

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
3. Frage

DIE SYSTEME

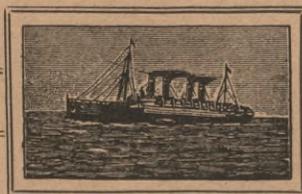
die zum Ausgleich der grossen Höhenunterschiede
ZWISCHEN DEN KANALHALTUNGEN GEEIGNET SIND

GENERALBERICHT

VON

G. CRUGNOLA

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



~~11-2276~~

II - 349881

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299440

884-B 362/247

STUDIE

ÜBER DIE

Geeigneten Systeme für die Ueberwindung der grossen Höhenunterschiede ZWISCHEN DEN SCHIFFAHRTSKANÄLEN

ALLGEMEINER BERICHT

VON

Gaet. CRUGNOLA

Es ist nicht nötig die Wichtigkeit dieser dritten Frage hervorzuheben ; wie bekannt, ist die Erforschung geeigneter Mittel für die Ueberwindung der grossen Höhenunterschiede zwischen den Schiffahrtskanälen eines der schwierigsten Probleme der Binnenschifffahrt. Diese Frage war bereits an der Tagesordnung des IX. Kongresses, der in Düsseldorf im Jahre 1902 abgehalten wurde ; zahlreiche Berichte sind dort niedergelegt worden und die darüber entsandene Erörterung war lebhaft und überlegt.

Man hätte annehmen können, dass das Subjekt erschöpft und die Frage gelöst sei ; wir sehen sie aber noch einmal Ihrer Prüfung vorgelegt : es ist deshalb nötig, dass wir uns auf den Düsseldorfer Kongress berufen, um zu sehen, worin die neue Studie die von uns verlangt wird, besteht.

Bevor ich aber meine Arbeit erörtere und in Anbetracht dessen, dass der X. Schiffahrtskongress gerade in dem klassischen Lande der Wasserbaukunst und sogar in der Stadt, wo der erste Kanal ist, bei welchem der italienische Geist zum ersten Male das zur Ueberwindung der Höhenunterschiede zwischen Schiffahrtskanälen geeignete System angewandt hat, ein System, welches zur Entwicklung der Wasserstrassen in Europa und sonst geführt hat, und welches nach mehreren Jahrhunderten, seine volle Wirksamkeit beibehalten hat und heute noch an der Spitze anderer Systeme steht, sei es mir erlaubt hierbei zu erwähnen, dass die erste Kammerschleuse die von Viarena, war, gebaut im Jahre 1439 von den Ingenieuren Filippis von Modena und Fioravante von Bologna ; dass bereits im Jahre 1574, hatte Ingenieur Meda für die Schifffahrt des Addaflusses

etke 3681/51

den Bau einer Schleuse von 17 Meter Höhenunterschied angefangen und denselben beinahe fertiggestellt; und dass, wenn man sonst in letzten Jahren Schleusen für 9,92 Meter Höhenunterschied gebaut hat, man in Italien auch schon solche für 7 bis 8 Meter Höhenunterschied angeordnet hat (Vizzola und Villorese). Dies ist eine der wissenschaftlichen Welt der Ingenieure, vor welcher ich die Ehre habe zu reden, bereits bekannte Tatsache; aber was vielleicht noch unbekannt geblieben, dass ist die Tatsache, dass die italienischen Ingenieure nicht nur die Schleusen erfunden haben, sondern auch die schiefen Ebenen, welche zur Ueberwindung von Höhenunterschieden dienen und denen eine grosse Zukunft bevorsteht. So wurde, schon im XVI. Jahrhundert, bei Lizza Fusina auf den Brentafluss eine schiefe Ebene für den Transport der schweren Boote vom Flusse nach der Lagune und umgekehrt, errichtet; dieses System hat ohne Nachteile bis zum Jahre 1561 funktioniert. Das ist wiederum eine Ehre die ich für Italien gern behaupten will und ich bedauere nur, die Beschreibung jener schiefen Ebene in dem mir vorgeschriebenen Rahmen nicht geben zu können.

Nach dieser Nebenbemerkung, komme ich auf die Frage die uns beschäftigt zurück. Es wäre unnützlich, hinsichtlich dieses Subjektes, die Beschlüsse des Düsseldorfer Kongresses hier zu wiederholen, Ihr, meine Herren, Ihr kennt sie alle. Ich werde sie trotzdem erwähnen, weil sie mir als Ausgangspunkt dienen werden. Jene Beschlüsse waren, trotz ihres provisorischen Charakters, nach der damals stattgefundenen langen Erörterung, vollständig gerechtfertigt; niemand hat bestritten, dass die Kammerschleusen die einfachsten und kräftigsten Bauwerke darstellen, welche zur Ueberwindung von Höhenunterschieden bis 12 und sogar 15 m dienen; dass für konzentrierte Höhenunterschiede von 15 bis 25 m und bei Wassermangel die Schiffshebewerke eine gute Lösung bilden und dass über diese Grenze hinaus, und ohne Ausnahme, den schiefen Ebenen der Vorzug zu geben ist. Was aber die Boote von grossem Tonnengehalt betrifft, so hatte die Erfahrung dieses letzte System noch nicht befürwortet; es wurden Berechnungen vorgelegt, um die technische Möglichkeit der Ausführung der schiefen Ebenen und deren Vorteile im Betriebe zu beweisen, aber die Anhänger der Schleusen haben die günstigen Resultate derselben hervorgehoben und gezeigt wie sich die Schleusen bis heute bewährt haben. Angesichts dieser Meinungsverschiedenheit, was konnte der Kongress beschliessen? Er hat die Frage sehr zutreffend erle-

digst ; er konnte nicht den bekannten Weg verlassen und sich auf einen neuen Weg einlassen, der vielleicht zu vorzügliche Resultate geführt hätte, den man aber noch nicht mit genügender Sicherheit betreten konnte. Der Beschluss des Kongresses war demnach vernünftig und ebenso der des ständigen Ausschusses welche die Frage für die Tagesordnung des jetzigen Kongresses vertagt haben. Neue Ereignisse konnten sich seit dem letzten Kongresse gezeigt haben ; neue Daten konnte man gesammelt haben, und ein endgiltiger Beschluss in einem oder dem anderen Sinne müsste sich von selbst ergeben.

Zur Zeit des IX. Kongresses arbeitete schon Oesterreich auf dem Wege des Wettbewerbes ein Programm aus zur Erlangung der Lösung dieses Problemes ; Herr Kuhn hat uns die Beschreibung desselben durch einen ausgezeichneten Bericht gegeben, und der Kongress hat den Wunsch ausgesprochen, dass dieser praktische Versuch sobald wie möglich zur Ausführung gelange. Wie bekannt hatte bereits die Eröffnung jenes Wettbewerbes stattgefunden und die Ergebnisse derselben können uns als Ausgangspunkt für unsere Erörterungen dienen. Es wäre entschieden besser gewesen, wenn, nach stattgefundenem Wettbewerb, an Stelle der theoretischen Resultate, praktische Anwendungen vor sich zu haben, von welchen man die Erfahrungsergebnisse hätte entnehmen können ; der Scharfsinn aber der hervorragenden Berichterstatter, von denen manche bekannt gegeben haben, das was von sämtlichen zum Wettbewerbe eingereichten Projekte hervorgeht, und andere durch ergänzende Studien zahlreiche und wertvolle Elemente hinzugefügt haben, kommt uns jetzt zu Gute. Ich werde Ihnen deshalb auf ganz objektiver Weise den wesentlichen Inhalt der eingereichten Specialberichte vorlegen, wobei ich nur bedauere, dass der Wunsch des ständigen Bureau's mich dazu nötigt, so kurz wie möglich zu sein.

