

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

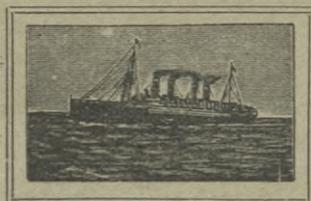
XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschiffahrt
4. Frage

KANÄLE FÜR GEMISCHTEN BETRIEB
DIE
gleichzeitig der Schifffahrt und der Landwirtschaft
DIENEN KÖNNEN

BERICHT
VON
R. B. BUCKLEY, C. S. I.
UND
Hanbury BROWN, K. C. M. G.

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL
BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)
169, rue de Flandre, 169



II-354426

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317130

390-3-118/2019

DIE VORZÜGE UND NACHTEILE VON KANÄLEN

DIE

sowohl zur Bewässerung als auch zur Schifffahrt dienen.

Aegypten und Indien sind die beiden Länder, die am meisten auf die Bewässerung für Ackerbauzwecke angewiesen sind. Sie haben auch in weit grösserem Masse als andere Länder die Hauptbewässerungskanäle schiffbar gemacht. In Frankreich und Spanien ist eine beträchtliche Fläche durch Kanäle bewässerbar, aber wenige der Kanäle, die in diesen Ländern die Bewässerung bewirken, sind schiffbar : der kaiserliche Kanal von Arragonien (1) in Spanien, der 1528 begonnen wurde, gehört zu den schiffbaren Kanälen. In Italien giebt es viele Beispiele von Bewässerungskanälen, die schiffbar gemacht worden sind (2) und man nimmt an, dass die italienischen Ingenieure mit Recht behaupten (3) in den ersten Jahren des 15. Jahrhunderts die Schifffahrtsschleuse erfunden zu haben. Der Naviglio Grande, der Bereguardo, der Naviglio Martesana und der Kanal von Pavia bei Mailand sind Beispiele von italienischen Bewässerungskanäle die schiffbar sind. Der letzte ist 1359 als Bewässerungskanal gebaut worden, er wurde infolge eines Dekrets Napoleon I. von 20. Juni 1805 schiffbar gemacht (4). Der Cavourkanal, der der neueste und wichtigste der grösseren italienischen Bewässerungskanälen ist, ist nicht schiffbar. In den westlichen Staaten von Amerika und in Kanada sind die Kanäle, die das Wasser zu einer beständig wachsenden Fläche führen, klein und nicht schiffbar. In allen diesen Ländern giebt es auch Kanäle die schiffbar sind; diese sind aber nur für die Schifffahrt und nicht für Bewässerung bestimmt.

(1) *Rivers and Canals*, von VERNON-HARCOURT, S. 25, 227.

(2) *Irrigation in Southern Europe*, von SCOTT MONCRIEFF.

(3) *Italian Irrigation*, von BAIRD SMITH, S. 259.

(4) *Italian Irrigation*, von BAIRD SMITH, S. 235.

In Indien sind auf der anderen Seite ein Viertel aller Kanäle dazu bestimmt, sowohl der Schifffahrt als auch der Bewässerung zu dienen. Hier giebt es etwa 19 000 km Bewässerungskanäle, von denen 4 500 km schiffbar sind. Ausserdem giebt es noch etwa 48 000 km Verteilungskanäle.

Fast alle diese Kanäle sind durch die britische Regierung in der letzten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts gebaut worden und der Umstand, dass ein so grosser Teil derselben schiffbar ist, ist dem Einflusse von Sir Arthur Cotton R. E. zu verdanken, dem bedeutenden Ingenieur, der so vieles für die Bewässerung in Indien getan hat. Er war jedoch der Meinung, dass es wirtschaftlich wäre alle Bewässerungskanäle schiffbar zu machen; er nahm im Jahre 1854 (1) für den grossen Gangeskanal an, dass der Gewinn verdoppelt werde, wenn man den Kanal schiffbar mache. Die Zeit hat gelehrt, dass diese Annahme vollständig falsch war. Der Kanal wirft eine schöne Rente ab aus der Bewässerung, die Einnahme aus der Schifffahrt hingegen ist unbedeutend und der Verkehr ist schwach.

Das Nildelta in Aegypten bietet Beispiele von Bewässerungskanälen, die schiffbar gemacht worden sind. In Aegypten giebt es eigentliche Schifffahrtskanäle, das heisst Kanäle die nur dem Bedürfnisse der Schifffahrt genügen, überhaupt nicht. In Aegypten ist die Bewässerung ein so vitales und allgemeines Bedürfnis, dass, wenn ein Kanal für die Schifffahrt gebaut würde, er sicherlich zu Bewässerungszwecken ausgenützt würde; es würde nicht lange dauern bis die Ansprüche der Bewässerung diejenige der Schifffahrt überträfen. Es giebt sogar ein Beispiel, wo dies wirklich eingetroffen ist. Der Mahmudijekanal wurde gebaut um einen Schifffahrtsweg zu haben zwischen dem Hafen von Alexandria und dem bei Rosette mündenden Arm des Nils, er ist aber zuletzt ebensogut ein Bewässerungskanal als ein Schifffahrtskanal geworden.

Die Hauptschifffahrtskanäle des Nildeltas sind direkte Verbindungen der Stadt Kairo mit Alexandria, Rosette, Damiette und Ismailije, wo sie entweder mit dem Mittelländischen Meer oder mit dem Suezkanal verbunden sind.

Diese direkten Linien bestehen teilweise aus Flusstrecken und

(1) *Public Works in India*, von Lt. Col. A. COTTON, 1854.

teilweise aus künstlichen Kanälen. Ausserdem giebt es einige schiffbare Zweigkanäle, die mit diesen direkten Verbindungen kommunizieren und ferner im Norden des Deltas noch getrennte Kanäle, welche die Staatsbahnen mit dem Hafen von Alexandria verbinden.

Die Hauptkanäle haben folgende Längen :

Kairo-Hafen Alexandria	Flussstrecken : 68 km
	Kanalstrecken : 200 »
	<hr/> Zusammen : 268 km <hr/>
Kairo-Mittelmeer, unterhalb Rosette. .	Flussstrecken : 120 km
	Kanalstrecken : 120 »
	<hr/> Zusammen : 240 km <hr/>
Kairo-Mittelmeer, unterhalb Damiette .	Flussstrecken : 120 km
	Kanalstrecken : 112 »
	<hr/> Zusammen : 132 km <hr/>
Kairo-Suezkanal bei Ismailije	Kanalstrecke : 144 km

Im Ganzen giebt es in Unter-Aegypten 1 184 km Bewässerungskanäle die schiffbar sind.

Will man die Frage beantworten, nach den Vorzügen und Nachteilen die daraus erwachsen, dass man die Kanäle für die Schifffahrt sowohl als für die Bewässerung nutzbar macht, so wird es praktisch sein, zuerst die Punkte zusammen zu stellen, die gegen eine Verschmelzung der beiden Gattungen sprechen. Diese sind :

I. Die Bewässerung verlangt eine Wasserbewegung in den Kanälen; die Schifffahrt zieht in den meisten Fällen stilles Wasser vor.

