

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

**XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908**

I. Abteilung : Binnenschifffahrt

4. Frage

**KANÄLE FÜR GEMISCHTEN BETRIEB**

DIE

gleichzeitig der Schifffahrt und der Landwirtschaft

DIENEN KÖNNEN

**GENERALBERICHT**

VON

**M. F. RYTEL**

Ingénieur des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

169, rue de Flandre, 169



II - 354406

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317128

# KANÄLE FÜR GEMISCHTEN BETRIEB

---

Ueber die Frage der Kanäle für gemischten Betrieb, die gleichzeitig der Schifffahrt und dem Ackerbau dienen können, sind dem XI. Schifffahrtskongress Berichte vorgelegt worden von :

1. Herren R. B. Buckley und Hanbury Brown, aus England;
  2. Herrn Fr. Haynes Newell, aus den Vereinigten Staaten;
  3. Herrn P. Levy-Salvador, aus Frankreich;
  4. Herrn E. Sanjust de Teulada, Ev. Cucchini und Ot. Bifulco, aus Italien;
  5. Herrn V. Toukholka, aus Russland.
- 

## **Bericht der Herren Buckley und Hanbury Brown.**

Nach der Darstellung der Herren R. Buckley und Hanbury Brown findet man in Eegypten und Indien am häufigsten Kanäle, die gleichzeitig der Schifffahrt und der Bewässerung dienen. Frankreich, Spanien, die Vereinigten Staaten und Italien besitzen einige Kanäle, die diesem doppelten Zweck dienen.

Während der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts hat die britische Regierung in Indien ein Kanalnetz für Bewässerungszwecke von 19 000 km Länge gebaut, wovon 4 500 km schiffbar sind, ebenso dienen in Aegypten im Nil-Delta die Bewässerungskanäle in ihrer gesamten Länge von 1 184 km Beförderungszwecken.

Die folgenden Umstände verhindern, dass die Kanäle diese doppelte Rolle spielen :

1. Die Bewässerung erfordert eine Strömung im Kanal. Die Schifffahrt zieht fast in allen Fällen ruhiges Wasser vor. In dieser Beziehung kommen bei einigen Kanälen Indiens Fälle vor, wo die Strömung schwere Uebelstände für die Schifffahrt nach sich zieht. Zu gewissen Zeiten erreicht die Geschwindigkeit 3 Fuss in der

Sekunde. Damit Schlammablagerungen vermieden werden, müssen die oberen Haltungen eines Bewässerungskanals durchaus grosse Wassermengen enthalten und zwar für Bewässerungen in dem unteren Teil eines Zuführungskanals und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit. In Aegypten erleichtert während der Hochwasserperiode der Nordwind den stromaufwärts gehenden Verkehr. Unter gewöhnlichen Verhältnissen sollte die Geschwindigkeit der Strömung in einem Kanal nicht mehr betragen, als  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Fuss in der Sekunde;

2. Die Interessen der Bewässerung erfordern in vielen Fällen die Anwendung des Wechselbetriebes oder des Umschaltbetriebes und dies System hat viele Unzuträglichkeiten für die Schifffahrt zur Folge. In dieser Hinsicht ist hervorzuheben, dass in den Fällen, wo man nur eine ungenügende Wassermenge zur Verfügung hat, die Bewässerung mit Wechselbetrieb erfolgt, damit eine wirtschaftliche und proportionelle Verteilung des Wassers stattfindet. Die Bewässerung mit Umschaltbetrieb, die hin und wieder verwickelt ist, erfordert einen regelmässigen Betrieb des Kanals, weil jedes Hindernis grosse Verluste für den Bewirtschafter des Landes zur Folge haben kann. Unter diesen Verhältnissen wird der Kanal periodisch mit Wasser gefüllt. Während einiger Zeit ist also seine Tiefe für die Durchfahrt von Schiffen ungenügend, d. h. die Schifffahrt ist mehr oder weniger behindert;

3. Die Ausgleichung des Kanalwassers ist weit schwieriger und verwickelter, wenn beiden Bedürfnissen (Schifffahrt und Bewässerung) an Stelle von einem der beiden Rechnung getragen werden muss. Das beste Beispiel liefert in dieser Beziehung der Bereguardokanal in Italien, wo im Sommer nur mit den strengsten Massnahmen es zu ermöglichen ist, dass der Kanal eine die Schifffahrt sichernde Wassermenge enthält. Die indischen Kanäle leiden in ihren unteren Haltungen oft an Wassermangel infolge des Verlustes durch den Schleusenbetrieb sowie durch Verdampfung und Versickerung. Ein Beispiel dieser Art ist der Alorekanal, der eine direkte Verbindung zwischen der Kistnah und dem Godavaryfluss herstellt;

4. Die Bewässerung fordert in bestimmten Fällen die zeitweise Schliessung der Kanäle, und das bringt Nachteile für die Schifffahrt mit sich. Die Entfernung der Blätter, der Wasserpflanzen und der Schlammablagerungen durch Handarbeit bewirkt eine Unterbrechung in dem Wasserabfluss. In Aegypten wird diese Art Reinigung im Winter besorgt, wenn die Baumwollernte nach dem Meere

geführt werden muss. In Indien wird die Reinigung der Kanäle durch starke Spülungen bewirkt, die für die Schifffahrt weniger günstig sind, wegen der grossen Schnelligkeit der Strömung, die sich aus diesem Verfahren ergibt ;

5. Die Bewässerung bedingt oft Niveauänderungen des Wassers in den Kanälen. Die Schifffahrt hingegen zieht eine gleichmässige Wasserhöhe vor. Diese Bemerkung bezieht sich auf die Verminderung des Wassers in dem Kanal, wenn ihm wenig Wasser zugeführt wird und auf den Fall, wo ein heftiger plötzlicher Regen die Bewässerung unnötig macht ;

