfschiffen ohne Frage überlegen und zwar um so mehr, je grösser die Stromgeschwindigkeit ist. Das Gleiten der freifahrenden Dampfer steigert sich fast in demselben Maasse, in welchem die relative Geschwindigkeit von Schiff und Wasser zunimmt. Wenn die letztere doppelt so gross, als die Schiffgeschwindigkeit wird, so ist bei einem gewöhnlichen Dampfer die Schaufelgeschwindigkeit 3 bis 4mal so gross als die Schiffgeschwindigkeit, während der Kettenschlepper bei einer Umdrehung der Trommel einen Weg zurücklegt, welcher nahezu ebenso gross ist, als der Trommelumfang.

Die Ketten- und Seilschlepper leisten somit namentlich zur Ueberwindung von Stromschnellen gute Dienste.⁴⁸⁾

47)

Literatur.

- Ueber Kettenschiffahrt auf dem Rheine; Romberg's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1864, S. 247.
 Ueber Schleppschiffahrt auf der oberen Seine; Portefeuille écon. des mach. 1865, S. 97.
 Kettenschiffahrt auf der Elbe in Sachsen; Deutsche Industrie-Zeitung. 1870, S. 256.
 Schiffahrt auf der Seine; Engng. 1872. 29. März.
 Kettenschiffahrt auf der sächsischen Oberelbe; Deutsche Bauz. 1872. 25. April.
 Kettenschiffahrt auf der Elbe; Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing. XI. S. 205.
 Seilschiffahrt auf d. Oder; daselbst 1873. 29. Nov.
 Kettenschiffahrt auf dem Bridgewater-Canale; Ann. industr. 1874. 1. Febr.
 Ketten- und Drahtseilschiffahrt; Techn. Bl. 1873. I. u. II. Heft.
 Gutachten über d. Einführung d. Schleppschiffahrt; Mitth. d. Gewerbe-Ver. f. Hannover. 1874, S. 185.
 Kettenschiffahrt auf der Saale; Hann. Wochenbl. f. Handel u. Gew. 1874. 15. Aug.
 Drahtseilschleppschiffahrt; Engng. 1874. 25. Sept.
 Drahtseil-Tauerei auf Canälen; Engng. 1874. 14. Aug.
 Kettenschleppschiffahrt auf dem St. Lorenz-Strom; Engng. 1874. 18. Sept.
 Max Eyth. Ueber Kettenschiffahrt. Artizan. 1869. Sept.
 (Vergleich zwischen Kette und Seil) Verhandlungen der Generalversammlung des Centralvereins für Hebung der deutschen Fluss- und Canalschiffahrt. 1871, S. 13.
 Ueber die Kettenschiffahrt auf der Elbe. Deutsche Bauz. 1877, S. 191.

⁴⁸⁾ Auf der Maas geht zwischen Lüttich und Seraing ein Seilschlepper mit 400 Tonnen angehängter Last noch bei Wasserständen gegen den Strom, bei welchen selbst ein Personendampfer die Strömung nicht mehr überwinden kann.

Ueber die Vortheile der Kettenschiffahrt in dem oben angegebenen Falle sind namentlich zu vergleichen: Kettenschiffahrt auf der Elbe; Deutsche Bauz. 1867, S. 308. Ueber Ketten- und Seilschiffahrt in Rücksicht auf die Versuche zu Lüttich i. J. 1869; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1869, S. 737. Theoretisches über Tauschiffahrt daselbst 1870, S. 241.

Es findet indess auch bei diesen Motoren ein nicht unbedeutender Effectverlust statt und zwar zum Theil in Folge der Widerstände, welche aus der Ketten- und Seilbiegung entspringen, zum Theil in Folge der Vergrößerung der Eintauchung der Schleppschiffe, welche durch die Spannung der Kette hervorgebracht wird, zum Theil in Folge des Umstandes, dass die Kette erheblich länger sein muss, als der zurückgelegte Weg. Der Schlepper legt nämlich die Kette in der Regel nicht wieder an dieselbe Stelle, von welcher er sie aufgenommen hat und auch nicht nach einer geraden Linie nieder. — Der gesammte Effectverlust kann auf 10 bis 15% der von der Trömmelachse übertragenen Arbeit angeschlagen werden.