1. *Bericht von M. E. LEFEBVRE, Chef-Ingenieur für Brücken und Strassen, zu Bruzelles.*

Der Herr Berichterstatter spricht sich zu Gunsten der Kammerschleusen aus, aber er vergleicht nur die Schleusen mit den Schiffshebwerken, weil die schiefen Ebenen bis heute nur als geistreiche Projekte aber ohne praktische Anwendung dastehen. Er erkennt an, dass für die Ueberwindung von Höhenunter-

schieden auf geringer Länge die Schiffshebwerke das Problem lösen ; die Erfahrung hat uns aber noch nicht über die Zuverlässigkeit derselben belehrt und die Zufälligkeit bei denselben ist viel zu wichtig im Verhältnis zur unbegrenzten Zuverlässigkeit der Schleusen. Im Uebrigen hat die Konstruktion der letzteren solche Fortschritte gemacht, dass man mit Leichtigkeit Höhenunterschiede von 4 bis 5 m überwinden kann und schnell die Boote durchschleusen ohne grossen Wasseraufwand. Man hat schon sogar Höhenunterschiede bis 9,90 m überwunden. Auf dem Charleroi-Kanal zu Bruxelles wird auf 14 500 Meter Länge eine Gesamthöhe von 64,70 m mittelst 15 Schleusen überwunden. Fünf Schleusen von 4,10 m Höhenunterschied sind seit länger als zwei Jahren in Betrieb und man hat beobachten können, dass die ununterbrochene und sichere Durchfahrt von 350 Tonnen-Boote rasch und mit voller Sicherheit vor sich geht. Diese Schleusen haben zwei Sparbassins von derselben Fläche wie die der Kammern.

Der Herr Berichterstatter weist nach, dass es vollständig möglich ist ein Boot, in 15 Minuten, bei 8 bis 10 m Höhenunterschied zu durchschleusen, wobei man noch den Wasserverbrauch um 66 % reduciert ; und in 12 Minuten bei 4 bis 5 m Höhe, mit 44 % Wasserersparnis.

Die Schiffshebwerke überwinden in 15 bis 20 Minuten Höhenunterschiede, welche zwei- bis vierfach so gross als die der Schleusen sind ; die Verkehrsfähigkeit der Wasserstrassen und die Verwendung der Bootindustrie-Materialien werden davon Vorteile haben; aber auf einem Kanal von einer grösseren Länge, z. B. 250 km mit 13 Hebewerke a 16 m oder 26 Schleusen von je 8 m Höhe, würde der Vorsprung der Hebewerke den Schleusen gegenüber nur 3 Stunden 15 Minuten ausmachen, wo die Gesamtdurchfahrt eines solchen Kanals ohne diese Werke circa 60 Stunden beansprucht. Diese Zeitersparnis kann, nach der Ansicht von Herrn Lefebvre, keinen beträchtlichen Einfluss auf die Kosten und die Ergiebigkeit des Transports ausüben.

Die für die Schiffshebwerke erforderliche Wassermenge ist unabhängig von der überwundenen Höhe, und das bildet einen grossen Vorteil, während die Schleusen 239 cbm Wasser pro Meter überwundene Höhe 350 Tonnenboote zum Schwimmen zu bringen erfordern. Man hat sich viel damit beschäftigt diesem Uebelstand abzuhelpfen ; die zu diesem Zwecke von verschiedenen Ingenieuren, unter anderen von Herrn Schnapp und Nyssens-Hart, vorgeschlagenen Vorkehrungen sind bekannt ;

diese haben sich aber in der Ausführung noch nicht bewährt. Die Schleusen verlieren dadurch ihren einfachen und unempfindlichen Charakter und erfordern leichtbewegliche und empfindliche Apparate.

Herr Lefebvre ist der Ansicht, dass die für die Sparbassins der Schleusen von Charleroi-Kanal getroffenen Vorrichtungen, vollständig die Frage lösen, wobei man noch Einrichtungen anordnen kann um das Unterwasser nach dem Oberwasser zurückzuleiten. Diese Einrichtungen sind sehr einfach, sie bestehen aus zwei Centrifugalpumpen welche von Dynamomaschinen in Bewegung gesetzt werden. Der Herr Berichterstatter stellt für einen Kanal von 14 500 Meter Länge und einen zu überwindenden Höhenunterschied von 64,70 m einen Vergleich zwischen Schleusen und Hebewerke auf und findet mit Bezug auf die Betriebs- und Herstellungskosten einen sehr grossen Unterschied zu Gunsten der ersteren.

Er gelangt zum Schlusse, dass vom Standpunkte der Speisemittel, sind die mit mechanischen Einrichtungen vorgesehenen Schleusen, welche durch Elektrizität betrieben werden und das nicht gesparte Schleusenwasser wieder nach oben zurückbringen können, die empfehlenswertesten. In den meisten Fällen wird diese Lösung, vom Kostenpunkte aus, für die Ueberwindung von grossen Höhenunterschiede zwischen den Schiffahrtskanälen, vorteilhafter als die Lösung durch senkrechte Schiffshebewerke sein.

2. Bericht von Herrn H. GENARD, Chef-Ingenieur, Direktor der Brücken und Strassen, zu Bruzelles.

Herr Genard bringt in Erinnerung, dass die Frage bereits vom internationalen Kongress von 1885 erörtert wurde, aber durch besondere Umstände und bei dem damaligen Stand der Maschinen-Industrie, wären die Schlüsse die man zur Zeit folgern konnte, überhaupt in Bezug auf die Schiffshebewerke, verfrüht gewesen. Trotzdem hatte der Kongress nicht gezögert für die schiefen Ebenen mehr Neigung zu zeigen. Der Herr Berichterstatter ist der Meinung, dass die Erfahrungen, die man seither gemacht hat, jenen Vorzug nicht zu rechtfertigen scheinen. Um dies zu beweisen, geht er die seit der Fertigstellung des Schiffshebewerkes von Anderton (1874) aufgestellten zahlreichen Projekte von schiefen Ebenen durch und stellt fest,

dass, mit Ausnahme der schiefen Ebene von Foxton, welche sonst nur für Boote von je 70 tons gebaut ist, kein einziges Projekt zur Ausführung gekommen ist. Die praktische Erfahrung fehlt also zur Zeit um die Anwendung dieses Systemes für grosse Höhenunterschiede und für Boote von 300 bis 350 tons zu befürworten.

Andererseits wurden seit der Zeit zahlreiche Schiffshebwerke projektiert und sieben von diesen sogar ausgeführt ; man ist demnach im Besitze praktischer Erfahrungen welche zur Zeit des ersten Schiffahrtskongresses fehlten um begründete Schlüsse folgern zu können. Der Höhenunterschied dieser Hebewerke überschreitet aber nicht 19,81 m (Schiffshebwerk von Peterborough). Das Schiffshebwerk von Henrichenburg wurde nach einem besonderen System gebaut, aber der Herr Berichterstatter spricht die Meinung aus, dass man der Empfindlichkeit seiner Bestandteile wegen, solche nicht mehr bauen wird. In einem auf dem Düsseldorfer Kongresse niedergelegten Bericht, hat er bereits die an den Schiffshebwerken anzubringenden Verbesserungen angedeutet ; er behauptet, dass man mit den schiefen Ebenen nie ähnliche Resultate erzielen wird, weil die Schiffshebwerke immer diesen gegenüber den grossen Vorteil der Einfachheit, der Bequemlichkeit und Leichtigkeit in der Handhabung und des geringen Kostenaufwandes in der Erhaltung aufweisen. Die schiefen Ebenen erfordern immer eine zu grosse Anzahl Hauptorgane.

Zum Schlusse ist der Herr Berichterstatter der Meinung, dass die schiefen Ebenen mit den senkrechten Schiffshebwerken nicht gut wetteifern können ; er glaubt nicht sich über die Ergebnisse des Wiener Wettbewerbes aussprechen zu können, weil er die Einzelheiten des preisgekrönten Projektes nicht kennt, so dass er keine Veranlassung hat seine Meinung, dass die Schiffshebwerke geeignet sind die beste praktische Lösung zu geben, zu ändern.