6. Wenn man nur über eine beschränkte Wassermenge verfügt, so ist es für die Bewässerung oft wirtschaftlich, gewisse Abzweigungen eines Zuführungskanals zu schliessen und dies Verfahren steht in direktem Widerspruche mit den Interessen der Schifffahrt. Die Kultur der Baumwolle und des Zuckerrohrs, die im allgemeinen einen grossen Wert haben, ist nur gesichert, wenn die Bewässerung konzentriert wird, damit die verschiedenen Wasserverluste vermindert werden. Infolge dessen enthalten dann einige Kanalabschnitte eine geringe Wassermenge und während dieser Zeit muss die Schifffahrt unterbrochen werden ;

7. Der Verlust durch Verdampfung und Versickerung ist in dem System mit doppeltem Zweck grösser, als wenn ein Kanal nur der Bewässerung dient. In den oberen Bezirken Indiens hat man berechnet, dass von einer Wassermenge von 100 cbm in der Sekunde nur 66 cbm an die in Kultur befindlichen Flächen kommen. Im nördlichen Indien schätzt man die Verdampfungs- menge höchstens auf 8 cbm in der Sekunde auf eine Million Quadratfuss bewässerter Fläche und ein Verlust von 2 bis 5 cbm ist für die angegebene Fläche nicht übertrieben. Der weitere Verlust durch Verdampfung und Versickerung für die Kanäle mit gemischtem Betrieb kann in der Zeit grosser Hitze sehr bedeutend werden.

Wenn man den Bau eines Kanals beabsichtigt, der sowohl der Schifffahrt wie der Bewässerung dienen soll, so ist im allgemeinen zu empfehlen, jeden Fall nach den vorliegenden Sonderverhältnissen zu beurteilen.

Die zugunsten des Systems mit doppeltem Zweck angeführten Schlussfolgerungen sind folgende :

Da beträchtliche Kosten für den Bau eines Bewässerungskanals aufgewendet werden müssen, so kann es vorteilhaft sein, nicht vor einer weiteren Ausgabe zurückzuschrecken, um ihn für die Schifffahrt brauchbar zu machen. Die zu verausgabende Summe wird

alsdann von der Schnelligkeit der Strömung abhängen (in Madras  $1\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{3}{4}$  Fuss in der Sekunde), ferner von der Menge der Kunstbauten (Schleusen, Uferbefestigungen), ferner von den für die Schifffahrt notwendigen Abmessungen und von anderen Umständen. Die wirklichen Kosten für die Herstellung der der Schifffahrt dienenden Anlagen bei den Bewässerungskanälen von Bengalen und beim Kanal von Sirhind im Punjab betragen ungefähr 1.000 Pfund Sterling für die laufende englische Meile. In den Vereinigten Provinzen betragen sie nur ungefähr 500 Pfund Sterling auf die laufende Meile. Die durch die Schifffahrt auf diesen Kanälen erzielten Nettoeinkünfte haben nur den geringen Bruchteil von 1 % des erwähnten Kapitals erreicht. So haben in Indien, die dem doppelten Zweck dienenden Kanäle in finanzieller Hinsicht nicht die erwarteten Ergebnisse gehabt, während die Bewässerungskanäle in Indien in ihrer Gesamtheit 7 % des Anlagekapitals einbringen.

Die Versicherung, dass die Berieselung sich schneller ausdehnt, wenn die Hauptkanäle schiffbar sind, findet in Indien nicht ihre Bestätigung, nur im Delta des Godavary finden wir ein hierfür sprechendes Beispiel. Andererseits hat man parallel zu dem Hauptkanal von Chenab in Punjab eine Eisenbahn gebaut, obgleich der von diesem Kanal im Betriebsjahr 1904/1905 erzielte Reinertrag sich auf 24 % des Anlagekapitals belief.

Zu gunsten der Schiffbarkeit der Bewässerungskanäle spricht noch der Umstand, dass der Wassertransport der verschiedenen Waren es ermöglicht, sie zu einem billigeren Preise zu verkaufen. Um dies zu erreichen, muss aber der Kanal die berieselten Gebiete mit den Handels- und Verbrauchsmittelpunkten verbinden.

Das Nildelta ist gegenwärtig noch mit einem Netz von Landstrassen und Kleinbahnen bedeckt, sodass die Kanäle keine grosse Rolle in der Beförderung der Waren spielen. Besonders wird die rohe Baumwolle zu Schiff bis zum Meere befördert, ebenso werden in Indien die Kanäle, die in Verbindung mit zum Meere gehenden Flüssen stehen, im grossen Massstabe für Transportzwecke benutzt, während im nördlichen Teil dieses Landes der Verkehr per laufende Meile des Kanals sehr schwach ist. Im allgemeinen hat in fünf Fällen auf neun wenigstens der Verkehr auf den Kanälen in Indien nicht die Erwartungen der Ingenieure erfüllt.

Der Einwurf, dass die Berieselungskanäle die Schifffahrt und die Flösserei auf diesen Kanälen stören und sogar zeitweise sie ganz unterbrechen, muss in jedem Sonderfalle besprochen werden. Im

nördlichen Teile Indiens in Punjab und den Vereinigten Provinzen haben sich die Eingeborenen nicht daran gewöhnt, Schiffe zu benutzen. Dagegen erfolgt auf dem Kanalsystem des Godavary und des Kistnah die Schifffahrt auf einer Länge von mehr als Tausend Meilen. In Aegypten sind infolge des Nilwehres bei Kairo von März bis Juli die beiden Arme von Damiette und Rosette vollständig wasserleer und infolgedessen ist die Schifffahrt aufgehoben. So kommt man denn zu der Schlussfolgerung, dass die Herstellung eines Kanals für gemischten Betrieb wünschenswert und empfehlenswert in gewissen Fällen sein kann, dass es aber in anderen das beste ist, keine vorgefasste Meinung über diesen Fall zu haben und jeden Fall besonders zu betrachten. Als Hauptgrundsatz kann man die folgenden Regeln gelten lassen :