II. In vielen Fällen verlangt das Interesse der Bewässerung des Wechselbetriebes oder des Umschaltungsbetriebes, eine Methode, die viele Unzuträglichkeiten für die Schifffahrt mit sich bringt.

III. Die Ausgleichung des Kanalwassers ist weit schwieriger wenn beiden Bedürfnissen Rechnung zu tragen ist, anstelle von einem der beiden allein.

IV. In einigen Fällen verlangt die Bewässerung ein zeitweiliges Schliessen der Schleusen, was natürlich für die Schifffahrt ein Nachteil ist.

V. Die Bewässerung verlangt oft, dass der Wasserspiegel im Kanal sich ändert; der Schifffahrt ist am besten mit einem konstanten Wasserspiegel gedient.

VI. Wenn das verfügbare Wasser knapp ist, so ist es oft, vom Standpunkt der Bewässerung aus, wirtschaftlich, gewisse Teile des Bewässerungskanales abzusperren, ein Verfahren, das natürlich direkt gegen die Interessen der Schifffahrt ist.

VII. Der Wasserverlust durch Verdunstung und Versickerung ist bei dem Doppelsystem bedeutend grösser als bei Kanälen die nur der Bewässerung dienen.

In Bezug auf den ersten Punkt ist es klar, dass unter gewöhnlichen Umständen stilles Wasser die günstigsten Bedingungen für die Schifffahrt bietet weil alsdann die Schiffe in beiden Richtungen verkehren können, ohne den Widerstand der Strömung überwinden zu müssen. Wenn natürlich der Güterverkehr zum grössten Teile in einer Richtung geht, und diese Richtung dieselbe ist wie die Strömungsrichtung des Wassers, dann ist die Strömung für die Schifffahrt von Vorteil, denn die beladenen Schiffe gehen alsdann mit dem Strome und die leeren Schiffe gegen den Strom.

Dies ist aber eine Arbeitsbedingung, die selten zutrifft. In einigen indischen Kanälen ist die Wasserströmung so stark, dass sie die Schifffahrt direkt hindert und dass sie die volle Ausnutzung der Kanäle beeinträchtigt. Diese Kanäle sind meistens so angeordnet, dass sie die grösstmögliche Wassermenge führen um die Schlammablagerungen zu vermindern und zu solchen Zeiten haben sie eine Wassergeschwindigkeit von etwa 0,90 m in der Sekunde. Gegen eine solch starke Strömung haben die Kanaldampfer und die Boote der Eingeborenen einen schweren Stand. Die oberste Strecke eines Kanales und insbesondere eines Bewässerungskanales muss grosse Wassermengen führen, um die unteren Strecken zu versorgen und es ist aus ökonomischen Gründen wünschenswert die Geschwindigkeit zu vergrössern um dadurch die Abmessungen des Kanales zu verringern.

Wenn also die Bewässerung der einzige Zweck eines Kanales ist, so sollte die Geschwindigkeit so gross sein als es nur das Gefälle des Geländes erlaubt, vorausgesetzt natürlich, dass sie nicht so gross wird, dass die Wände und die Sohle des Kanales durch Erosion angegriffen werden. Die Geschwindigkeit wird sich also mit der Natur des Geländes durch welches der Kanal geht ändern. Je grösser die Geschwindigkeit, desto kleiner

wird der Kanal sein um eine bestimmte Wassermenge zu führen und desto geringer auch die Neigung Schlick abzulagern. Aber eine Geschwindigkeit, die unter Berücksichtigung dieser Faktoren gewählt ist, wäre unerträglich hoch für Schiffe, die zu Berg fahren sollen. In Aegypten haben einige Kanäle, besonders während der Hochwasserperiode, so grosse Geschwindigkeiten, dass sie den Verkehr zu Berg ernstlich gefährden würden, wenn nicht der Nordwind, als stets bereiter Freund, den Schiffern zu Hilfe käme und die Kanäle im Allgemeinen die Süd-Nord-Richtung verfolgten.

Wenn nicht die natürlichen Verhältnisse, wie in Aegypten, den Widerstand der starken Strömung ausgleichen, so muss die Geschwindigkeit im Kanal verringert werden, wenn dieser zu Schiffahrtzwecken nutzbar gemacht werden soll.

Dies natürlich bedingt wieder einen grösseren Kanalquerschnitt, um die Wassermengen zu führen, die von der Landwirtschaft benötigt werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen sollte die Geschwindigkeit in einem Schiffahrtskanal nicht grösser sein als 0,45 bis 0,60 m in der Sekunde.

Mit Rücksicht auf den zweiten Punkt, der der Schiffahrt hinderlich ist, muss die Art und Weise, wie die Bewässerung im Wechselbetrieb vor sich geht, beschrieben werden. In solchen Ländern in denen der Regenfall so ungenügend ist, dass das Wachstum der Pflanzen hauptsächlich von der Bewässerung abhängt, ist der Bedarf an Wasser meistens grösser als die verfügbare Menge. In solchen Fällen muss den Pflanzern ein bestimmtes System der abwechselnden Wasserversorgung zugemutet werden, um das Wasser gerecht und wirtschaftlich zu verteilen. Der Bewässerungsplan ist alsdann oft äusserst kompliziert und die geringste Störung in seinem glatten Verlaufe kann Verwirrung in die gesamte Bewässerung zu einer kritischen Zeit bringen und hierdurch Verluste in der Ernte hervorrufen. Wenn der Bewässerungskanal ein bekannter Schiffahrtskanal ist, so kann es vorkommen, dass Schiffe mit wichtigen Waren den Kanal passieren, in einer Zeit, da die grösste Schwierigkeit besteht in der Verteilung des Wassers zu Bewässerungszwecken. Daraus können schlimme Folgen, oder grosse Entschädigungsansprüche entstehen infolge unvorhergesehener Aufenthalte im Kanale. Wenn die Schiffe infolge mangelnder Wassertiefe, die eine Folge des Wechselbetriebes in der Bewässerung ist, auf den Grund geraten so kommt der diensttuende Aufsichtsbeamte in eine heikle Lage. Denn er soll entscheiden, ob er seine Bewässerung einstellen soll, und