3. Bericht von Herrn B. GERDAU, *Chef-Ingenieur zu Düsseldorf.*

Herr Gerdau bemerkt mit Recht, dass die grossen Höhenunterschiede sind grade diejenigen, die man mit der gewöhnlichen Kammerschleuse nicht überwinden kann und das sind die Höhenunterschiede welche 12 m überschreiten, bei welchen nur die Treppenschleusen mit geringem Gefälle und die mechani-

schen Hebewerke in Betracht kommen. Die senkrechten Schiffshebwerke sind bis zu höchstens 25 m Höhenunterschied anwendbar ; über dieses Mass, hinaus, sind die schiefen Ebenen mit doppelter Bahn geeignet, und es scheint, dass die mit Längsbahn, ihrer Einfachheit halber, vorteilhafter als die mit Querbahn sind, weil der Nachteil der Wasserschwingungen merklich dadurch verringert werden kann, dass man die Bewegungsgeschwindigkeit der Schiffskammer bei der Abfahrt und bei der Ankunft allmählig verringert.

Man kann eine ebenso gleichmässige und ruhige Fahrt beim Hinauf- oder Hinunterfahren der Kammer erzielen, ohne zu Zahnstangen oder Kabeln zu greifen. Die Bewegung der beiden sich ausbalancierenden Schiffskammern wird durch kalibrierte Ketten geregelt, welche auf eine am oberen Haupte angebrachten Treibrolle laufen. Durch dieses System kann man, nach Bedarf, eine der Kammern von der Kette ausschalten und nur die andere in Bewegung setzen. Durch die Anwendung der kalibrierten Ketten wird die Gefährlichkeit der Zahnstange sogar der Zahnstange mit senkrechten Zähnen, welche auf alle Fälle die beste ist, ausgeschlossen. Ausserdem, kann die Kammer am unteren Ende der schiefen Ebene in das Wasser der unteren Kanalhaltung hinein, so dass die Schwimmhöhe der Kammer leicht mit der der Kanalhaltung zusammenfallen kann, was bei einer durch ihre eigenen elektrischen Motore betriebenen Kammer sehr schwer zu erreichen wäre. Was das Oberhaupt betrifft, so ist Herr Gerdau der Ansicht, dass es unnötig ist, die Kammer über das obere Ende der schiefen Ebene hinaufsteigen zu lassen.

Der Herr Berichterstatter ist demnach der Meinung, dass die schiefe Ebene mit Längsbahn, dessen Kammern sich selbsttätig das Gleichgewicht halten und durch kalibrierte Ketten in Betrieb gesetzt werden, das beste System wäre grosse Höhen zu überwinden. Das Preisgericht von Wien hat sich für das System mit von einander unabhängigen Kammern, welche durch nichts verbunden sind und von Elektrizität in Betrieb gesetzt werden, erklärt ; das kommt daher, sagt Herr Gerdau, weil das Preisgericht, und mit Recht, einen grossen Wert darauf gelegt hat, dass die Zeitverluste auf das Minimum herabgesetzt werden. Diese Bedingung kann aber auch bei dem vom Berichterstatter vertretenen System erfüllt werden. Der Herr Berichterstatter ist der Meinung, dass die Frage der Auflager-Apparate, mittelst welcher die Kammer auf der Bahn aufliegt, sowie die

der Verringerung der Wasserschwingungen innerhalb der Kammer viel wichtiger sind.

Der Herr Berichterstatter geht die einfachsten und die praktischsten Auflager-Apparate durch ; er hebt die Vor- und Nachteile eines jeden dieser Systeme hervor, und schliesst die Gleitschuhe, welche durch Gleiten auf der schiefen Ebene sich bewegen, des sehr grossen Reibungswiderstandes wegen, aus ; er schliesst auch die Rollen oder Walzen aus, welche auf Schienen mit flachem und sehr breitem Kopf laufen, welche aber keine gleichmässige Pressung für sämtliche der Berührung tragenden Teile ergeben. Er schlägt vor die Anwendung von hydraulischen Gleitschuhen, bei welchen die Berührung zwischen den Auflagerflächen und der Bahn mittelst Wasser unter hohem Druck erfolgt und welche nur sehr geringen Reibungswiderstand erzeugen, weil die Lasten sicher und gleichmässig verteilt werden. Man kann dieses Auflager-System durch einen Räderzug, der auf gewöhnlichen Schienen läuft, ersetzen. Herr Gerdau stellt ausserdem noch fest, dass die schiefe Ebene mit Längsbahn welche mittelst kalibrierter Ketten in Betrieb gesetzt wird und deren Beschreibung er im Jahre 1897 gegeben hatte, vorzuziehen ist. Die örtlichen Bodenverhältnisse entscheiden viel über die zu treffende Wahl des Systems ; ist das Gefälle gering und handelt es sich um die Ueberwindung von einer grossen Höhe, so wird man den Treppen-Schleusen den Vorzug geben und diese alle 3 bis 4 Kilometer von einander anordnen.

Andererseits ist es nötig, die zur Beschaffung des Speisewassers bei den verschiedenen Schleusungen erforderlichen Betriebskraft mit der eines Hebwerks zu vergleichen. In Anbetracht dieser Umstände und unter Zugrundelegung eines Sonderfalles für 36 m Höhe, findet Herr Gerdau, dass die Herstellungskosten ohne Pumpen sich zu 4 375 000 Francs stellen würden und mit Pumpen zu 5 125 000 Francs.

Für ein Schiffshebewerk mit doppeltem Lauf und mit doppelter Kammer, welche sich mittelst mechanischer Uebertragung das Gleichgewicht gegenseitig halten, einschliesslich der Einrichtung für die Betriebskraft, findet er, dass die Herstellungskosten sich zu 4 375 000 Francs stellen ; diese Kosten betragen 5 312 500 Francs für ein Hebewerk von derselben Grösse mit von einander unabhängigen Kammern welche durch Elektrizität betrieben werden.

Er schätzt die Betriebskosten der drei Systeme zu 23,57 Fr. bezw. 8,75 und 28,75 Fr. pro Stunde.

Wird von den zum Speisen der Schleusen erforderlichen Ausgaben abgesehen, so muss man bei den Hebewerken auch diesem Umstand Rechnung tragen ; weil, wenn bei den Schleusen das nötige Wasser nichts kostet, so wird es bei den Hebewerken ebenfalls kostenfrei geliefert werden können und als Betriebskraft für letztere ohne besondere Kosten dienen.

Aus seiner ganzen Erörterung schliesst der Herr Berichtstatter, dass man das Schiffshebewerk mit Kammern welche sich auf mechanischem Wege gegenseitig ausbalancieren, als das beste Hebewerk ansehen muss, wenn es sich um die Ueberwindung von grossen Höhenunterschiede zwischen den Schiffahrtskanälen handelt.

4. *Bericht der Herrn A. HERMANN, Oberbaurat an der Dortmund-Ems-Kanal-Verwaltung zu Münster i. W., und A. PRÜSMANN, Baurat Attaché der kaiserlich deutschen Gesandtschaft zu Wien.*

Die Herrn Berichtstatter vergleichen die verschiedenen zur Ueberwindung grosser Höhenunterschiede geeigneten Systeme für Boote von 600 Tons nur in Bezug auf den Kostenpunkt. Sie betrachten für ein jedes dieser Systeme in erster Reihe : die Dauer des Schleusens, die Ausgiebigkeit oder die Anzahl der in 24 Stunden geschleusten Boote, die mittlere Schleusgeschwindigkeit und die vorteilhafteste aufsteigende Höhe und stellen Formeln auf, welche zur Bestimmung der für jedes dieser Elemente vorteilhaftesten Werte in Verhältnis zu dem Gefälle des Geländes dienen. Ohne auf die Einzelheiten dieser Erörterung, welche sonst im ganzen durchzulesen von Interesse ist, einzugehen, werden wir sagen, dass man von vornherein und unabhängig von der Frage der Herstellungskosten schliessen kann, dass es nicht vorteilhaft ist mehrere Hebewerke von geringer Höhe durch ein Hebewerk zu ersetzen, welches die Gesamthöhe der ersteren überwindet, dass die vorteilhafteste Fallhöhe für Schleusen 14,90 m für Hebewerke mit Schwimmer 20,00 m und für schiefe Ebenen mit Quer- oder Längsbahn 40 m beträgt.