1. Die schiffbaren Strecken des Kanals sollten solche Abmessungen haben, dass die für die Bewässerung allein schon nötigen Querschnitte ebenso gross oder grösser sind, als der Schiffsverkehr sie erfordert ;

2. Die schiffbare Strecke sollte bedeutende Marktplätze durch eine ziemlich direkte Linie miteinander verbinden, oder sie sollte eine Verbindung herstellen, zwischen schiffbaren Flüssen, die mit wichtigen Marktplätzen in Verbindung stehen ;

3. Das Land, welches der Kanal durchfliesst, sollte eben und gut bewirtschaftet sein.

#### **Bericht des Herrn Frederick Haynes Newell.**

In den Vereinigten Staaten war bis jetzt die Herstellung von Kanälen für verschiedene Zwecke tatsächlich unmöglich. Es sind Versuche gemacht worden, die hydraulische Kraft der Schifffahrtskanäle auszunutzen, wie des Eriekanal im Staate New-York. Der Bewässerungskanal bei der Salzseestadt Utah diente zur Beförderung von Bausteinen. In Lousiana hat man auf dem Kanal verschiedene Waren nach den bewohnten Gegenden mit Hilfe von Schiffen mit kleinen Abmessungen befördert.

Die praktischen Uebelstände von Kanälen mit gemischtem Betrieb sind derartig, dass eine Besprechung über diesen Gegenstand am besten erfolgt, indem man die Einwände, die gegen die Verwendung der bestehenden Kanäle für Schifffahrt oder andere Zwecke sprechen, einzeln betrachtet. Die Einwände betreffen die Vorteile des

bequemen Transports, die Lage der Kanäle, die Schwankungen des Zuflusses, die durch die Kunstbauten verursachten Hindernisse.

Unter dem Begriff « bequemer Transport » versteht man, dass bei der Schifffahrt die Schiffe im allgemeinen eine viel grössere Fassungskraft darstellen, als ein Eisenbahnwagen und dass der Aufenthalt eines Teils der Ladung die Vorwärtsbewegung des ganzen Schiffes verhindert. Ein Eisenbahnwagen kann leicht beladen oder entladen werden.

Lage der Kanäle : die örtliche Lage eines Kanales hängt von seiner Zweckbestimmung und bestimmten topographischen Verhältnissen ab. Um seinen Zweck zu erfüllen, muss z. B. ein Bewässerungskanal an der höchsten Stelle des Geländes liegen, um einen grösseren Geländeteil zu umfassen; für die Entwässerung muss der Kanal im Thalweg liegen. So ist die Linienführung einer Wasserstrasse anderen Bedingungen unterworfen wie die einer Eisenbahn.

Die Beförderung landwirtschaftlicher Erzeugnisse und Waren auf den Bewässerungskanälen kann am leichtesten im oberen Teil der Kanäle erfolgen, wo die Wassermenge am grössten ist; in diesen Gegenden ist indessen die Menge der Erzeugnisse im Allgemeinen mittelmässig.

Bis zu den Entwässerungskanälen müssen die Waren auf Wagen befördert werden, was die Transportkosten erhöht.

Ausserdem stösst die Benutzung von Entwässerungs- und Bewässerungskanälen als Verkehrswege auf viele Schwierigkeiten, weil die Wassermenge schwankt.

Endlich stören die Kunstbauten, Wehre, Wasserentnahmrichtungen, Abzugsrinnen, Düker oder Ueberfälle die Schifffahrt, für die diese letzteren in passender Form gebaut werden müssen. Schliesslich kann man die Tatsache feststellen, dass aus den oben angeführten Gründen und wegen örtlicher Hindernisse in den Vereinigten Staaten oder in den benachbarten Ländern eigentlich keine wichtigen Kanäle vorhanden sind, auf denen die Schifffahrt mit einer direkten Verwendung für Agrikulturzwecke, wie Be- und Entwässerung verbunden ist.

### **Bericht des Herrn P. Lévy-Salvador.**

Herr Lévy-Salvador beginnt in seinem Bericht über die Kanäle für gemischten Betrieb, die gleichzeitig der Schifffahrt und dem Ackerbau dienen können, mit einer Darlegung des gegenwärtigen

Zustandes in Frankreich, woraus sich ergibt, dass die Ackerbau treibenden Gegenden fast gar keine schiffbaren Wasserstrassen besitzen, und dass die Kanäle nur auf die gewerbetreibenden Gegenden des Nordens und Ostens verteilt sind, die kaum ein Viertel von Frankreich ausmachen. Die Erzeugnisse des Ackerbaues und die der Landwirtschaft nützlichen Rohstoffe erfordern keine schnelle Beförderung. Im Hinblick auf ihren geringen inneren Wert hat die Wasserstrasse keinen Wettbewerb der Eisenbahn zu fürchten. Unter diesen Umständen kann man annehmen, dass der Gesamtverkehr zu Wasser viel höher sein würde, wenn das Wasserstrassennetz entwickelter wäre, sich gleichmässig über Frankreich erstreckte und wenn man es bisher nicht unterlassen hätte, bei der Herstellung von Kanälen, die Bedürfnisse des Ackerbaues, der Hauptquelle des Reichtums des Landes, zu berücksichtigen. Durch Gesetz von 1903 ist die Regierung ermächtigt, einige Entwürfe auszuführen, und das Interesse des Landes erfordert, dass man sich bei den Vorarbeiten bemüht, die Bedürfnisse des Ackerbaus zu befriedigen, d. h. die Kanäle müssen die ackerbautreibenden Länderteile durchschneiden und dieselben Kanäle müssen, wenn möglich zur Berieselung verwendet werden können.