die Folgen für die Kulturen herauf beschwören will, um genügend Wasser für die Schifffahrt zu haben, oder ob er seinen Bewässerungsplan aufrecht erhalten und all die Unzuträglichkeiten verursachen will die dadurch entstehen, dass die Schiffe liegen bleiben müssen, bis eine grössere Wassertiefe, ohne Schaden für den Landbau eingerichtet werden kann. Aber selbst dort, wo der Umschaltungsbetrieb nicht angewendet wird, macht das Doppelsystem zu manchen Zeiten die Ausgleichung (III) des Kanalwassers sehr schwierig. Als Beispiel möge der Beruegardokanal in Italien dienen, der beide Zwecke in sich vereinigt und die Schwierigkeiten aufweist, welche das Doppelsystem in sich birgt. Herr P. J. Flynn (1) und Herr Col. Baird-Smith (2) berichten beide, dass nur mit Schwierigkeit und durch strengste Massregeln es möglich ist, den Bedarf für die Schifffahrt im Sommer zu sichern wegen des dringenden Bedürfnisses an Wasser für Berieselungszwecke. Die Bauern entnehmen dem Kanale das Wasser in so grossen Mengen für ihre Zwecke, dass die Schifffahrt behindert oder gar gänzlich unterbrochen wird; es ist mitunter nötig die Bewässerungsgräben abzusperren um den Schiffen die Weiterfahrt zu ermöglichen. Die gleiche Schwierigkeit besteht auf indischen Kanälen; nur ist es hier gewöhnlich nur die untere Strecke wo der Mangel an Wasser sich fühlbar macht. Diese Erscheinung ist aber gewöhnlich nicht eine Folge der Bewässerung in der betreffenden Strecke, als vielmehr dem Wasserentzug in den höheren Strecken zuzuschreiben; in letzter Linie ist sie eine Folge der mangelhaften Wasserzufuhr, die nicht genügt um den Wasserverlust beim Schleusen, durch Verdunstung und Versickerung zu decken.

Hierher gehört der Ellorekanal (3), der eine direkte Verbindung zwischen der Kistna und dem Godavari herstellt. Auf diesem Kanale führt die Notwendigkeit genügend Wasser für die schwer beladenen Schiffe zu haben, zu gewissen Zeiten dazu, einen Ueberschuss an Wasser in den Kanal zu leiten, das durch Ueberläufe wieder abläuft, wohingegen zu anderen Zeiten wieder nicht genügend Wasser vorhanden ist um die Bedürfnisse der Bewässerung zu befriedigen und die vom Kanal aus versorgten Verteilungsgräben genügend zu speisen. Es ist eine Tatsache, dass die gewünschte Ausdehnung der Bewässerung auch auf die unteren Strecken unter-

(1) *Irrigation Canals and other Irrigation Works*, von P.-J. FLYNN, S. 244.

(2) *Italian Irrigation*, von R. BAIRD-SMITH. B. I., S. 233.

(3) *The Engineering Works of the Codaveri Delta*, von C.-E. WALCH, S. 146.

blieben ist, weil dies sicherlich die Schwierigkeit hinsichtlich der Aufrechthaltung der Schifffahrt vermehren würde.

Hinsichtlich des IV. Punktes, Hindernisse die gegen die Intresse der Schifffahrt entstehen durch zeitweises Schliessen des Kanales, so entstehen diese Unbequemlichkeiten auf folgende Weise. In solchen Fällen, wo sich im Bewässerungskanal fortgesetzt Schlamm abgelagert, muss der Kanal entweder fortgesetzt oder von Zeit zu Zeit gereinigt werden, um den für die Fortführung der nötigen Wassermenge genügenden Querschnitt zu wahren. Dies kann entweder durch Bagger geschehen, die die Wasserzufuhr nicht unterbrechen, oder dadurch, dass man die Kanäle schliesst und den Schlamm durch Handarbeit entfernt. Wenn Bagger verwendet werden auf einem Bewässerungskanal der auch schiffbar ist, dann müssen die Bagger meistens ihre Arbeit einstellen wenn Schiffe vorbeifahren wollen und die Schiffe und Bagger hindern sich gegenseitig. Wird der Schlamm durch Handarbeit entfernt, indem der Kanal geschlossen und entleert wird, so wird die Zeit einer derartigen Schliessung bei Bewässerungskanälen sich nach dem Bedürfnisse der Landwirtschaft richten und die Schifffahrt kann auf diese Weise ihren Wasserweg verlieren zu einer Zeit, da sie ihn am notwendigsten hat. In Aegypten wird diese Handreinigung der Bewässerungskanäle in den Wintermonaten vorgenommen wenn kein Bedürfnis an Wasser für die Berieselung vorliegt; dann aber giebt es in den Landbezirken von Alexandrien viel Baumwolle, deren Transport wesentlich erleichtert und verbilligt würde, wenn die Schifffahrtskanäle in Betrieb gehalten würden. In Indien ist nunmehr das Schliessen der Bewässerungskanäle zum Zwecke der Schlammbeseitigung in grossem Umfang dadurch beseitigt, dass man ein System von grossen Auslässen angebracht hat, die grosse Strömungen erzeugen. Dadurch wird wohl die Schlammablagerung verhindert, es ist aber hiermit der Schifffahrt wenig Dienst erwiesen, weil die erzeugte Strömung grösser ist, als dies den Schiffen zusagt.

Wenn unter V gesagt worden ist, dass die Schifffahrt am liebsten einen konstanten Wasserstand hat und die Bewässerung einen veränderlichen vorzieht, so muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewässerung in den meisten Fällen einen beständig schwankenden Bedarf an Wasser hat. Ein heftiger Regen wird häufig den Bedarf nach Wasser überhaupt beseitigen. In solchen Zeiten kann es, und besonders dann wenn der Wasservorrat gering ist, wirtschaftlich sein die Wasserzufuhr und damit die Wassertiefe zu verringern. Dies kann die Schifffahrt behindern oder, wenn die

Schiffahrt aufrecht erhalten werden muss wird, Wasser verbraucht, das im anderen Falle aufgespeichert werden könnte.

Der Wunsch einen Teil eines Bewässerungskanales abschliessen zu können (VI) entspringt aus der Tatsache, dass sowohl in Indien als auch in Aegypten bei einigen Kanälen die Wasserzufuhr im Sommer sehr beschränkt ist. Im Sommer verlangt das Zuckerrohr und die Baumwollstaude, die beide sehr wertvoll sind, Bewässerung und es kann durch das Wasser ein äusserst günstiges Erträgnis erzielt werden. Zu solchen Zeiten ist es am wirtschaftlichsten die zur Verfügung stehende Wassermenge so viel als möglich zu konzentrieren, denn hierdurch kann eine weit grössere Fläche berieselt werden. Denn wird der ganze Kanal offen gehalten, so wird das verfügbare Wasser auf eine grössere Landstrecke verteilt, und der Wasserverlust, der verschiedene Ursachen haben kann, wird vergrössert und dadurch die Fläche die den Segen der Berieselung voll geniessen kann, verringert. Wenn es die Schiffahrt verlangt, dass derartige Kanäle in ihrer ganzen Länge offen gehalten werden, so wird es sehr schwer die Bewässerung zu konzentrieren und demzufolge entsteht ein Wasserverlust durch Leckstellen und andere Ursachen.