Die Abweichung zwischen den Lagen der Kette vor und nach Passiren des Schiffszuges ist um so grösser, je zahlreicher und je stärker die Krümmungen des Flusses sind. Da indess die Schlepper in der Regel leer zurückfahren, so bringen sie hierbei die Kette leicht wieder in ihre richtige Lage. Im Uebrigen bereiten die Krümmungen der Flüsse keine Schwierigkeiten, selbst wenn dieselben 200^m und weniger Radius haben.

Die Fahrgeschwindigkeit für die Bergfahrt beträgt auf der Elbe im Sächsischen (bei einem durchschnittlichen Gefälle von 1:3000) etwa 6^{Km} pro Stunde. Verschiedener Aufenthalte wegen werden indess daselbst oft nur 35 und selten mehr als 75^{Km} täglich zurückgelegt.

Bei grösseren Zügen befinden sich je zwei Kähne nebeneinander und es muss bei jedem ein Mann am Steuer und mindestens ein Mann an der Kaffe thätig sein. Aus jener Stellung der Kähne ergiebt sich eine ziemliche Breite für den Schiffszug und ferner, dass derselbe an Flössen nicht so leicht vorbeipassirt, wie ein einzelnes Schiff. Flösserei und Kettenschiffahrt vertragen sich deshalb schlecht miteinander.

Bei grösserer Tiefe des Fahrwassers (etwa von 3^m an) wird das Auffischen der Kette so schwierig und es werden bei der gleichzeitig eintretenden grösseren Breite des Wassers die Einwirkungen des Seitenwindes mitunter so fühlbar, dass man unter derartigen Verhältnissen von der Anwendung der Kettenschlepper ganz absehen muss. In Strommündungen findet man deshalb dieselben nicht.

Auf canalisirten Flusstrecken findet eine erfolgreiche Anwendung der Kettenschiffahrt statt, sobald die Bauwerke unter besonderer Berücksichtigung der Schleppschiffahrt construirt sind und wenn der Betrieb den Anforderungen derselben entsprechend organisirt ist.

Die Schleusen werden in diesem Falle mit sehr grossen Kammern ausgeführt (diejenigen der oberen Seine haben 12^m lichte Weite und 180^m nutzbare Länge), damit der Schlepper mit der Hälfte des Zuges geschleust werden kann. Bei lebhaftem Verkehr, welcher mit häufigen und regelmässigen Fahrten der Schlepper Hand in Hand geht, kann man dann Einrichtung treffen, dass die Kähne, welche ein Schlepper *A* nicht sofort mit durch die Schleuse nehmen kann, von einem Schlepper *B* nebst der vorderen Hälfte des eigenen Zuges befördert werden u. s. f.

Durch die Fluss Schleusen, bei denen auf die Grösse des Wasserverbrauchs besondere Rücksicht nicht zu nehmen ist, kann die Kette in der Weise geführt werden, dass man am unteren Theile der Schlagsäulen einen Schlitz von 3 bis 4^m Weite herstellt.⁴⁹⁾

Wenn die Schleusen nur eine geringe Anzahl von Schiffen aufnehmen können, so sind die sog. *Toueurs porteurs* am Platze. Dieselben nehmen selbst Ladung und können 2 bis 3 Kähne schleppen. Auch in diesem Falle ist es zweckmässig, wenn der Schlepper die von seinem Vorgänger ange-

⁴⁹⁾ Näheres s. Lagrené. *Navigation intérieure*. II. Bd. S. 121.

brachten Kähne weiter befördert. — Alle derartige Einrichtungen setzen indess einen entwickelten Verkehr voraus.

Ob die Kettenschiffahrt sich in den auf Flüssen herausgebildeten Formen für den Betrieb von Schiffahrtskanälen eignet, erscheint uns fraglich und zwar aus folgenden Gründen:

1. In ruhendem Wasser weist ein Kettenschlepper nicht viel mehr Nutzeffect auf wie ein freifahrender Dampfer.

2. Ein Schiffszug erfordert aller Wahrscheinlichkeit nach ein grösseres Wasserprofil des Canales als ein einzeln fahrendes Schiff.