Die Berieselung ist in Frankreich für den Pflanzenwuchs selbst in den Gebieten notwendig, wo das Klima feucht ist. Im Norden und in der Mitte macht sich das Bedürfnis für diese Nachhilfe in regelmässigen Zwischenräumen fühlbar, jährlich für 4 bis 5 Monate. Im Süden und Südosten ist keine Kultur ohne Berieselung möglich.

Wenn man alle Verhältnisse untersucht, unter denen die Berieselung ausgeführt wird, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die grossen Bewässerungsunternehmen am häufigsten bisher nur mittelmässigen Erfolg gehabt haben und der Staat hat im öffentlichen Interesse grosse Opfer bringen müssen, um einige von ihnen vor dem Untergange zu bewahren.

Da zahlreiche Gegenden die Berieselung verlangen, so muss man versuchen, das Wasser ständig auszunutzen und es für andere Zwecke zu gebrauchen, indem man gemischte Kanäle baut. Ein Beispiel dieser Art wird durch den Kanal du Midi gegeben. Im Jahre 1879 nahm man den Vorschlag an, durch den Kanal du Midi während jedes Winters eine gewisse Wassermenge gehen zu lassen, um die Weinberge im Winter unter Wasser zu setzen, ein Verfahren, das sich zur Bekämpfung der Reblaus als wirksam erwiesen hatte. Die unter Wasser gesetzte Weinbergsfläche betrug 11 000 ha und das verbrauchte Wasser schwankte zwischen

12 bis 25 000 cbm per ha, was einer Wassermenge von 3 bis 6 1/2 l. in der Sekunde während der 45 tägigen Dauer des Verfahrens entspricht. Die für die Unterwassersetzung der Weinberge bestimmte Wassermenge des Kanals betrug 5 cbm in der Sekunde, während die Schifffahrt nur 1 cbm erfordert. Das Wasser für die Unterwassersetzung wurde in einen Seitenkanal geleitet. Ausserdem hat man verschiedene Massnahmen getroffen, um die Schifffahrt zu erleichtern.

Die hierfür notwendigen Arbeiten sind während der Zeit ausgeführt worden, wo die Kanalschifffahrt ruhte. Es gelang neun Kanäle zur Unterwassersetzung zu speisen.

Im Sommer ist die Wassermenge im Kanal du Midi so gering, dass es unmöglich ist, ihm Wasser zu Berieselungszwecken zu entnehmen.

Dieser Uebelstand kommt bei den meisten Schifffahrtskanälen mit Scheitelhaltung vor.

Die Schwierigkeiten, welche entstehen, wenn ein Schifffahrtskanal für Berieselungen verwendet wird, treten deutlich hervor, wenn man die Herstellung eines Seitenkanals im Rhônetal untersucht.

In dieser Gegend mit sommerlich trockenem und warmem Klima, wo die Berieselung für das Gedeihen der Pflanzen ein wesentlicher Faktor ist, plant man den Bau eines Rhônesseitenkanals von Lyon nach Arles, der sich auf der rechten Seite des Flusses hält bis unterhalb Viénne (Isère) und dann ständig auf der linken Seite bleibt. Der Kanal würde eine Länge von etwa 270 km mit einem Gesamtgefälle von 160 m haben, d. h. ein Durchschnittsgefälle von 0,70 m. per km. Man hatte es für unmöglich erklärt, das Wasser teilweise für Bewässerungen zu benutzen, wofern nicht Aenderungen vorgenommen würden, die eine Erhöhung der Ausgaben zur Folge haben würden. Es ist jedoch zu bemerken, dass das Berieselungswasser den Abnehmern nicht umsonst geliefert wird. Der Preis eines Liters Wassers, der während der Bewässerungsperiode geliefert wird, beträgt 50 Frcs bei dem grossen Bewässerungskanal, was bei 1 000 ha beispielsweise die 5<sup>o</sup>/<sub>100</sub>ige Verzinsung von 1 000 000 Frcs bedeutet. Andererseits scheint es möglich, eine gewisse Masse des Wassers des Seitenkanals zur Bewässerung des höher gelegenen Geländes zu benutzen. Die Wassermenge des erwähnten Kanals war auf 3 1/2 cbm per Sekunde festgestellt. Eine Wassermenge von 1/2 cbm per Sekunde würde durch die Schleusen gehen; der Rest, welcher sich in die Seitenkanäle

ergiesst, könnte zur Gewinnung von Triebkraft Verwendung finden. Bei einem Gesamtgefälle von 160 m und einer Trasse mit 32 Schleusen von 5 m Durchschnittsfallhöhe, würde die gewonnene Kraft per Schleuse 200 Pf betragen und genügen, um mehr als 150 l Wasser per Sekunde auf die Höhe von 40 m zu heben, wodurch die Berieselung von 150 ha sichergestellt wären. Mit der in den 32 Fällen enthaltenen Energie könnte man 4 800 ha Land berieseln. Aus diesen ungefähren Andeutungen scheint es im vorliegenden Falle möglich zu sein, aus dem Seitenkanal einen wirklich für gemischten Betrieb geeigneten Kanal zu machen.

Wenn bei den Kanälen mit Scheitelhaltung die Wasserzuführung des Kanals und vor allem die Scheitelhaltung durch die Sammelbecken oder durch die mechanische Hebung des Wassers von Haltung zu Haltung gesichert ist, so scheint es möglich, diese Kanäle für die Bewässerung der tiefergelegenen Ländereien zu benutzen. Es ist übrigens selbstverständlich, dass die Interessen des Ackerbaues erst nach denen der Schifffahrt kommen. Falls es möglich sein sollte, die letzteren zu befriedigen, ohne die ersteren zu schädigen, könnte man daran denken, einen Kanal für gemischten Betrieb herzustellen.