Wenig Menschen würdigen die Wichtigkeit des Wasserverlustes, der durch Verdunstung und Versickerung entsteht. Eines der hauptsächlichsten Hindernisse, die der Schiffbarmachung der Bewässerungskanäle entgegentreten, ist dass hierdurch der Wasserverlust aus diesen beiden Ursachen bedeutend grösser wird. Bei allen Bewässerungskanälen ist dieser Verlust ein sehr grosser. Man hat geschätzt, dass in den oberen Provinzen von Indien vom Kubikmeter Wasser, der in der Sekunde in ein grosses Bewässerungsnetz eingelassen wird, 150 Liter in der Sekunde im Hauptkanal verloren gehen, 70 Liter in den Verteilungskanälen und 220 Liter in den Wassergräben der Dörfer; so dass von den 1 000 Litern die eingelassen wurden nur 560 Liter den Plantagen zu Gute kommen. Wird ein Bewässerungskanal nur für die Bedürfnisse der Berieselung berechnet, so kann sein Querschnitt der an der betreffenden Stelle durchfliessenden Wassermenge angepasst werden; soll der Kanal jedoch schiffbar gemacht werden, so müssen seine Abmessungen, aus Gründen, die vorn angeführt worden sind, meistens bedeutend vergrössert werden. Die nächste Folge davon ist, dass eine grössere Fläche der Verdunstung ausgesetzt ist und dass sehr oft auch der benetzte Umfang des Kanales vergrössert wird, wodurch auf einer grösseren Fläche Wasser in den Untergrund abgegeben

wird. Die Grösse dieser Versickerung schwankt für die einzelnen Kanäle ausserordentlich. In Nord-Indien rechnet man in der Regel die Versickerung zu nahezu 245 Liter pro Sekunde auf 100 000 qm benetzter Kanallfläche. Das ist eine hohe Zahl; aber gewöhnlich werden doch 60 bis 150 l. p. s. auf 100 000 qm benetzter Fläche verloren. Die Vergrösserung des Wasserverlustes durch Verdunstung und Versickerung, die dadurch eintritt, dass der Kanal sowohl der Bewässerung als der Schifffahrt dienen soll, kann in der heissen Zeit eine sehr beträchtliche sein und es kann hierdurch eine bedeutende Verringerung der Einnahme aus der Bewässerung herbeigeführt werden.

Aber trotz der vielen Einwendungen, die gegen eine Vereinigung der beiden Bedürfnisse in einem einzigen Kanale sprechen, gleichen doch die Vorteile mitunter die Nachteile mehr als aus. Es ist deshalb ratsam, wenn die Frage auftritt, ob ein bestimmter Bewässerungskanal für Schifffahrtzwecke ausgebildet werden soll oder nicht, in jedem einzelnen Falle nach den gegebenen Verhältnissen zu entscheiden.

Die Kanäle eines Bewässerungssystemes können in zwei Klassen geteilt werden : in Zuführungskanäle und Verteilungskanäle. Unter Zuführungskanälen versteht man die Hauptkanäle und einige der wichtigsten Zweigkanäle, die Verteilungskanäle sind die Rieselkanäle, seien sie nun Zweigkanäle des Hauptkanales oder Verteilungskanäle im engeren Sinne. Die Zuführungskanäle haben konstant Durchfluss und werden nie, bei einem Bewässerungsnetz, das auf gesunden Grundsätzen aufgebaut ist, nie direkt zur Berieselung benutzt. Die Verteilungskanäle hingegen sind nur zeitweise mit Wasser gefüllt, es wechselt grosse Wasserführung mit geringer, und alles Wasser, das zur Bewässerung gebraucht wird, wird ihnen unmittelbar entnommen. Es können also nur die Zuleitungskanäle schiffbar gemacht werden, weil in ihnen plötzliche und häufige Aenderungen im Wasserspiegel nicht vorkommen, wie dies in den Verteilungskanälen der Fall ist. Wenn ein Zuleitungskanal eine direkte Linie verfolgt die schiffbare Strecken eines Flusses oder mehrere Flüsse mit wichtigen Handelsplätzen in Verbindung bringt, so kann er mit Vorteil schiffbar gemacht werden, wenn dadurch ein direkter Wasserweg gewonnen wird. Es ist jedoch selten, dass die Trasse, welche für die Bewässerung die richtigste ist, mit dem direkten Wege zusammenfällt, der den Erzeugungsort mit dem Handelsplatze verbindet, wo die

Erzeugnisse abgesetzt werden sollen. Im Nildelta sowohl als beim Kistna- und Godavarikanal in Indien sind es dieselben gewichtigen Gründe, die dafür sprachen, die Bewässerungskanäle schiffbar zu machen. Während vieler Monate des Jahres führen die Kanäle alles oder nahezu alles Flusswasser und schneiden so dem Flusse alles Oberwasser ab der sie dann wieder von der See her mit Wasser versorgt. Sie durchziehen ebene Delta, die der Kultur in höchstem Masse erschlossen sind, wo das Gelände kein starkes Gefälle hat, das zu überwinden wäre und die ausserdem schlecht mit Strassen versehen sind.

Zu der Zeit als die britische Regierung die Bewässerung von Indien ernstlich in die Hand nahm, empfahlen fast alle indischen Ingenieure das Kanalnetz, das in erster Linie der Bewässerung dienen sollte, schiffbar zu machen. Als vor etwa 20 Jahren die Hauptkanäle der Bewässerung fertiggestellt wurden und infolge dessen alles Flusswasser am oberen Ende des Deltas in die Kanäle eingeleitet wurde, wurde die Schifffahrt in den beiden Nilarmen lahm gelegt. Folglich ergab sich für die Bewässerungsingenieure, die dies fertig gebracht hatten, die Notwendigkeit, einen Ersatz für den Fluss zu schaffen, indem sie in ihren Bewässerungskanälen Wasserwege für die Schifffahrt herrichteten. In diesem Falle war also ein ganz bestimmter Grund vorhanden, die Bewässerungskanäle im Nildelta schiffbar zu machen.

Die hauptsächlichsten Gründe, die für das kombinierte System sprechen, sind :

I. Wenn die grossen Kosten für den Bau eines Bewässerungskanales aufgewendet werden, so wäre es eine falsche Politik die verhältnismässig kleine Mehraufwendung zu verweigern, die erforderlich ist um den Kanal auch für den Schiffsverkehr nutzbar zu machen.

II. Die Ausdehnung der Rieselwirtschaft erfolgt viel schneller, wenn die Hauptkanäle schiffbar sind.

III. Wenn auch die Einnahme, die aus der Bewässerung erzielt wird, keine Kapitalisierung der Mehrausgaben gewährt, so ist doch diese unrentable Ausgabe gerechtfertigt, wenn der Kanal wesentlich dazu beiträgt, den Transport der aus der Bewässerung erzielten Produkte zu erleichtern.

IV. Die Kanäle entziehen den Flüssen das Wasser und beeinträchtigen auf diese Weise den Verkehr auf denselben; um dies zu kompensieren, sollten die Kanäle schiffbar gemacht werden.

V. Wenn die natürlichen Wasserstrassen eines Landes schiffbar sind, so ist im höchsten Masse wünschenswert, dass es auch die Bewässerungskanäle sind, damit sie die verschiedenen Flüsse miteinander verbinden und auf diese Weise den Verkehr fördern.