Die Herren Berichtstatter berechnen die der grössten Ausgiebigkeit entsprechenden Herstellungs- und Betriebskosten für die vier in Frage stehenden Systeme ; sie führen verschiedene Rechenexempel auf und finden, dass die vorteilhaftesten Systeme, mit Bezug auf den Kostenpunkt, in erster Reihe die Schleu-

sei und dann die schiefen Ebenen mit Querbahn sind. Sie gelangen dann zu folgende Ergebnisse :

a. Die Schleusen bilden, in Bezug auf den Kostenpunkt und auf die Sicherheit im Betriebe, das einfachste und vorteilhafteste Mittel zur Ueberwindung der grossen Höhenunterschiede zwischen den Schiffahrtskanälen. Die Veränderungen in der Schwimmhöhe haben gar keinen Einfluss auf die Stetigkeit des Betriebes. Das überschüssige Wasser kann zu jeder Jahreszeit direkt zur Durchfahrt der Boote verwendet werden.

b. Das Schiffshebewerk mit Schwimmer erzeugt nur unbedeutenden Widerstand in dem Wasser welches es trägt, kann aber viel leichter Betriebsstörungen verursachen und gefährlich werden. Das ganze überschüssige Wasser kann nur mittelst besonderer Einrichtungen und Motoren wieder verwendet werden.

c. Die schiefen Ebenen mit Quer- und Längsbahn, mit Gegengewicht, können durch die hierbei erforderlichen besonderen Einrichtungen Betriebsstörungen verursachen. Die Längsbahn bietet grössere Sicherheit, sie hat aber den Nachteil, dass die Strecke viel länger ist und die unruhigen Schwingungen des Wassers in der Kammer mehr auf die Lage des Bootes einwirken. Das ganze überschüssige Wasser kann bei der Förderung der Boote nur gegen grosse Ladeverluste wieder verwendet werden.

Diese Ergebnisse berechtigen zu schliessen :

Dass die Schleusen, mit Bezug auf die Kosten und die Sicherheit, den Vorzug gegenüber anderer Systeme von Hebwerken verdienen. Nur ausnahmsweise, in besonderen Fällen, wenn die örtlichen Verhältnisse es bedingen, könnte man die Anordnung mechanischer Schiffshebwerke der vorgenannten Systeme und in erster Reihe die schiefen Ebenen mit Querbahn und die Hebwerke mit Schwimmer berücksichtigen.

5. *Bericht von Herrn ARMAND DE BOVET, abgeordneter Verwalter der allgemeinen Gesellschaft für Kettendampf- und Schleppschiffahrt zu Paris.*

Herr von Bovet will das, was sich aus all den beim Wiener Wettbewerb eingerichteten Projekte ergibt, feststellen ; vor allem bemerkt er, dass das Gelände für welches projektiert werden sollte mässiges Gefälle hatte und dadurch waren die Lösungen, die Gesamthöhe in einem Male zu überwinden, von schwieriger

Ausführung, der dafür erforderlichen sehr hohen Kosten wegen. Dieser Umstand hat das Anwendungsgebiet und die Wahl der zu treffenden Anordnungen beschränkt.

Der Herr Berichterstatter gruppiert die Projekte in drei Kategorien : Schleusen, vertikale Schiffshebwerke und schiefe Ebenen ; in einer vierten Kategorie fasst er die verschiedenen Einrichtungen, welche in die genannten Klassen nicht hineingehören, zusammen. Eine sehr grosse Anzahl dieser Projekte enthalten eine Art Tauchkammer, oder Riesen-Ludion ; die anderen beziehen sich entweder auf die drehenden oder auf die schwingenden Systeme. Wenn man aber die grossen Abmessungen in Betracht zieht, die dabei erforderlich sind, das kolossale Gewicht des Bootes und des Troges mit seinem Wasser welcher das Boot trägt, an den Konsolen um welche es sich frei drehen muss angehängt, wenn man betrachtet dass dieses Gewicht sowie das Gewicht des Rades oder der Balancierstangen entweder auf einer Achse, oder auf zwei, oder auf eine Reihe Rollen sich verteilen muss, so wird man sofort begreifen, dass die Herstellungs- und die Betriebskosten so gross sind, dass, laut Ansicht des Herrn Berichterstatters, trotz des Vorteiles dieser Systeme den Wasserverbrauch auf das Minimum zu reduciren, sie nicht eine allgemeine Lösung des Problemes bieten ; es ist also nicht zu erwarten, dass man die Lösung in diesen Systemen finden kann.

Trotzdem hat das Preisgericht einem Projekte dieser Kategorie den zweiten Preis zuerkannt. Es handelt sich hierbei um eine grosse Trommel von 52,50 m Durchmesser und 70 m Länge, welche in einem mit Wasser gefüllten Bassin in der Verlängerung der unteren Kanalhaltung eingetaucht ist. Zwei cylindrische Kammern, in welche die Boote hinein sollen, sind in der Trommel so angebracht, dass durch die Drehung der letzteren, die Kammern eine nach der anderen auf die Höhe der unteren und oberen Kanalhaltung kommen. Das ganze System wiegt 10 000 Tons ; die Drehgeschwindigkeit ist gering ; die Ausbalancierung vollständig ; die Trommel schwimmt ; jede Schwierigkeit die Fundamente herzustellen ist dadurch beseitigt. Nichtsdestoweniger, bezweifelt der Herr Berichterstatter die besondere Anwendung, für welche dieses System aufgestellt wurde, und er fragt sich ob die genügende Sicherheit da ist für ein Boot, welches frei innerhalb einer Kammer schwimmt, die mit dem Ganzen die Drehung mitmacht. Im Uebrigen eignet sich dieses System nur für Höhenunterschiede zwischen 20 und 40 m.

Vertikale Schiffshebwerke. — Zu dieser Kategorie gehören die meisten eingereichten Entwürfe ; trotzdem soll, wie der Herr Berichterstatter meint, mit Ausnahme der zu gewagten oder kostspieligen Lösungen, nichts gemacht worden sein das früher schon nicht bekannt war. Die Apparate, welche die Höhe von 36 m in einem Male überwinden, erfordern Herstellungskosten welche viel höher sind als die Herstellungskosten von zwei Hebewerken für je die Hälfte der Gesamthöhe, und bieten ausserdem nicht genügende Sicherheit.

Schleusen. — Um das Schleusen ohne Wasserverbrauch zu ermöglichen, sind in einigen Projekten Schwimmer vorgesehen, nach den von Herrn Schnapp auf dem Düsseldorfer Kongresse angegebenen Ideen ; aber, wenn man auch die Höhe in zwei oder drei Stufen zerlegt, so behalten die Schwimmer doch noch aussergewöhnliche Abmessungen, wodurch die Herstellung derselben sehr kostspielig und die Handhabung kompliziert wird. Bei anderen Projekten werden die Bewegungen in der Kammer mittelst Luftpumpen und vollständig geschlossenen genügend luftdichten Kammern, was sehr schwer ausführbar ist, bewerkstelligt ; und, in solchen Fällen, ist es sehr einfach das Wasser der unteren Kanalhaltung, bei jeder Schleusung, in die obere Haltung hinaufzupumpen. Schliesslich, enthalten weitere Projekte : entweder zwei Schleusen von je 18 m oder eine von 36 m, mit sehr vielen Etagen (6 bis 12) von Sparrassins von grosser Fläche ; man erzielt auf dieser Weise für jede Schleusung eine Wasserersparnis von 75 %.

Die Kosten einer doppelten Schleuse sind verschwindend kleiner als die einer einzigen Schleuse von doppelter Höhe, und, nach Meinung des Herrn von Bovet, wäre es ratsam nicht zu riskieren ein riesiges Bauwerk aufzustellen, so wie z. B. eine Schleuse von 40 m Höhe. Die eingereichten Studien sind sehr interessant und annehmbar ; die Ausführung derselben würde das für die Schleusen geeignete Gebiet sehr ausdehnen ; man kommt, bei vollständig zulässigen Kosten, auf Höhen, für welche sonst nur die vertikalen Hebewerke geeignet erscheinen und für welche sogar letztere an der Grenze sind und diese Grenze ohne grosse Kosten nicht überschreiten könnten.