3. Canalschleusen kann man im Allgemeinen nicht in der Weise, wie die Schleusen canalisirter Flussstrecken mit sehr langen Kammern versehen, weil das zur Verfügung stehende Speisewasser solches nicht zu gestatten pflegt. Man wird die Länge derselben höchstens für zwei Kähne bemessen.

4. Die Kettenschiffahrt lässt sich auf Canälen nur für diejenigen Strecken einrichten, welche wenig Schleusen haben, in der Regel also nicht für die ganze Erstreckung des Canals, falls derselbe in üblicher Weise angelegt ist. Ein Wechsel der Betriebsart bedingt aber grossen Zeitverlust.

Es ist indess auf Schiffahrtskanälen die Schiffahrt an der Kette und namentlich am Seil, welches im vorliegenden Falle wohl ohne Frage den Vorzug verdient, bei verschiedenen Gelegenheiten mit Erfolg zur Ausführung gekommen und es lassen sich die Bedingungen für eine weitergehende Anwendung derselben leicht bezeichnen.

In erstgenannter Beziehung ist zu bemerken, dass während der Herstellung des Suez-Canals auf dem Süsswasser-Canale zwischen dem Nil und Ismailia Seilschiffahrt für Materialtransporte mit Erfolg eingerichtet war, dass man auf dem Bridgewater-Canale, welcher bei 60^{km} Länge 10 Schleusen hat, dieselbe einfuhrte und dass auf der Scheitelstrecke des Canals St. Quentin, der die Schelde mit der Somme verbindet, insbesondere beim Passiren des dortigen Canaltunnels mit der Seilschiffahrt sehr günstige Erfahrungen gemacht sind.⁵⁰⁾

Die Bedingungen für eine weitergehende Anwendung der Seilschiffahrt auf Canälen, bzw. die für die Canäle zu wählenden Formen derselben dürften folgende sein:

1. Herstellung langer Haltungen, somit Concentrirung der Gefälle, soweit nur immer möglich.

2. Ausbildung des s. g. Systems Bouquié für den Canalbetrieb. Bei demselben wird bekanntlich der Motor transportabel angeordnet und auf dem Canal-schiff nach Bedarf befestigt. Die Beförderung der Schiffe findet einzeln oder wohl besser zu je zweien statt, so dass ein Schiff geschleppt wird.

3. Auslegung zweier Seile in den Canal, von denen das eine bei der Hinfahrt, das andere bei der Rückfahrt dient.

Wenn bei einer neuen Canalanlage die Anordnungen so getroffen werden könnten, dass an keiner Stelle Leinenzug benutzt zu werden brauchte, so wäre aller Wahrscheinlichkeit nach von der Seilschiffahrt ein durchschlagender Erfolg zu erwarten.

Hinsichtlich der Kosten des Betriebes der Kettenschiffahrt verweisen wir auf die betreffenden Mittheilungen: Deutsche Bauzeitung 1871, S. 4; daselbst 1877, S. 222.

⁵⁰⁾ Vergl. Ann. des ponts et chaussées. 1863, S. 328.

— Rühlmann. Allg. Maschinenlehre. IV. Bd. S. 187. — Lagrené. Navigation intérieure. II. Bd. S. 215.⁵¹⁾

Ein Rückblick auf die verschiedenen in den Paragraphen 8, 9 und 10 besprochenen Betriebsarten bestätigt die bereits oben gemachte Bemerkung, dass in vielen Fällen die Eigenthümlichkeiten der Wasserstrasse und die zu wählende Art des Schiffahrtsbetriebes mit einander Hand in Hand gehen und dass in extremen Fällen die letztere durch die ersteren genau vorgezeichnet sind. Als solche extreme Fälle erscheinen u. A. die Schleusentreppen eines Canals im Hügellande, für welche kaum eine andere Betriebsart, als der Leinizug in Betracht kommen kann, und die stark geneigten Strecken eines freien Stromes mit lebhaftem Verkehr, für welche kräftige Kettenschlepper mit grossen Schiffszügen am Platze sind. In anderen Fällen können verschiedene Betriebsarten mit einander concurriren und es folgt weiter, dass kein Project für die Verbesserung oder die Neuherstellung einer Wasserstrasse ohne eingehende Berücksichtigung der in Betracht kommenden Betriebsarten ausgearbeitet werden sollte.