Zu I. Die Mehrausgaben, um einen Kanal schiffbar zu machen, der in erster Linie für die Bewässerung bestimmt ist, sind nicht leicht zu ermitteln: der Unterschied besteht nicht allein in den Kosten für die Kanalschleusen, die eingebaut werden müssen um das Gefälle zu überwinden. Es giebt noch verschiedene andere Dinge, welche die Kosten vermehren. Zunächst wird es notwendig, wenn auf die Schifffahrt Rücksicht genommen werden soll, die Geschwindigkeit des Wassers kleiner zu wählen, als diese anderseits erlaubt wäre. Eine Geschwindigkeit, die grösser ist als 0,60 m in der Sekunde würde den Schiffsverkehr empfindlich schädigen; die Verringerung der Geschwindigkeit bedingt aber ein grösseres Kanalprofil und eine grössere Anzahl von Staustufen.

In Madras wird sogar eine Geschwindigkeit von 0,46 m bis 0,54 m als die grösste angesehen, die in einem Kanal der für Schifffahrtszwecke dienen soll, zulässig ist. Die Verminderung der Geschwindigkeit wird aber nicht allein eine einmalige Mehrausgabe beim Bau bedingen, sondern es werden sich die jährlichen Unterhaltungskosten vermehren, wenn die Geschwindigkeit so gering ist, dass im Kanal grössere Schlammablagerungen entstehen. Da es ferner oft wünschenswert ist bei Niedrigwasser das Wasser in gewissen Strecken des Kanals aufzustauen, so müssen am Ende dieser Strecken die Ufer und Maueranlagen erhöht werden. Und drittens kann ein Kanal der schiffbar sein soll, sein Querprofil nicht entsprechend der verminderten Wassermenge verringern; infolge dessen muss der Kanal oft in seinen unteren Strecken viel breiter gemacht werden, als dies nötig wäre, wenn er nur der Bewässerung diene. Da viertens, im Interesse der Abkürzung des Aufenthaltes der Schiffe in den Schleusen, die Anzahl der Schleusen möglichst gering sein soll, müssen die einzelnen Staustrecken in einem Schifffahrtskanal so gross wie möglich gemacht werden; daraus folgt, dass die Erdarbeiten sowohl oberhalb als auch unterhalb der Schleuse viel umfangreichen werden, als dies der Fall wäre, wenn der Kanal nur der Bewässerung nutzbar gemacht würde. Fünftens müssen alle Brücken erhöht und folglich auch die Zufahrtsrampen verlängert werden. Sechstens geht beim Durchschleusen eine gewisse Wassermenge verloren, die für die Bewässerung verloren ist, wenn der Kanal schliesslich in einen

Fluss einmündet : dieser Nachteil hat eine grosse Bedeutung zur heissen Jahreszeit, wenn das Wasser knapp ist und für das Wachstum der Pflanzen von grossem Vorteil wäre.

In den Abrechnungen der Bewässerungsanlagen in Indien sind die Kosten aufgeführt für die Anlagen, die die Schifffahrt erforderlich gemacht haben; die Zahlen enthalten aber nur die Kosten für die Schleusen und das übrige Mauerwerk, das durch die Einrichtung für die Schifffahrt erforderlich geworden ist : Auf die oben geschilderten Mehrausgaben ist jedoch nicht Rücksicht genommen. Die wirklichen Kosten der Schifffahrtswerke im Bewässerungskanal von Bengalen und im Sirhindkanal im Pandschab war ungefähr 12 750 Mark auf das Kilometer; in den Vereinigten Provinzen betragen sie nur etwa die Hälfte. Aber man kann, wenn man alle Verhältnisse in Rechnung zieht, den Unterschied zwischen den Kosten eines reinen Bewässerungskanales und eines Kanales, der auch für die Schifffahrt eingerichtet wird, für Indien auf 12 750 bis 25 500 Mark pro km annehmen. Die Gesamtsumme die in den Abrechnungen erscheint, um etwa 4 500 km Bewässerungskanäle schiffbar zu machen ist nur 24 107 400 Mark. Aus den oben angeführten Gründen dürften die Kosten, um die Bewässerungskanäle in Indien schiffbar zu machen, etwa 50 Millionen Mark betragen haben. Die reinen Einnahmen die auf diesen Kanälen aus der Schifffahrt erzielt werden, waren im Jahre 1903-1904, nach Abzug der Unkosten an den Schleusen usw, nur rund 177 700 Mark oder noch nicht einmal ein Prozent der obigen Gesamtsumme. Vom finanziellen Standpunkte aus betrachtet war also die Schiffbarmachung der Bewässerungskanäle in Indien kein Erfolg.

Andere indische Kanäle, die von vorn herein nur als Schifffahrtskanäle gebaut worden sind, haben in dieser Hinsicht bessere Ergebnisse. Diese Tatsache deutet auf einen der wichtigsten Gründe hin, warum die indischen Kanäle, welche den beiden Bedürfnissen dienen, vom wirtschaftlichen Standpunkte aus, hinsichtlich der Schifffahrt keine Rente abwerfen. Es ist dieser. Die Linien welche lediglich für die Schifffahrt gebaut worden sind, folgen mehr oder weniger den Spuren des lokalen Handels; die Kanäle, die in erster Linie für die Bewässerung errichtet wurden, verfolgen Trassen die mehr für den Ackerbau als für den Handel geeignet sind. Aus diesem Grunde liegen sie also selten vorteilhaft für die Schifffahrt. Es ist behauptet worden, dass die meisten schiffbaren Kanäle in Indien an einem Flusse anfangen, der nicht schiffbar ist, dass sie alle grösseren Städte links liegen lassen und

dass sie in einem Reisfeld enden. Wie viele solcher generalisierender Aussprüche enthält auch dieser nur teilweise die Wahrheit; aber diese Wahrheit ist eine grosse. Die Bewässerungskanäle in Indien, die schiffbar gemacht worden sind, bringen oft der Bevölkerung, an deren Wohnplätzen sie vorbeiführen grosse Vorteile und wenn man bedenkt, dass das Kanalsystem, wenn man den Betrieb als ganzes betrachtet, 7. v. H. der Gesamtanlagekosten abwirft, dann sollte man keine Einwendungen machen, weil eine Funktion die sie erfüllen für sich allein dem Staate keine Rente abwirft. Dieser Gesichtspunkt wird es oft wünschenswert erscheinen lassen, einen Kanal schiffbar zu machen, dessen Hauptzweck von Hause aus eigentlich nur die Bewässerung ist.

Zu II. Was nun den zweiten Punkt angeht, dass die Bewässerung sich rascher entfaltet, wenn die Hauptkanäle schiffbar sind, so muss gesagt werden, dass die Erfahrungen in Indien diese Ansicht nicht grade in grossem Umfange bestätigt haben.

Man nimmt zwar an, dass im Delta von Madras, wo alle Kommunikationswege, zur Zeit als die Kanäle gebaut wurden, in etwas vernachlässigtem Zustande waren, und wo die Einwohner gewohnt waren die Wasserstrassen zu benutzen, die Schiffbarkeit der Kanäle ein ausgezeichnetes Mittel war die Benutzung des Wassers zu fördern. Dies war insbesondere auf dem Godavarykanal der Fall (1).