Es gibt in Frankreich einen Kanal, der in ausschliesslich ackerbaulichem Interesse hergestellt ist, das ist derjenige der Sauldre. Dieser Kanal, der eine Schifffahrtsstrasse von 47 km Länge bildet, ist gebaut worden zur Zeit der Sanierungsarbeiten der Sologne, die über 5 000 ha Gelände umfasst, um Mergel bis in die Mitte der Sologne zu befördern. Abgeschnitten von dem Netz der Schifffahrtsstrasse kann der Kanal von Sauldre keinen anderen Verkehr haben, als den der Mergelgruben. Er bewässert 166 ha Wiesen, die eine Wassermenge von etwa 2 000 000 cbm jährlich erfordern. Das Wasser kostet nur 10 Frcs per ha und Jahr.

Die in Frankreich vorhandenen Schifffahrtskanäle sind nur mit dem Ziele gebaut, die Interessen von Handel und Gewerbe zu fördern, während die landwirtschaftlichen Interessen ausser Acht bleiben.

Nach diesen Betrachtungen kommt Herr Paul Lévy-Salvador zu folgenden Schlussfolgerungen über die Kanäle mit gemischtem Betrieb :

1. In einem Ackerbau treibenden Land wie Frankreich ist es unumgänglich nötig, dass Schifffahrtskanäle mit dem Ziele gebaut werden, die Bedürfnisse der Landwirtschaft in demselben Masse wie die des Handels und der Industrie zu befriedigen. Man muss

dahin streben, die Kanäle für die Beförderung von Massengütern von den Orten der Erzeugung zu denen des Verbrauchs nutzbar zu machen, desgleichen zur Herbeischaffung von Düngemitteln und den zum Ackerbau nötigen Urstoffen. Das ist um so mehr erwünscht, als allein der Wasserweg ökonomisch genug ist, um den Transport von landwirtschaftlichen Erzeugnissen von meist geringem inneren Wert zu begünstigen;

2. Die Herstellung von allein der Bewässerung dienenden Kanälen ist vom ökonomischen Standpunkt aus wenig vorteilhaft; es ist erwünscht, das Wasser der Schifffahrtskanäle zur Bewässerung der benachbarten Ländereien zu verwerten, nicht allein der tiefer sondern auch der höher als der Wasserspiegel liegenden. Das letztere Ziel kann erreicht werden, wie mir scheint, indem man das Wasser mittels Zentrifugalpumpen hebt, die elektrisch getrieben und mit Turbinen und Dynamos verbunden sind. Die elektrische Kraft wird erzeugt, indem man das Gefälle der Schleusen oder der Wehre von Stauweihern ausnutzt. Da indessen die Einführung einer nur für Bewässerung bestimmten grossen Wassermenge in einen Schifffahrtskanal Uebelstände nach sich ziehen könnte, besonders infolge der daraus sich ergebenden Geschwindigkeitsvermehrung, so ist ersichtlich, dass die Bewässerung, die hier im Ganzen nur Nebenzweck ist, nur in einem Masse zugelassen werden darf, das mit den in erster Reihe stehenden Interessen der Schifffahrt vereinbar ist.

#### **Bericht der Herren E. Sanjust di Teulada, Em. Cucchini und Ot. Bifulco.**

Italien besitzt ein ziemlich grosses Netz gemischter Kanäle. Wir erwähnen die folgenden :

1. Den *Naviglio grande*, Bewässerungs- und Schifffahrtskanal gebaut im 12. Jahrhundert, 51 km lang mit einem Gesamtgefälle von 34 m und einer Wassermenge von 65 cbm am Anfang und mit 12 cbm am Ende seines Laufes. Dieser Kanal verteilt also 53 cbm per Sekunde zur Berieselung. Die Verluste durch Versickerung und Verdampfung betragen nicht mehr als etwa 1/10 der Gesamtwassermenge. Die Schnelligkeit der Strömung schwankt von 0,25 m bis 3,80 m mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 1 m in der Sekunde, sodass die Schifffahrt im allgemeinen nur stromabwärts erfolgt, während die Bergfahrt mit Schwierigkeiten von leeren Schiffe bewirkt wird. Der übrige Teil

des Kanals Turbigo ist kürzlich wieder hergestellt worden, um den Wasserfall zur Erzeugung von Triebkraft für die hydroelektrische Anlage zu benutzen.

2. Den Kanal von Pavia zur Schifffahrt und Bewässerung mit 11 Schleusen und einer Länge von 34 km bei einem Gesamtgefälle von 56,60 m. Seine Wassermenge schwankt zwischen 8 bis 10 cbm in der Sekunde und wird geliefert durch einen Teil der Wassermenge des Naviglio grande und die unregelmässige Wasserzufuhr des Flusses Olona, der in das kleine Hafenbecken von Mailand mündet. Das Kanalwasser wird zu Berieselungszwecken verwendet und der Kanal kommt am Tessin fast ohne Wasser an. Neben den Schleusen hat man Kanäle gebaut, die zur Erzeugung elektrischer Kraft dienen, daraus ergeben sich täglich Zwistigkeiten zwischen der Schifffahrt und den Verbrauchern der Triebkraft.

3. Die Fossa interna von Mailand, Bewässerungs- und Schifffahrtskanal mit 5 Schleusen. Dieser Kanal geht durch Mailand und hat eine Länge von 5 1/4 km und ein Gesamtgefälle von 7,90 m, bei einer Wassermenge von 3 1/2 cbm am Anfang und etwa 1 1/2 cbm bei seinem Eintritt in das Hafenbecken. Die Schifffahrt erfolgt fast ununterbrochen nur von Sonnenaufgang bis Mittag.