Schiefe Ebenen. — An die schiefen Ebenen schliessen sich verschiedene Fragen an :

a. Die Frage der Trockenförderung. Die Projekte geben keine Lösungen die vollständig sind und genügend Sicherheit

für alle Boote, grosse und kleine, beladene oder leere, hölzerne oder eiserne, neue oder schon gebrauchte, bieten ; ausserdem ist, bei den vorgeschlagenen Anordnungen, weil dieselben sehr compliciert sind, die Ersparnis an Gewicht sehr gering.

b. Soll die Ebene mit Längsbahn oder mit Querbahn sein ?

Bei einem sehr grossen Gefälle des Geländes würde die Anwendung der Querbahn am Platze sein. In vielen Projekten sind Ebenen mit Gefälle und Gegengefälle vorgeschlagen, mit oder ohne Ebene im Scheitel ; diese Anordnungen eignen sich aber sehr schlecht sogar für die besten Mittel zur Bewegung der Wagen. Andere Projekte sind mit Längsbahn mit grader Bahn und gleichmässigen Gefälle von 1 : 20 bis 1 : 25, mit trockenliegenden Häuptern auf- und abwärts, und auf welcher man das Boot auf Wasser (oder im Trockenem) mittelst eines Wagens mit Kammer von einem Gesamtgewicht von mindestens 2000 tons fördert. Ein Projekt dieser Kategorie wurde vom Preisgericht mit dem ersten Preise gekrönt.

c. Fast alle Projekte haben auf dem Wagen selbst die zur Bewegung desselben erforderlichen Motore, was sehr vorteilhaft und bei Anwendung elektrischer Motore sehr leicht ausführbar ist.

d. Auf den Ebenen mit geringem Gefälle ist die Abschaffung des gegenseitigen Gewichtsausgleiches der Kammern, der unnützen Complicierungen wegen, die dadurch beseitigt werden angebracht ; die Sicherheit ist sehr leicht auf geringer Neigung mittelst Bremsen zu erzielen und vom Standpunkte der Arbeitersparnis ist es leicht einen Teil der Kraft wieder zu gewinnen.

Die von einander unabhängig gemachten Kammern können von einem auf dem Wagen sitzenden Führer manövriert werden ; jede Kammer kann, unabhängig von der anderen, funktionieren und an die Haupter der Kanäle herankommen, ohne bei Havarie oder Reparaturen den Verkehr zu unterbrechen. Die Kammer kann mittelst Reibung gefördert werden ; die Bewegung ist aber schwierig wenn es genug friert um die Schienen mit einer Eisschicht zu bedecken ; es entstehen daraus dann Nachteile, wenn es nicht genug friert um die Schiffahrt zu unterbrechen. Die Anwendung von Zahnstangen ist demnach vorzuziehen ; dieses System ist in fast sämtlichen Projekten vorgesehen.

Bei grosser Steigung und bei den Querbahnen, wird es angebracht sein, die Kammern mechanisch auszubalancieren, ent-

weder durch die andere Kammer oder jede Kammer für sich mittelst Gegengewichten.

e. Eine grosse Schwierigkeit bietet sich bei der Aufnahme der sehr hohen beweglichen Last von rund 2 000 Tons, wobei es auf eine gleichmässige Verteilung dieser Last sehr viel ankommt. In vielen Projekten hat man eine grosse Anzahl hydraulischer Pressen vorgesehen, deren Kolben die Gesamtlast aufnehmen und deren Cylinder unter einander verbunden sind. Diese Anordnung ist aber sehr kompliziert und bietet nicht genügende Sicherheit. Die beste Lösung ist in denjenigen Projekten angegeben, bei welchen der Wagen einfach auf Räder (und als Variante auf Rollen) mittelst Federn ruht. Die alte Anordnung, bei welcher die Kammer auf hydraulischen Schlittschuhe gleitete, kommt, der Schwierigkeiten wegen und der diesem Systeme eigentümlichen Nachteile halber, nicht mehr in Betracht. Die sinnreiche Anordnung, wobei das Gewicht mittelst Elektromagnete beseitigt wird, ist noch unsicher.

f. Die Wirkung der Geschwindigkeitsveränderungen auf das in der Kammer enthaltene Wasser, und überhaupt auf das schwimmende Boot, bildet einen der wichtigsten Punkte. Zwei Projekte haben Vorrichtungen getroffen diese Wirkung zu beseitigen ; in einem dieser Projekte geschieht das durch Kolben, welche auf die Seitenteile des Bootes einwirken ; in dem anderen Projekte, lässt man das Boot langsam auf die auf die Sohle angebrachten Pneus sinken. Die Erfahrung muss es beweisen ob diese Mittel der Erwartung entsprechen.

Zum Schlusse bemerkt der Herr Berichterstatter, dass bei geringem Gefälle, die beste Lösung die des sich selbst bewegenden Kammer-Wagens ist, welcher elektrisch betrieben ist, auf Rädern wie die gewöhnlichen Wagen aufliegt, ohne die langen Zugorgane, von einer zweifelhaften Sicherheit und in unbeständigem Gleichgewicht. Er ist der Ansicht, dass dieses System sogar bei starkem Gefälle keine Schwierigkeiten haben würde.

Wenn genug Speisewasser vorhanden ist, so kann das zur Verfügung stehende Wasser zum Speisen der krafterzeugenden Anlage verwendet werden. Bei Wassermangel würde für die zum Heben des Wassers nach jedem Durchschleusen erdorderlichen Anlage eine viel grössere Betriebskraft notwendig sein als diejenige welche eine schiefe Ebene in Bewegung setzen könnte. In beiden Fällen also bieten die schiefen Ebenen grosse Vorteile.

Schlussfolgerungen. — 1° Die Projekte von der Kategorie « Diverse » führen nicht zu einer allgemeinen Lösung des Problems.

2° Die vertikalen Schiffshebwerke können den gegebenen Gewichten angepasst werden, erfordern aber, mit Rücksicht auf die Kosten, dass sie nur für solche Höhenunterschiede angewandt werden wie diejenige welche sie heute überwinden ; in allen anderen Fällen sind die Schleusen vorzuziehen, welche um so komplizierter werden, je mehr man an Wasser sparen will.

3° Ueber diese Höhenunterschiede hinaus kann man nur mit den schiefen Ebenen verschiedene Höhen überwinden, so dass die Kosten einfach proportional mit der Höhe bleiben.

6. *Bericht von Herrn LEVESON FRANCIS VERNON-HARCOURT, Abiturient, Mitglied des Vereins der Civilingenieure zu London.*

Angeichts der drei verschiedenen zum Ueberwinden der grossen Höhenunterschiede zwischen den Schiffahrtskanälen geeigneten Systeme, ist der Herr Berichterstatter der Ansicht, dass, je nach Umständen, man dem einen oder dem anderen System den Vorzug geben muss ; er will deshalb die besonderen Umstände erörtern, für welche ein jedes der drei Systeme geeignet erscheint.

Was die Schleusen betrifft, so bestehen die für die Anwendung derselben geeigneten Bedingungen darin, dass es Wasser in Ueberfluss gibt, dass das durchschnittliche Gefälle des betreffenden Landes sehr gering ist und dass es möglich ist zwischen den Schleusen von mässiger Höhe genügend lange Kanalhaltungen einzuschalten. Treffen diese Umstände zu, so ist sicherlich die Schleuse das passendste und dauerhafteste Bauwerk ; bei der jetzigen Lage der Ingenieurwissenschaften ist die Schleuse sogar das einzige vollständig sichere Mittel, durch welches die grössten Seeschiffe Höhenunterschiede überwinden können. Aus Wassermangel ist man genötigt zu besonderen Anordnungen zu greifen : entweder wird das Wasser in Behältern aufgespeichert, oder wird das zum Schleusen erforderliche Wasser gespart ; diese Anordnungen erfordern aber immer sehr grosse Kosten.