Der ehemalige Oberingenieur von Madras, Herr T. C. WALCH, schreibt: « Darüber kann nicht der geringste Zweifel bestehen, dass das Vorhandensein eines billigen Frachtweges nicht allein in dem Bezirke selbst und in dessen Nachbarbezirke und der ausgezeichnete Seehafen in weitem Masse dazu beigetragen haben zu der raschen Entwicklung der Bewässerung und zu der raschen Prosperität des Bezirkes.

Auf diese Weise sind die Kosten des Werkes und insbesondere die Kosten, welche die Schifffahrt verursacht hat, über und über zurückgezahlt worden, ganz abgesehen von den Rückzahlungen der Bezirke aus den Einnahmen für Schifffahrtspässen, Zoll usw ».

Dies war jedoch nicht überall der Fall. Der Kurnvol-Cuddapah-Kanal in Madras war durch alle Hauptlinien schiffbar gemacht worden; er ist aber weder vom Standpunkte der Bewässerung noch vom Standpunkte der Schifffahrt erfolgreich gewesen, aus Gründen die hauptsächlich vom Untergrunde abhängen. Auf der anderen Seite sind der Godavari- und der Kistna-Kanal Beispiele bei denen

(1) *The Engineering Works of the Godaveri Delta*, von G. T. WALCH, S. 144.

Seite sind der Godavari- und der Kistna-Kanal Beispiele bei denen der Vorteil der Schiffahrt scharf in die Augen springt. Die indischen Ingenieure haben sich in den letzten Jahren der Schiffbarmachung der Bewässerungskanäle im allgemeinen widersetzt; die meisten neueren grossen Kanäle sind nicht allein nicht schiffbar gemacht worden, sondern es wurde fast gleichzeitig mit dem Bau des Kanales auch zum Bau einer Eisenbahn geschritten, die in das Zentrum des bewässerten Bezirkes, parallel zu den Hauptlinien der Bewässerungskanäle führt. Zu diesen Kanälen gehört der Chenabkanal im Pandschab. Er ist der grösste Kanal in Indien: er führt mehr als 283 cbm in der Sekunde, er beherrscht einen Landstrich von mehr als 200 km Breite und bewässert 80 000 bis 100 000 ha. Die Gegend war unbevölkert und ohne Wege ehe der Kanal gebaut war; heute besteht dort eine grosse Ausfuhr an Weizen. Obschon alle diese Umstände der Schiffahrt sehr günstig waren, waren die Ingenieure doch der Ansicht, dass die Mehrausgabe nicht gerechtfertigt werden könne. Der Chenabkanal brachte 1904-1905 (1) eine Rente von 24 1/2 v. H. der gesamten Anlagekosten.

Zu III. Das dritte Argument, das für die Schiffbarmachung der Bewässerungskanäle angeführt wird, stützt sich auf die Behauptung, dass die Bevölkerung ohne Wasserweg ihre Produkte nicht billig transportieren könne. Es unterliegt keinem Zweifel, dass dies in manchen Bewässerungsbezirken der Fall ist. In einigen Fällen liegen die Kanäle zufällig in der Linie, die die Landeserzeugnisse zu verfolgen haben, d. h. sie führen zu dem nächsten Handelsplatz oder der nächsten Eisenbahnstation. Aber in vielen Fällen liegen die Verhältnisse ganz anders. Die Kanäle sind natürlich mit Rücksicht auf ihre Notwendigkeit als Bewässerungsobjekte gelegt und in den meisten Fällen führen sie nicht zu den Plätzen, die für den Umsatz der Produkte die geeignetsten sind. Da die Güter nicht immer direkt an den Schiffahrtsweg angrenzen, ist der Bebauer derselben gezwungen, wenn er seine Waare zu Schiff weiter schaffen will, diese erst durch Wagen oder auf andere Weise an den Schiffahrtskanal zubringen, am anderen Ende der Schiffahrtstrecke muss er vielleicht ebenfalls einen Wagen nehmen um seine Waare auf den Markt, zur Eisenbahnstation oder in einen Speicher zu fahren, wo er dieselbe absetzen will. Wenn nicht grade der Weg von seinem Gute bis zum endgültigen Bestimmungsort sehr weit ist, so mag es der Pflanzer für richtiger halten, und er hält es oft tatsächlich für richtiger, seine Erzeugnisse direkt per Wagen von seinem Gute

(1) *Review of Irrigation Works in India*, SIMLA, 1. Oct. 1906.

nach dem Orte deren Bestimmung zu fahren. Er vermeidet auf diese Weise das Einladen in das Schiff und das Ausladen aus demselben und oft stellt es sich für ihn billiger seinen eigenen Wagen zu benutzen als ein Boot zu mieten.

In Aegypten giebt es ausserhalb der grossen Städte sehr wenig Wagenverkehr, obschon in den letzten 20 Jahren die sogenannten « Feldwege » mit den Hauptstädten und Dörfern des Deltas in Verbindung gebracht worden sind. Das Kamel und der Esel besorgen hier praktisch allen Transport der Landesprodukte von den Feldern nach der Eisenbahn oder dem Kanal, der sie nach dem Bestimmungsorte weiterführt. In den letzten Jahren sind leichte Eisenbahnen zu diesen Transportmitteln hinzugefügt worden und infolge dessen ist natürlich die Bedeutung der Kanäle als Zubringer zu den Staatsbahnen geringer geworden. Aber doch giebt es hier einige schiffbare Kanäle, welche einen bedeutenden Verkehr aufweisen und viel dazu beitragen, den Transport von sperrigen Massengütern zu verbilligen. Besonders die Baumwolle ist, ehe sie egreniert ist, also in dem Zustande, wie sie von den Feldern kommt, ausserordentlich sperrig.

Meistens wird sie, ehe sie der Eisenbahn übergeben wird, egreniert, das heisst, es wird der Samen von der Wolle getrennt. Die so gereinigte Baumwolle wird alsdann unter Anwendung bedeutender Kraft in Ballen zusammengepresst und verliert viel von ihrer Sperrigkeit. Diese Form passt dann schon besser für den Eisenbahntransport. Wenn aber die Baumwolle noch nicht entkörnt ist, und noch nicht zusammengepresst, dann ist der Transport zu Schiff vorteilhafter als der Transport mit der Eisenbahn einerseits oder durch Kamel und Esel anderseits. An den meisten Stationen, wo die Wasserwege mit den Staatsbahnen kommunizieren sind Entkörnungsfabriken vorhanden, denen die Schiffe die lose Baumwolle in Säcken zuführen und von wo aus die fest zusammengepressten Ballen weiter versandt werden. Manche der schiffbaren Kanäle verbinden Baumwollpflanzungen, die weder Wege noch Eisenbahnen besitzen, mit Entkörnungsfabriken und einer Eisenbahn. Wenn dies der Fall ist, so wird die Einrichtung der Kanäle für Schifffahrtzwecke ohne Zweifel diese Schattenseite verringern, die hemmend auf die Ausdehnung und ergiebige Bewirtschaftung der Anpflanzungen einwirken würde und es wird hierdurch ein billiges Transportmittel geschaffen, wo praktisch überhaupt keines vorhanden ist.