4. Den Kanal von Vizzola zur Erzeugung der hydroelektrischen Energie für die Schifffahrt mit zwei Gruppen von je zwei Schleusen. Diese Ableitung des Tessin war etwa im Jahre 1897 gebaut worden, ist 6,86 km lang und hat ein Gesamtgefälle von 28 m und eine Wassermenge von etwa 70 cbm, wovon 67 cbm für hydroelektrische Kraft verwendet werden. Eine Wassermenge von 3 cbm ist für den Schleusenbetrieb reserviert und die sehr geringe Schifffahrt ist keineswegs durch die in Vizzola eingerichtete Anlage behindert.

5. Den Naviglio von Volano in der Provinz Ferrara, ein Kanal zu Entwässerungs-, Bewässerungs- und Schifffahrtszwecken mit zwei Schleusen. Der Kanal hat eine Länge von etwa 200 km und ist gebaut worden, um 84 554 ha Land zu sanieren, das den Ueberschwemmungen des Po ausgesetzt war, als er die Dämme durchbrach oder auch den Ueberschwemmungen infolge von innerem Wasser, das keinen Abfluss hatte. Der Kanal ist in drei Haltungen geteilt, durch die Schleuse von Valpaliago und durch die neue Schleuse von Tieni; jede hat einen Fall von 2 m.

Die Abflussmenge erreicht 40 bis 60 cbm am Düker unterhalb des Panaro und von 70 bis 100 cbm in Codigoro. Während der Niedrigwasserperiode und im Interesse der Schifffahrt nimmt der Volano eine Ableitung aus dem Po auf und er kann dann mit einer

geringsten Wassermenge von 4 cbm par Sekunde aufrecht erhalten werden, was für die Bedürfnisse der Schifffahrt genügt. Der Volano stellt einen gelungenen Typus eines gemischten Kanals zur Entwässerung eines grossen zu sanierenden Gebietes und zu Schifffahrtzwecken dar.

6. Den Kanal von Bientina in der Provinz Toskana. Er dient zur Sanierung des Tals gleichen Namens. Seine Länge vom See bis zum tyrrhenischen Meer erreicht 43 km, wovon 28 km schiffbar sind, bei einer Wassermenge von 6 cbm. Im Sommer ist die Schifffahrt indessen schwierig, weil die Wassertiefe beträchtlich abnimmt.

Nach diesen höchst charakteristischen Beispielen für gemischte Kanäle kommt man zu nachstehenden Schlussfolgerungen :

a) Die gemischten Kanäle sind im allgemeinen geeignet, wenn die Interessen der Nutzniesser nicht denen der Schifffahrt widersprechen ;

b) Sie sind um so geeigneter, wenn ihre Wassermenge zunimmt ;

c) Es ist immer von Wichtigkeit, dass die für landwirtschaftliche Zwecke gebauten Kanäle so eingerichtet werden, dass sie mehr oder weniger grosse Schiffe tragen können ;

d) Im allgemeinen ist es nicht zweckmässig, dass die grossen Schifffahrtskanäle mit starkem Verkehr gleichzeitig dem Ackerbau und der Industrie dienen.

### **Bericht des Herrn Toukholka.**

Der Bericht gibt einige Aufschlüsse über die schiffbaren Bewässerungskanäle in den Ländern, wo dieser Kanaltypus entwickelt ist, besonders in Italien, in Indien und in Aegypten. Der Zahl der gemischten Kanäle in Italien, von denen in der vorher erwähnten Arbeit gesprochen worden ist, Naviglio grande, Kanal von Pavia und Fossa interna fügt er hinzu :

1. Den Kanal von Ivrea in Piemont von 72 km Länge, bei einer Durchflussmenge von 17 cbm und einem ausserordentlich grossem Gefälle von 0,80 bis 1 m per km. Dieser Kanal stellt eine Schifffahrtsstrasse ohne Schleuse für die Beförderung von Salz auf Schiffen von kleinen Abmessungen dar ;

2. Den Kanal Martesana zwischen dem Fluss Adda östlich von Mailand, dem Naviglio grande und der Fossa interna. Er ist dies

eine Schifffahrtsstrasse mit 5 Schleusen von 40 km Länge, einem Gefälle von 0,36 bis 0,58 m per km. Das Gefälle der Schleusen schwankt von 0,75 bis 1,82 m;

3. Den Kanal Bereguardo westlich von Mailand. Er empfängt sein Wasser aus einem Abzweig des Naviglio grande in Abbiategrasso und endet in der Stadt Bereguardo. Die Länge dieses Kanals beträgt mehr als 17 km. An seinem Laufe liegen 11 Schleusen und die Schifffahrt ist infolge der geringen Wassermenge unbedeutend.

Im nördlichen Indien, in den Vereinigten Provinzen ist einer der wichtigsten für Zwecke der Bewässerung und der Schifffahrt dienenden Kanäle der Kanal des oberen Ganges, einer Ableitung auf dem rechten Ufer. Nachdem er 289 km durchflossen hat, besitzt er eine Durchflussmenge von etwa 190 cbm. Er teilt sein Wasser in zwei Zweige, von denen der eine in den Ganges geht, bei Cawnpoor, während der andere sich nach der Djumna richtet. Die Länge des ersteren beträgt 272,5 km, die des zweiten 289,5 km. Die Durchflussmenge jedes Abzweiges beträgt 45 km an der Stelle der Gabelung und im unteren Teil geht sie nicht über 5 cbm für jeden Zweig hinaus. Das Gefälle des Kanals, das am Anfang seines Laufes etwas grösser ist, wird vom 33. km seiner Länge an 0,23 m per km. Auf der ganzen Ausdehnung wird das Gefälle des Kanals durch Fäle von einer mittleren Höhe von 1 m vermindert; an diesen Stellen hat man Seitenkanäle mit Schleusen gegraben. Diese Anordnung hat viele Uebelstände für die Schifffahrt mit sich gebracht, weil die den Kanal durchfahrenden Schiffe gezwungen sind, ihre Richtung zu ändern, um in den Seitenkanal zu kommen. Es kommt vor, dass die starke Strömung vor den Fällen das Schiff in den Hauptkanal zieht nach dem Fall hin. Die Gesamtlänge dieser Schifffahrtskanäle beträgt 840 km und die Geschwindigkeit schwankt von 4-8 Fuss an den Fällen per Sekunde.