Bei grossem Gefälle des Geländes muss man mehrere Schleusen anordnen oder ihnen einen grossen Höhenunterschied

geben ; im ersten Falle nehmen die Kosten und die Zeitverluste bedeutend zu : die Schifffahrt leidet sehr dabei ; im zweiten Falle hat man vor sich ein Mittel, welches noch nicht durch die Erfahrung erprobt ist, weil die grösste bis heute ausgeführte Höhe die von 9,92 m im Kanal von Saint-Denis ist. Trotzdem, ist nicht nur die Gesamthöhe, die zu überwinden ist, in Betracht zu ziehen, sondern auch die Länge, auf welche man diese Höhe verteilen soll ; die Erwägung der Länge und der Höhe, mit anderen Worten, das allgemeine Gefälle des Geländes muss als Grundlage zur Bestimmung des anzuwendenden Systemes dienen. Ist das allgemeine Gefälle erheblich grösser als 1 : 100, so ist die Schleuse nicht mehr das einfachste und dauerhafteste System, mit Ausnahme nur des Falles, wo es sich um Ueberwindung von schroffen Höhenunterschieden im Gelände handelt und wo das Speisewasser reichlich vorhanden ist.

Was die *Hebewerke* betrifft, so besteht die günstige Bedingung für die Verwendung derselben darin, dass der Höhenunterschied schroff und konzentriert ist, mit anderen Worten, sehr gross und heftig, und dann sind die Hauptvorteile wie folgt : *a.* Geschwindigkeit mit welcher ein Boot einen sehr grossen Höhenunterschied überwindet ; *b.* geringer Wasserverbrauch für das Manövriren ; *c.* beschränkter Raum der Anlage.

Was die Höhe des Hebewerkes betrifft, so ist Herr Vernon-Harcourt der Ansicht, dass es vielleicht nicht ratsam wäre, die bei Peterborough erreichte Höhe zu überschreiten, das ist rund 20 m. Das Hebewerk mit Schwimmer von Henrichenburg funktioniert sehr gut, die Ingenieure aber die es gebaut haben sind der Meinung, dass wenn der Verkehr auf dem Dortmunder Kanal so zunehmen würde, dass dieses eine Hebewerk nicht mehr ausreichte, so würde es hier angebracht sein eine Reihe Schleusen, stufenweise, eine Treppenschleuse, einem zweiten Schwimm-Hebewerk vorzuziehen. Sehr viele zu dem Wiener Wettbewerb eingereichte Vorschläge hatten, abgesehen von den Vor- und Nachteilen hinsichtlich der Möglichkeit der Ausführung, den Nachteil den besonderen örtlichen Verhältnissen in keiner Weise zu entsprechen ; sie eigneten sich im allgemeinen für den Fall eines sehr regelmässigen und langen Gefälles nicht, wo es weder ein schroffer Höhenunterschied noch ein genügend grosses Gefälle war um die vorteilhafte Anwendung eines vertikalen Hebewerkes zu rechtfertigen.

Die *schiefe Ebene* soll ein Hilfssystem für Schleusen und vertikale Hebewerke sein, weil sie grade dann anwendbar sind,

wenn die Umstände für die genannten Systeme nicht mehr günstig sind, d. i., wenn die Neigung des Geländes (von 1 : 75 bis 1 : 4) auf einer gewissen Länge zu scharf ist, dass man mit Vorteil die Schleusen in passenden Abständen von einander anwenden kann, ohne dass aber diese Neigung sehr gross oder sehr verschiedentlich ist um sich für eine Reihe von Kuppelschleusen oder Hebewerken zu eignen.

In solchen Fällen, hat die schiefe Ebene, hinsichtlich der Zeitersparnis und des Wasserbedarfs für das Manövrieren, dieselben Vorteile wie die beiden anderen Systeme. Der Betrieb wickelt sich sogar auf der schiefen Ebene schneller ab als auf den Hebewerken, weil in derselben Zeit, wo die Boote den Höhenunterschied überwinden, legen sie noch einen gewissen horizontalen Weg zurück. Ausserdem bietet die schiefe Ebene noch den grossen Vorteil, dass wenn auch die zu überwindende Höhe zunimmt, so nimmt der Widerstand ihrer Bestandteile und damit ihre Abmessungen und Kosten nicht in demselben Verhältnis zu ; man hat dann nur das Gleis zu verlängern und die damit zusammenhängenden Zubehöerteile vorzusehen. Die Vorteile der schiefen Ebenen kommen in Folge dessen um so mehr zum Ausdruck, je grösser die zu überwindende Höhe wird.

Weitere Vorteile der schiefen Ebenen sind folgende : es sind keine tiefen Fundamente erforderlich ; das Gleis und der Wagen liegt im Trockenem und kann in Folge dessen zu jeder Zeit leicht nachgesehen werden ; bei der Anordnung von schiefen Ebenen kann man beinahe die natürliche Neigung des Geländes verfolgen, wenn man nur eine gleichmässige Steigung auf der ganzen Länge der schiefen Ebene anordnen kann ; schliesslich werden durch die Anordnung von schiefen Ebenen auf die entsprechende Länge derselben die Kosten für die Herstellung des Kanals gespart.

Die schiefen Ebenen haben aber auch ihre Nachteile : die Trockenförderung, durch welche die tote Last auf das Minimum reduziert wird und aus diesem Grunde die günstigste wäre, eignet sich nicht zu allen Sorten Boote ; der Bau der letzteren muss sehr solid sein, damit sie das Trockenlegen unter voller Belastung aufnehmen können. Die Nassförderung, wodurch die grosse Gefahr bei der Trockenförderung beseitigt wird, erfordert eine erheblich grössere Last die von dem Untergestell der Wagen, von den Rädern und von dem Gleise aufgenommen werden muss ; die Zugkraft wächst in Folge dessen bedeutend und die Boote sind der Gefahr ausgesetzt gegen die Ecken zu stossen.

Bis jetzt sind die schiefen Ebenen nur für Boote von geringer Tragfähigkeit angewandt worden. Man hat allerdings schon in Kanada zu Chignaeto einen Versuch gemacht dieses System für Küstenfahrer von 2 000 Tons Tragfähigkeit anzuwenden, aber die Anlage wurde nicht zu Ende geführt.

Die von dem Herrn Berichterstatter erwähnten Nachteile sind aber nicht unabwendbar : zwischen den auf dem Wiener Wettbewerb eingerichteten Projekte sind manche, welche Vorschläge unter voller Garantie in dieser Beziehung machen, wie dies aus den Berichten von Herrn von Bovet und von Herrn Schromm, auf die ich verweise, hervorgeht.

Schlussfolgerungen. — Ein jedes der drei in Frage stehenden Systeme findet je nach den Umständen die geeignete Anwendung, und zwar :

1° Die Schleusen eignen sich dann, wenn das Gefälle des Geländes ein geringes ist ; überschreitet das Gefälle 1 : 100 auf einer grossen Länge, so liefern die Schleusen nicht mehr eine einfache und bequeme Lösung, weil der Höhenunterschied gross und die Kanalhaltungen kurz werden.

2. Die Treppen-Schleusen, oder vielmehr, wenn die Wassermenge gering und der Verkehr gross ist, die vertikalen Hebewerke, eignen sich für schroffe Veränderungen der Höhenunterschiede ; letztere aber für Höhenunterschiede von 12 bis 18 und 20 Meter.

3. Die schiefen Ebenen eignen sich für lange und regelmässige Steigungen, welche bedeutend grösser als 1 : 100 sind, besonders bei Wassermangel ; es scheint, dass diese dazu bestimmt sind sehr viel zur Entwicklung der Wasserstrassen derjenigen Gegenden beizutragen, welche durch die Gestaltung des Geländes, für andere Systeme bei mässigen Kosten sich nicht eignen.

7. Bericht von Herrn M. A. SCHROMM, *Baurat und Wasserbauinspektor im Handels-Ministerium zu Wien.*

Der Herr Berichterstatter will die Vor- und Nachteile der für die Ueberwindung der grossen Höhenunterschiede geeigneten Systeme, sowie die auf Grund der Ergebnisse aus vom Oesterreichischen Staate ausgeschriebenen Wettbewerbes gemachten Fortschritte, untersuchen.