Die vorstehenden Einzelheiten hinsichtlich des Binnentransportes der Baumwolle im Nildelta sollen ein Beispiel geben, wie Erwägungen örtlicher Natur die Frage der Schiffbarmachung beeinträchtigen; sie sollen zeigen, dass jeder Fall nach seinen eigenen gegebenen Verhältnissen beurteilt werden muss und dass nur hiervon die Antwort auf die Frage, ob ein Bewässerungskanal schiffbar gemacht werden soll oder nicht, abhängt.

Die folgende Zusammenstellung zeigt (1) den Verkehr auf einigen indischen Kanälen, die ursprünglich für die Bewässerung gebaut wurden, die aber auch schiffbar sind.

KANÄLE	Länge der schiffbaren Strecke in km	Ungefährer Wert der Schiffladung in Millionen Mark	Ladegewicht der Schiffe während eines Jahres in t.	Ladegewicht der Schiffe pro km der schiffbaren Strecke in t.	BEMERKUNGEN
BENGALEN :					
Orissa Kanäle	330	10,200	312 165	748	Mittel aus drei Jahren. April 1902 bis März 1905.
Sone Kanäle	350	1,836	43 950	125	
Midnapore Kanäle . .	116	7,140	295 618	256	
VEREINIGTE PROVINZEN :					
Ganges-Kanäle	343	1,917	70 063	106	Für das Jahr 1904-1905.
Unterer Ganges Kanal.	320				
Agra Kanal.	201	0,008	1 515	7	
PANDSCHAB :					
West-Jumma-Kanäle .	391	2,611	58 418	150	Für das Jahr 1904-1905.
Sirhind-Kanal. . . .	304	0,469	9 214	30	
MADRAS :					
Godavari Kanäle . . .	794	37,740	698 951	884	Mittel aus drei Jahren. April 1902 bis März 1905.
Kistna-Kanal	494	15,300	487 562	990	
Kurnool-Cuddapah Kanal . .	306	0,224	3 752	123	

(1) Auszug aus den *Triennial Revenue Reports* der verschiedenen Provinzen.

Die Sone-, Ganges-, Agra-, West Jumma- und Sirhind-Kanäle liegen im Innern von Nord-Indien; sie alle haben nur einen geringen Verkehr pro Kilometer Kanallänge.

Die Orissa-, Midnapore-, Godavari- und Kistna-Kanäle, die einen viel grösseren Verkehr pro Kilometer haben, liegen an der Ostküste von Indien und stehen in direkter Verbindung mit Flüssen, die in das Meer führen und in der Wirkungszone der Flut liegen. In diesen Gebieten ist die Bevölkerung mehr mit der Schifffahrt vertraut als in Nord-Indien und diese Tatsache allein genügt schon um eine Erklärung zu finden, warum die Kanäle hier mehr Verkehr haben als dort. Die Gegenden, die auf diese Kanäle angewiesen sind, waren, ehe die Kanäle gebaut wurden, mit einer einzigen Ausnahme, weit entfernt von der Eisenbahn. Man nahm an, dass diese Tatsache den Nutzen aus diesen Kanälen vergrössern würde, und dies ist bei manchen auch der Fall gewesen. Aber in fünf Fällen von neun hat der Verkehr doch nie die Höhe erreicht, die von den projektierenden Ingenieuren vorausgeschätzt worden war.

Zu IV. Viertens ist gesagt worden, dass die Bewässerungskanäle die Schiffbarkeit der Flüsse beeinträchtigen; im allgemeinen ist dies bis zu einer gewissen Grenze der Fall, aber es ist doch selten, dass der Schaden sehr gross ist. Der grosse Wasserentzug der durch die Pandschabkanäle an den fünf Hauptflüssen dieser Provinz bewirkt wird, senkt den Wasserspiegel der speisenden Flüsse und selbst des Indus, aber dies macht sich doch nur während der trockenen Jahreszeit unangenehm fühlbar; während des grössten Teiles des Jahres jedoch wird der Entzug gar nicht empfunden. Auch sind die Wehre, welche in die Flüsse gebaut worden sind, um das Flusswasser in die Kanäle zu zwingen, sid in Indien sehr selten mit Schleusen versehen; sie bilden eine vollständige Barre die die Durchfahrt der Schiffe auf den Flüssen hindert.

Alle diese Einwendungen gegen den Wasserentzug aus Flüssen haben ihre Berechtigung; es ist aber sehr selten, dass durch das Schiffbarmachen der Kanäle der Nachteil beseitigt wird, der durch den Wasserentzug für die Schifffahrt auf den Flüssen hervorgerufen wird. Diese Kanäle folgen in vielen Fällen einer anderen Trasse. Es giebt ohne Zweifel Fälle wo dieser Punkt besonders ins Gewicht fällt, z. B. bei den Kistnakanälen in Madras; hier entziehen die Bewässerungskanäle den Flüssen zu bestimmten Zeiten alles oder nahezu alles Wasser und trennen die oberen Strecken des Flusses von dem Meere. Die schiffbaren Kanäle verzweigen sich vom Hauptwerke bei Bezwada nach dem Meere zu und sie durchziehen

ein flaches und gut bewirtschaftetes Delta, das schlecht mit Wegen versehen ist und dessen Bevölkerung an den Verkehr auf Wasserstrassen gewöhnt ist. Auch das Godavaridelta ist in gleicher Weise und aus denselben Gründen ausgestaltet. Das Godavari- und das Kistnasystem sind durch einen schiffbaren Kanal miteinander verbunden und sie sind auch mit dem Buckingham Kanale verbunden, so dass hier ein ausgedehntes Kanalnetz mit einer Länge von mehr als 1 600 km mit einander verbunden ist und zur Schifffahrt benutzt werden kann. Unter diesen Umständen ist die Schiffbarkeit ein Vorteil.

Dieses System der schiffbaren Kanäle wird von den Einwohnern sehr geschätzt, wenn es auch direkt keine Quelle einer grossen Einnahme ist. In Nordindien jedoch, d. h. in den Vereinigten Provinzen und im Pandschab macht die Bevölkerung wenig oder gar keinen Gebrauch von der Schiffbarkeit der Kanäle. Denn der Bauer muss für seine Landwirtschaft Vieh halten und wenn dasselbe nicht zum Pflügen gebraucht wird, kann es dazu benutzt werden die Erzeugnisse fortzuschaffen. Und ausserdem sind die Einwohner nicht an den Gebrauch von Schiffen gewöhnt und sie wollen sich nicht die Ausgabe machen die notwendig wird, wenn sie sich ein solches anschaffen sollen. Deshalb ist das Geld, das in Oberindien darauf verwendet worden ist, um die Kanäle schiffbar zu machen, nutzlos aufgewendet worden.