Der Kanal des oberen Ganges hat viele Uebelstände für die Schifffahrt gehabt, und technische Fehler, die zum Teil beseitigt sind.

Im Nildelta spielen die meisten Bewässerungskanäle eine grosse Rolle für Schifffahrtskanäle, weil die Verhältnisse hierfür ausnehmend günstig liegen. Das Gefälle der Kanäle beträgt 0,04 m per km. Ihre Linienführung ist so, dass sie die Hauptstadt des Landes und die übrigen Städte und Dörfer einerseits mit dem Meere und andererseits miteinander verbinden :

1. Im Osten des Deltas liegt der Kanal Ismailieh, der zunächst bestimmt war, längst des Suezseekanals Süsswasser zu liefern. Er

beginnt bei Kairo und nach 136 km Lauf mündet er in den See Timsah. Von da geht ein Verteilungskanal von 89 km Länge nach der Stadt Suez. Die Breite des Kanals beträgt 8 bis 13 m, seine Tiefe bei geringem Wasserstande 1 m und bei Hochwasser 2,50 m; die Durchflussmenge per Sekunde im Sommer 30 cbm. Im Ganzen hat man auf dem Kanal 10 Schleusen gebaut, von denen 2 am See Timsah liegen, um ein Gefälle von 4,30 m zu vermeiden;

2. Der Kanal Menoufieh, bestimmt zur Bewässerung der Ländereien zwischen den beiden Armen des Nils, hat eine Gesamtlänge von 23 km und eine Breite von 55 m bei einem Gefälle von etwa 0,065 m per km und seine Durchflussmenge schwankt je nach den Jahreszeiten von 120 bis 420 cbm. Von dem Arm von Damiette des Kanals von Menoufieh beim 23 km zweigt sich der Kanal Bahr Chibin, 173 km lang ab. Er fließt in das Meer. Seine Durchflussmenge schwankt von 63-280 cbm. Die Wassertiefe in den genannten Kanälen geht von 3 bis 6,50 m;

3. Der Kanal Teufikieh bei einer Länge von 110 km, schiffbar zwischen dem Nil und der Stadt Mansourah, hat zwei Schleusen am Anfang und Ende seines Laufes. Seine Tiefe ist diejenige des erwähnten Kanals und seine Durchflussmenge bis 200 cbm;

4. Westlich von dem Arm von Rossette liegt der Kanal Mahmoudieh, dessen erste Bestimmung war, die Stadt Alexandria mit Süßwasser zu versorgen. Seine Länge beträgt nur 78 km und das Gesamtgefälle 0,34 m. Während der Niedrig-Wasserzeit empfing dieser Kanal sein Wasser nur aus dem Kanal Katatbeh, dessen Abzweigung 170 km aufwärts lag oder beim 70. km unterhalb des Nilwehres.

Nach Beschreibung der erwähnten Kanäle, die sowohl der Schifffahrt wie der Bewässerung dienen können, erklärt der Ingenieur Toukolka in seinem Bericht, dass der Bau der gemischten Kanäle eine sehr wichtige Frage ist, die die Aufmerksamkeit und Prüfung der Techniker verdient.

Man ist darüber einig, dass bei Herstellung eines nur der Schifffahrt dienenden Kanals man gewisse Bedingungen fordern muss, die bei dem Bau eines Bewässerungskanals entbehrlich sind. Die Bewässerung erfordert im Allgemeinen, dass der Kanal so hoch wie möglich geführt wird, während eine künstliche Wasserstrasse sich immer im Tale oder auf den weniger hoch gelegenen Stellen hält; infolgedessen besteht kein Zusammenfall hinsichtlich der Richtung der für verschiedene Zwecke bestimmten Kanäle. Die Wassermenge eines Zuführungskanals richtet sich streng nach der

Oberfläche der zu berieselnden Felder. Während die Wassermenge eines Schifffahrtskanals durch ein Minimum beschränkt ist, das der im Kanal gewünschten Wassertiefe und den Abmessungen der ihn befahrenden Schiffe entspricht. In Indien war die Zusatzmenge, welche nötig war, um einen Berieselungskanal schiffbar zu machen, beim Gangeskanal etwa 12 cbm und beim Kanal von Son 19 cbm.

Die Berieselungskanäle werden ausgeführt mit der durch die Bodenbeschaffenheit bedingten Wassergeschwindigkeit, die Schifffahrtskanäle erfordern dagegen eine geringere Geschwindigkeit.

Wenn man einen gemischten Kanal entwirft, so ist es sehr schwer, die Geschwindigkeitsgrenze für das Wasser im Kanal festzusetzen, weil sie in enger Beziehung zur Breite und zur Tiefe des Kanals steht. So darf man nicht vergessen, dass die Berieselung die ganze Wassermenge, die der Kanal heranführt, verbraucht, während eine Schifffahrtsstrasse mehr oder weniger beträchtliche Verluste durch die Schleusen und durch die Mündung in das Meer und in den Fluss erleidet, nicht zu gedenken der Verluste durch Versickerung und Verdampfung, die für beide Kanalsysteme in Frage kommen. Die Geschwindigkeitsgrenze, bei der die Verschlammung eines Kanals und das Wachsen von Wasserpflanzen verhindert wird, beträgt in Nordindien 1 1/2 Fuss per Sekunde, in Amerika 2 bis 3 1/2 Fuss.