Die *Schleusen* bieten eine absolute Betriebssicherheit und eine grosse Einfachheit in der Ausführung, so dass die Kosten

der Herstellung sowie die Betriebs-Kosten sehr mässig sind. Sie erfordern aber einen grossen Wasserverbrauch und sind, nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen, nur für Höhenunterschiede bis 10 m geeignet. Der Wasserverbrauch kann durch Anordnung von Sparbassins um 50 % reduciert werden, diese Ersparnis erfolgt aber zum Nachteil der Schleusdauer. Die Reducierung des Wasserverbrauches hat hauptsächlich die Verfasser der zum Wettbewerb eingereichten Entwürfe beschäftigt. Unter anderen Mitteln hat man die Anwendung der Sparbassins mit Luftbehälter und Luftpumpe zum Füllen und Entleeren der Kammer vorgeschlagen. Dieser Gedanke wurde in einem Projekt mit doppelter Schleuse von je 18 m Höhe durchgeführt : während der Entleerung einer der Schleusen, dringt das Wasser in die Bassins der leeren Schleuse und verdrängt dort eine entsprechende Wassermenge welche in die Kammer der letzteren einläuft. Das Gleichgewicht zwischen den beiden Kammern der Schleusen und den zum Teil mit Wasser gefüllten Sparbassins wird auf dieser Weise hergestellt. Eine Luftpumpe entzieht ausserdem die Luft von den ersteren Sparbassins und lässt sie in die anderen einlaufen, wo sie das dort enthaltene Wasser verdrängt um damit die Kammer der anderen Schleuse zu füllen.

In einem zweiten Projekt sind zu jeder Seite der Schleuse zahlreiche Kammern (136) für die Aufnahme des Wassers der Schleusen-kammer vorgesehen ; der Uebergang des Wassers von den Kammern in die Schleusen-kammer und umgekehrt, vollzieht sich mittelst senkrechter mit cylindrischer Klappe versehener Röhren. Um die Veränderung der Höhenstände des Wassers in der oberen Kanalhaltung zu vermeiden, wird das Wasser mittelst sich an dem Bauwerk anschliessenden Bassins abgeleitet.

Das Preisgericht hat sich für die Vermeidung der Schleusen bei Wassermangel erklärt ; der Herr Berichterstatter ist aber der Meinung, dass, wenn man Schleusen konstruiren könnte, welche keine Verluste an Wasser aufweisen oder mit Elevatoren die auf Wasserverdrängung beruhen, so würde dieses Urteil wertlos bleiben.

Was die *senkrechten Hebewerke* betrifft, so sind keine Fortschritte zu verzeichnen. Der Herr Berichterstatter erwähnt die bekannten Hebewerke und beschreibt das von Peterborough, worüber die Herren Mitglieder des Kongresses eine ausführliche Beschreibung in dem Berichte von Herrn Symons finden werden.

Schiefe Ebenen. — Der Herr Berichterstatter bemerkt, dass die bestehenden schiefen Ebenen für die modernen Forderungen nicht von Wichtigkeit sind. Trotzdem sind in manchen Projekten des Wiener Wettbewerbes solche Vorrichtungen vorgesehen, dass man sämtliche Schwierigkeiten dieses Systemes als gelöst betrachten kann, und zwar :

a. Eine vollständige Sicherheit und Tragfähigkeit des Gleises.

b. Eine rationelle und sichere Verteilung der Lasten auf die tragenden Teile der beweglichen Kammer und auf die Förder-Vorrichtungen. Die gewöhnlichen Räder sind nicht zu empfehlen, weil das sich bewegende Gewicht von 2500 Tons (Kammer einschliesslich Boot) zu gross ist. Der Herr Berichterstatter ist der Meinung, dass es besser ist Rollen ohne Zapfen oder hydraulische Schlitten anzuwenden. Das preisgekrönte Projekt enthält aber die Anwendung von Rollen nur als Variante.

c. Die Sicherheit einer parallelen Fortbewegung kann man mittelst einer Zahnstange mit vertikalen Zähnen erreichen.

d. Die kleinen Geschwindigkeitsveränderungen während der Bewegung bilden die empfindlichste Seite der schiefen Ebenen. Durch die Anwendung der elektrischen Motore, wird das Lösen der Verankerungen und die Handhabung sehr sanft und die Wirkung jener Geschwindigkeitsveränderungen wird auf dieser Weise genügend verringert ; man kann sie auch beinahe vollständig dadurch beseitigen, dass man das Boot innerhalb der Kammer mittelst an den Längsseiten derselben angebrachten Stangen befestigt, oder dass man das Boot langsam auf die auf der Sohle der Kammer angebrachten Pneus sinken lässt.

e. Das Gleichgewicht kann man in einer sehr sicheren und einfachen Weise, bei Gefällen welche 1 : 25 bis 1 : 20 nicht überschreiten, durch die Anwendung von elektrischen Motoren, wodurch die Kammern sich selbsttätig bewegen können, herstellen. Auf grösseren Steigungen ist es angebracht dass die Kammern gegenseitig in Gleichgewicht sich halten, oder jede für sich mittelst Gegengewichten. Der Herr Berichterstatter ist der Meinung, dass es besser ist die Motore nicht auf den Wagen zu stellen und besondere Wagen-Motore anzuwenden ; auf dieser Weise wird das Verkuppeln mit der Zahnstange unabhängig von dem Federn des Wagens. Man könnte aber diesem Uebelstande auch dadurch abhelfen, dass man Zahnstangen mit vertikalen Zähnen nimmt und diese auf den Seiten anordnet.

Es gibt aber eine sehr wichtige Frage, welche, nach der Ansicht des Herrn Berichterstatters, auf dem Wiener Wettbewerb keine endgültige befriedigende Lösung erhalten haben soll, das ist die Trockenförderung. Man hat in dieser Beziehung sehr gut durchdachte Projekte eingereicht, die vorgeschlagenen Vorrichtungen waren aber nicht für jede Art Boot anwendbar, was gegen die Forderungen des Programms war. Es gibt nur eine praktische Erfahrung, welche die Frage lösen könnte ; es wäre erwünscht dass es gemacht wird und das Preisgericht hat dem Ministerium Vorschläge in diesem Sinne gemacht ; wenn man wirklich durch besondere Vorrichtungen die Wirkung des Wassers auf den Schiffsrumpf ersetzen könnte, so würde man daraus sehr grosse Vorteile ziehen können : Beseitigung der toten Last des Wassers, bedeutende Verminderung der Motorkraft und grosse Vereinfachung in der Konstruktion der Kammer. Der Einfluss der Geschwindigkeitsveränderungen auf das Wasser der Kammer würde nicht mehr zu befürchten sein und die Fördergeschwindigkeit könnte dadurch vergrössert werden. Das preisgekrönte Projekt sieht ähnliche Vorrichtungen vor ; die praktische Anwendung derselben würde ein endgültiges Urteil darüber möglich machen.

Hebwerke mit Rotation. — Der Herr Berichterstatter beschreibt den schwimmenden Cylinder den wir bereits von dem Berichte von Herrn von Bovet kennen. Alle anderen Projekte dieser Kategorie enthalten keine praktische Lösung des Problems.

Hebwerke mit Wasserverdrängung. — Diese Hebwerke stützen sich auf das Archimedes'sche Princip und für nähere Einzelheiten verweisen wir auf den Bericht der Herrn Cool und Jonkheer.

Eine andere originelle Idee ist in dem Projekte von Herrn Hundt, « Magnetkraft », enthalten, welchem das Preisgericht eine ehrenvolle Erwähnung zuerkannt hat ; sie besteht darin, dass man fast das ganze Gewicht der Kammer mittelst auf den Längsseiten derselben angeordneter Elektromagnete aufhebt ; lässt man den Strom durch die Elektromagnete, so wirken diese auf die Kammer in der Weise, dass sie die volle Reibung derselben beseitigen und die Kammer kann dann leicht auf dem Gleise gleiten.

Der Herr Berichterstatter schliesst mit der Bemerkung, dass, um die vollständige Lösung der Frage zu erreichen, es notwen-

dig ist eine schiefe Ebene zur Förderung von Booten von 600 bis 700 Tons zu konstruieren ; nach diesem Versuche, wird es möglich sein alle diesbezüglichen Schwierigkeiten zu überwinden.