Von besonderem Interesse sind die Kosten der Zugkraft bei den verschiedenen Arten des Schiffahrtsbetriebes. Wir nehmen deshalb hier eine Zusammenstellung aus der Broschüre „Topogr. Erwägungen über den Bau von Canälen in Deutschland, von Meitzen“ auf:

A. Kosten des Pferdezeuges für 350 Tonnen Nutzladung.

Gespann von 3 Pferden einschliesslich Führer der Tag 12 M., auf 19^{Km} Hin- und 19^{Km} Rückfahrt 24 M. Volle Hinfracht, $\frac{1}{3}$ Rückfracht, belastet 420 T. auf 19^{Km} mit 24 M. oder auf den Kilometer mit 1,263 M., die Tonne also mit 0,301 Pf.

Desgl. des Pferdezeuges für 200 Tonnen Nutzladung.

Gespann von 2 Pferden und Führer der Tag 10 M., belastet 240 T. auf 19^{Km} mit 20 M. oder auf dem Kilometer mit 1,053 M., die Tonne also mit 0,439 Pf.

B. Kosten der Dampfschlepperei.

Ein Schleppdampfer kostet bei 36 P. S. jährlich 12000 M. oder in 200 Arbeitstagen (leere Rückfahrt mit schwachem Dampf im Verhältniss zu $\frac{1}{3}$ abgezogen) täglich 60 M. Er zieht 8 Böte zu 200 T. oder 5 Böte zu 350 T. mit der Geschwindigkeit von 7,5^{Km} die Stunde.

Am Tage 38^{Km} Weg ergibt auf rund 1500 T. Fracht für den Kilometer 1,579 M. oder auf die Tonne 0,106 Pf.

C. Kosten der Dampfschlepperei mit Anwendung des Drahtseiles.

Das Drahtseil kostet auf die Meile 19800 M. und nutzt sich in 10 Jahren ab. Schiff und Maschine aber sind verhältnissmässig sehr klein. Die Maschine erspart nach den bezüglichen Angaben Reuleaux' 60 bis 70% am Kohlenverbrauch, schont die Canalwände in hohem Grade und lässt das Wegfallen der Leinpfade wenigstens auf einer Seite des Canales zu. Die Ersparniss (gegenüber den unter B. nachgewiesenen Kosten) kann auf $\frac{1}{3}$ angeschlagen werden. — Also stellt sich Tonne und Kilometer auf 0,086 Pf.

Wir geben die vorstehenden Zahlen „mit aller Reserve.“ Es wäre gewiss erwünscht, wenn dieselben auf Grund neuer Beobachtungen einer Prüfung unterzogen würden.⁵²⁾

⁵¹⁾ Lagrené setzt grosse Hoffnungen auf die allgemeine Einführung der Kettenschiffahrt und verlangt gelegentlich einer Zusammenstellung der zur Hebung der Binnenschiffahrt empfehlenswerthen Maassregeln, dass die Kette als ein ergänzender Theil der Wasserstrassen betrachtet und dementsprechend vom Staate beschafft und unterhalten werde (s. die Einleitung zum III. Bd. der Navigation intérieure, S. IV.)

⁵²⁾ Eingehendere Untersuchungen über sämmtliche Kosten des Betriebs der Binnenschiffahrt findet man ausser in der bereits namhaft gemachten Arbeit von Michaelis, an folgenden Stellen:

Lamarle. Du concours des canaux et des chemins de fer. Ann. des ponts et chaussées. 1859. (6. Heft.)

Malézieux. Travaux publics des états-unis d'Amérique en 1870 (Paris. Dunod). S. 374.

Molinos. La navigation intérieure de la France (Paris. Baudry). S. 133.

A. Mayer. Der Donau-Oder-Canal als Actienunternehmen (Wien. Waldheim).