In Spanien hat man festgestellt, dass eine Geschwindigkeit von 2 bis 2 1/2 Fuss verhindert, dass die Kanäle sich mit Wasserpflanzen füllen. So hat man in Indien auf dem Kanal des Sind gefunden, dass bei einer Geschwindigkeit von mehr als 2 Fuss in der Sekunde der ganze Schlamm auf die Felder geführt wird. Der Sand bleibt jedoch in dem Kanal und muss jedes Jahr durch eine Spülung des Kanals entfernt werden.

Andererseits ist zu bemerken, dass die für die Geschwindigkeit der Strömung zulässigen Grenzen auf einer Schifffahrtsstrasse von anderen Umständen abhängen, wie z. B. von der Richtung, in der die Schifffahrt erfolgt oder anders ausgedrückt, ob sie stromauf oder stromab vor sich geht. Alle diese Verhältnisse zeigen, dass die Herstellung eines Kanals für gemischten Betrieb Schwierigkeiten bietet und erklären, wie es vorkommt, dass man eine Schifffahrtsstrasse parallel zu einem Bewässerungskanal baut.

### Betrachtungen des Generalberichterstatters.

Ueber die Frage, die uns beschäftigt, ist zu bemerken, dass die gemischten Kanäle auch in anderen Ländern vorhanden sind. Wir haben besonders die Niederlande im Auge, wo eine Anzahl Kanäle die Rolle einer Schifffahrtsstrasse oder eines Abflusskanals spielen, die das Wasser zum Meere führen. Man trifft solche Ausführungen auch in den niedrig gelegenen Gegenden Deutschlands. In Russland hat man während der letzten 30 Jahre im Zentrum, in Riazan Tver und Moskau sowie in der unter den Namen Podlesien bekannten Provinz zahlreiche Kanäle hergestellt, um Sümpfe zu entwässern und zu Wiesen umzubilden und um die Wälder zu verbessern. In Podlesien dient ein Teil der Kanäle, etwa 1 500 km, im Frühling während der Zeit des Hochwassers dazu, Holz und andere Walderzeugnisse zu flössen. Obgleich diese Beförderungsart nur 1 oder 2 Monate ausgeübt wird, ist sie nichtsdestoweniger von grosser Wichtigkeit, weil sie die Abführung von Erzeugnissen erleichtert, die die Hauptquelle des Reichtums dieser Provinz bedeuten.

Betrachtet man die fünf dem XI. Kongress vorgelegten Berichte und berücksichtigt die letzten Bemerkungen so ist festzustellen, dass die Ent- und Bewässerungskanäle sich wohl der Schifffahrt anpassen, besonders in den niedriggelegenen Gegenden, die mit den schiffbaren Flüssen oder dem Meere in Verbindung stehen. Die Kanäle von Godavary und Kistnah in Indien, diejenigen in Aegypten im Nildelta sowie der Kanal Volano im Delta des Po bieten uns die besten Beispiele für die Lösung der Frage der gemischten Kanäle. Ebenso erfüllen die Seitenkanäle wie der Kanal Chrenabh in Nordindien oder der Naviglio Grande in Italien vollkommen ihren Zweck. Auch haben wir gesehen, dass selbst bei Kanälen mit Scheitelhaltung (Kanal du Midi in Frankreich) die winterlichen Berieselungen der Weinberge sich leicht ausführen lassen.

Bei all diesen Beispielen ist eine grosse Wassermenge, wie es scheint, und ein geringes Gefälle des Laufes die Bedingung, die über die Möglichkeit und die Entwicklung der Schifffahrt entscheidet.

Für die Länder mit dichter Bevölkerung, in denen es dringend notwendig ist, Schifffahrtsstrassen herzustellen, um die Beförderung geringwertiger Massenartikel zu erleichtern, sind die Ausgaben zur

Schiffbarmachung der der Landwirtschaft dienenden Kanäle vollkommen gerechtfertigt.

In Frankreich sind der Kanal von Sauldre, der der Mergelbeförderung dient, in Russland die Kanäle in Podlesien und im Gouvernement Riazan zur Flössung der forstlichen Erzeugnisse, endlich der Kanal Vizzola in Piemont, der kürzlich für den Salztransport gebaut ist, Beispiele dieser Art.

Aus all diesen Beispielen ergibt sich, dass man bei Prüfung eines zur landwirtschaftlichen Melioration bestimmten Kanals die Möglichkeit im Auge haben muss, diesen letzteren in eine Schifffahrtsstrasse umzuwandeln.

Andererseits zeigen uns die in den oben erwähnten Berichten dargelegten Betrachtungen, dass die Verwirklichung eines Entwurfes für einen gemischten Kanal auf technische Schwierigkeiten stösst. Besonders kommt in Frage die Notwendigkeit, Fäll-, Wasserablässe, Schleusen, Düker und andere Kunstbauten herzustellen. Nach allem, was eben gesagt worden ist, schlagen wir dem XI. Schifffahrtskongress die folgende Resolution vor :

1. Die Herstellung eines Kanals für gemischten Betrieb, d. h. einer Wasserstrasse, die sowohl den Bedürfnissen der Schifffahrt, wie denen der Ackerwirtschaft genügen kann, ist eine Sonderfrage und muss in jedem Falle besonders gelöst werden.

2. In den ackerbautreibenden Ländern und besonders in ihren ebengelegenen Gebieten, die in guter Kultur stehen und dicht bevölkert sind, dienen die Be- und Entwässerungskanäle mit Vorteil der Beförderung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, der Düngemittel und anderer Waren von geringem inneren Wert ;

3. Die Geschwindigkeit der Strömung in einem gemischten Kanal muss möglichst klein sein. Nach den vorhandenen Beispielen zu schliessen, ist ein Kanal, bei dem die Wassergeschwindigkeit nicht mehr als 0,60-0,75 m per Sekunde beträgt, wohl als Schifffahrtsstrasse brauchbar.

N. F. RYTEL,  
Wegebauingenieur.

---