Der Wasserentzug aus dem Flusse für die Bewässerungen des Nildeltas hat die Schiffbarkeit der beiden Arme, in welche sich der Nil an der Spitze des Deltas, etwa 24 km unterhalb Kairo teilt, nicht unwesentlich geschädigt. An der Gabelung ist ein grosses Flusswasserwerk errichtet worden, das unter dem Namen Barrage bekannt ist. Es besteht aus Stauwerken, welche jeden der beiden Nilarme an seinem Anfange regulieren. Die Deltakanäle fangen im Stausee oberhalb der Barrage an. Diese Werke sind so ausgiebig gebaut, und der Wasserbedarf ist so gross, dass vom März bis Juli die ganze Flusswassermenge, durch Schliessen der Schützen, in die Kanäle gezwungen wird und zwar geschieht das Abschliessen der Barrage so eingehend, dass kaum ein Tropfen Wasser seinen Weg in die beiden Flussarme findet, die unter dem Namen des Armes von Rosette und Damiette bekannt sind. Vom März bis Juli sind also die Flussarme unterhalb der Barrage alles andere als schiffbare Wasserstrassen. In Aegypten steht eben die Bewässerung in erster Linie. Aber auch in Aegypten ist die

Schiffahrt von solch grossem Interesse, dass man sie nicht der Bewässerung opfern konnte.

Aus diesem Grunde sind die Kanäle, die den Fluss oberhalb der Barrage mit den unteren Strecken, die wieder schiffbar sind, verbinden, als Ersatz für die aufgegebene Flussstrecke schiffbar gemacht worden; hierdurch sind direkte Verbindungen geschaffen worden zwischen Kairo und dem Meere bei Alexandrien, Rosette und Damiette und auch mit Port-Saïd und dem Suez-Kanal mittels des Ismailije- und Maritime-Kanales. Die Längen dieser direkten Verbindungen sind bereits vorn gegeben worden.

Zu V. Hinsichtlich des fünften Punktes, dass es wünschenswert sei, alle Bewässerungskanäle welche schiffbare Flüsse verbinden, schiffbar zu machen, kann gesagt werden, dass dies fast immer der Fall ist. Solche Strecken können wohl stets als nützlich empfunden werden. Diese Ansicht wird auch durch die in Deutschland gewonnenen Erfahrungen (1) unterstützt, wo die meisten Kanäle, die übrigens lediglich für die Schiffahrt und nicht für Bewässerung gebaut worden sind, als Verbindung zwischen zwei Flüssen gebaut wurden. So verbinden der Rhein-Marnekanal und der Rhein-Rhônekanal den Rhein bei Strassburg mit zwei grossen französischen Flussbecken; der Ludwigskanal verbindet den Main mit der Donau; der Finowkanal verbindet die Oder mit der Havel, und noch andere Beispiele könnten angeführt werden. Auch in Frankreich giebt es ähnliche Fälle, z. B. der Kanal von St. Quentin, der die obere Schelte mit der Oise verbindet und der Bourgoignekanal der die Yonne mit der Saône verbindet.

Es ist nur dann ratsam, einen Bewässerungskanal schiffbar zu machen, wenn die Bedingungen dafür günstig sind, sowohl hinsichtlich der Wassermenge, Wassertiefe und Anzahl der Schleusen, als auch hinsichtlich der Lage des Marktes zu der Erzeugungsstelle und dem Kanale. Folgende Grundsätze mögen als allgemeine Regeln gelten :

I. Die schiffbaren Strecken des Kanales sollten solche Abmessungen haben, dass für die Bewässerung allein schon ein ebenso grosser oder noch grösserer Querschnitt erforderlich wird, als dies die Schiffahrt verlangt.

(1) « Paper » von Herrn VERNON-HARCOURT im *Journal of the Society of Arts*, 20 Jan. 1899, S. 158 und 160.

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

III. Das Land durch welches der Kanal zieht, sollte eben sein und gut bewirtschaftet.

In Aegypten giebt es einen Kanal, der für die Schifffahrt eingerichtet worden ist, aber ohne befriedigenden Erfolg, weil die Bedingungen ungünstig waren. Der Süßwasserkanal für Suez empfängt sein Wasser vom Kanal von Ismailije und führt es zu Wasserversorgungszwecken nach Suez; er durchzieht die Wüste. Die Wassermenge, die von der Stadt Suez verlangt wird, ist unbedeutend und könnte von einem Kanal mit ganz geringen Abmessungen geleitet werden. Aber man hielt es für praktisch hier einen Kanal zu bauen der gross genug für Schifffahrtzwecke sei und versah ihn mit Schleusen. Der Kanal von Ismailije, von dem dieser Kanal abzweigt, steht bei Ismailije mit dem Maritime-Kanal in Verbindung und stellt so eine Verbindung dar von Kairo nach dem Suezkanal. Deshalb war wenig Verkehr zu erwarten zwischen Ismailije und Suez auf dem Süßwasserkanal. Der Verkehr war denn auch tatsächlich so gering, dass dem ganzen Kanale nicht genügend Aufmerksamkeit gewidmet worden ist und weil er für seinen Durchfluss viel zu gros war, verschlammte er nach und nach, es wuchsen Schilfgräser in ihm und diese nahmen so überhand, dass schliesslich der Kanal zu klein war um die geringe Wassermenge zu führen, die für die Wasserversorgung von Suez erforderlich ist.

Die indischen Bewässerungsingenieure haben in den letzten fünfzig Jahren die Frage lebhaft diskutiert, ob es vorteilhaft sei einen Kanal für beide Zwecke einzurichten, aber sie sind sich noch nicht völlig einig darüber, ob sie das kombinierte System empfehlen sollen oder nicht. Der Grund, warum eine Einigung noch nicht erzielt ist, ist ohne Zweifel darin zu suchen, dass es Fälle giebt, wo die Vereinigung beider Zwecke vorteilhaft ist, und auf der anderen Seite wieder Fälle vorkommen, wo diese Vereinigung von Nachteil wäre. Die richtigste Stellungnahme ist die, dass man jeden Fall nach den gegebenen Verhältnissen beurteilt, wenn er zur Besprechung und Entscheidung gestellt wird. Ein Kanal, der die richtigste Linie für eine Bewässerung verfolgt, ist unpraktisch für die Schifffahrt und vice versa. Ein Kanal, der beiden Bedürfnissen dient, muss in Zweifelsfällen Konzessionen machen, und was alsdann das

Beste für die eine Anlage ist, ist es sicherlich nicht für die andere. Ein Kanal der auf die nötigen Ausgleiche für beide Funktionen Rücksicht nimmt, wird entweder für die Schiffahrt oder für die Bewässerung Mängel haben. Aber die Summe der Wohltaten die solch ein Kanal erweist gegenüber einem Kanal der nur für Bewässerungszwecke eingerichtet ist, sollte die Unzuträglichkeiten mehr als ausgleichen, so dass die Kombination der beiden Funktionen gerechtfertigt erscheint. Andernfalls sollte man die Kombination nicht zulassen. Der Vorteil jedes einzelnen Falles muss diese Frage entscheiden.

7. Juni 1907.

R. B. BUCKLEY.
HANBURY BROWN.