8. Bericht von Herrn ANTONIN SMRCEK, Ingenieur, Professor an der böhmisch-technischen Hochschule zu Brünn.

Der Herr Professor Smrcek vergleicht die verschiedenen Systeme hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit. Er berechnet die Zeit wie lange ein Boot am Hebewerk bleibt, den Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Booten, sowie die Dauer der Kreuzung zwischen zwei Booten und er findet, dass, für geringe Höhen, die gewöhnliche Kammerschleuse oder Sparbassins das Schiffshebewerk von der grössten Leistungsfähigkeit ist. Bis zu etwa 15 m Höhe kann man Sparbassins anordnen um der Schleuse, trotz der dadurch entstehenden komplizierten Konstruktion, ihre Vorteile zu wahren. Für zwei Boote, kann man die einfache Schleuse durch eine Doppelschleuse ersetzen. Letztere sind nur bis etwa 12 m Höhenunterschied vorteilhaft.

Die Hebewerke mit Schwimmerschleuse kommen in zweiter Reihe ; diese weisen eine bedeutende Leistungsfähigkeit bei Höhenunterschieden zwischen 15 und 25 m auf.

Ueber 20 m Höhe, wenn man diese durch ein Gefälle überwinden will, so bieten die schiefen Ebenen und zwar die mit Querbahn, welche eine möglichst grosse Neigung hat, sowie die rotierenden Hebewerke eine grosse Leistungsfähigkeit. Was die schiefen Ebenen mit Längsbahn betrifft, so kann man die gewünschte Leistungsfähigkeit, der Nebenarbeiten wegen, nur für Höhenunterschiede zwischen 30 und 60 Meter erreichen.

Der Herr Berichterstatter betrachtet den besonderen Fall eines Kanals welcher eine Länge zwischen 265 und 275,5 km hat (den Donau-Oder-Kanal) und rechnet dafür aus : die Leistungsfähigkeit, die Konstruktionskosten, die Betriebskosten, die Erhaltungs- und Amortisationskosten für jedes System in's Besondere.

Von diesem Rechenexempel und von dieser Erörterung kann man folgenden Schluss ziehen :

Die Kammerschleuse ist das vorteilhafteste, das sicherste, das am wenigsten kostspielige, das ökonomischste und das leistungsfähigste Mittel schon ziemlich grosse Höhenunterschiede zu überwinden, wenn das Speisewasser ohne grosse Verluste dem Zulaufkanal geliefert werden kann. Bei Wassermangel, muss

man das Hebewerk mit beweglicher Kammer und mit Taucher-Kolben vorziehen.

9. *Bericht der Herrn WOUTER COOL C.-J., Ingenieur auf dem Stadtbauamt zu Rotterdam, und Jonkheer C. E. W. VAN PANDUYS C. J., Staats-Wasserbauinspektor zu Horn (Holland).*

Die Herrn Berichterstatter erwähnen die Vorteile und die Schwierigkeiten der verschiedenen Systeme ; sie behaupten, dass für die einmalige Ueberwindung von 100 m und mehr Höhenunterschied ist die Lösung, mittelst schiefen Ebene die einzig mögliche. In allen anderen Fällen sind sie der Meinung, dass die von ihnen vorgeschlagene und zu dem österreichischen Wettbewerbe eingereichten Lösung vorzuziehen wäre.

Dieses System beruht auf dem Princip von Archimedes : jeder Körper der in einer Flüssigkeit eingetaucht wird, wird von einer auftriebenden Kraft beansprucht, deren Grösse dem Gewichte der verdrängten Flüssigkeit gleich ist. Sie nehmen einen geschlossenen Behälter an, der aus einer hohlen Mauer aus Eisenbeton besteht und in der Achse des Kanals angeordnet wird. Dieser Behälter ist vollständig mit Wasser gefüllt und hat genügend grosse Abmessungen um eine grosse Trommel aufzunehmen welche sich verikal bewegt. In diese Trommel laufen die Boote ein von einer Seite und verlassen sie von der entgegengesetzten Seite, nachdem sich die Trommel herumgedreht hat. Es ist leicht begreiflich, dass, wenn man der Trommel ein Gewicht gibt, welches genau so gross wie das Gewicht des verdrängten Wassers ist, die Trommel innerhalb des Behälters fortwährend in Gleichgewicht verbleiben wird und dass die kleinste Kraft ausreichen würde, um die Trommel von oben nach unten oder von unten nach oben um das gewünschte Mass zu bewegen. Bringt man in der Trommel eine Wasserkammer an welche geschlossen werden kann und in welcher das zu fördernde Boot zu liegen kommt, so bleibt das Eigengewicht der eingetauchten Teile dasselbe, unabhängig von dem Umstande ob die Kammer ein Boot trägt oder nicht, wenn nur das Wasser innerhalb der Kammer auf derselben Höhe bleibt.

Die Herren Berichterstatter weisen nach, wie der Betrieb regelmässig und beinahe ohne Wasserverlust vor sich geht und dass nur 35 Minuten zum Heben des einen Bootes und zum Senken eines anderen erforderlich sind. Die Herstellungskosten würden sich auf 5 240 000 Francs belaufen ; die Verwaltungs-

Betriebs- und Erhaltungskosten würden sich auf 47 250 Francs oder auf 71 400 Francs für das Jahr stellen, je nachdem der tägliche Betrieb von 12 oder von 24 Stunden ist.

Nach Ansicht der Herrn Berichterstatter beseitigt das von ihnen vorgeschlagene System sämtliche Nachteile die bei Anordnung von Schleusen und schiefen Ebenen entstehen. Dieses System kann auch bei Höhenunterschiede von über 50 m angewandt werden, die Berichterstatter empfehlen aber an dieser Zahl stehen zu bleiben und für grössere Höhen eine doppelte oder mehrfache etagenförmige Anlage anzuwenden.

10. Bericht von Herrn GIROLA, Ingenieur der italienischen Marine.

Der Herr Berichterstatter betrachtet das Problem vom Standpunkte des gemischten Verkehrs und teilt die zur Ueberwindung von grossen Höhenunterschieden geeigneten Systeme in drei Kategorien ein.

a. Systeme welche den Zweck haben den Höhenstand des Wassers auszugleichen, das sind die Schleusen und die Hebewerke mit Schwimmer. Diese Systeme haben die bereits bekannten Nachteile ; nach Ansicht des Berichterstatters, eignen sie sich nicht sehr für die Kanäle mit gemischtem Verkehr, die nicht festgesetzten Verkehrs-Normen unterworfen sind ; die Hebewerke mit Schwimmer würden sogar eine Gefahr für die Boote und für die Regelmässigkeit des Verkehrs sein.

b. Systeme mit Gegengewichten. Hierzu gehören die hydraulischen Hebewerke und die Hebewerke mit Gegengewichten. Der Herr Berichterstatter meint, dass diese für Höhenunterschiede von nicht mehr als 20 m und für Boote von nicht mehr als 400 Tons zulässig sind.

c. System der schiefen Ebenen : Dieses System enthält, in der Theorie, die Vorteile aller anderen Systeme, aber in der Praxis weist es viele Schwierigkeiten auf : Bestimmung des Gefälles, der Art des Ziehens, der Förderung : Nass oder Trocken, des Verhältnisses zwischen dem abwärts- und dem aufwärts-fahrenden Boote.

Der Herr Berichterstatter meint, dass die günstigste Neigung zwischen 1 : 10 und 1 : 8 liegt ; er schlägt vor einen Teil der Reibungslast mittelst hydraulischer Schlitten aufzuheben damit man die Anzahl der Achsen reducieren kann ; er empfiehlt die

Anwendung der elektrischen Motore zum Antrieb der Achsen und die der hydraulischen Pressen welche beim Hinunterfahren der Boote unter Druck gebracht werden um das Lösen der Anker zu erleichtern. Für die Sicherheit und Regelmässigkeit des Betriebes, findet er dass man, unter Ausschluss der Gegengewichte und des Systemes mit sich in Gleichgewicht haltenden Boote, das direkte Ziehen anwenden soll. Mit Hilfe von hydraulischen Accumulatoren wird man auch die Antriebskraft des hinunterfahrenden Bootes verwerten können. Das Ziehen des hinaufsteigenden Bootes kann mittelst der den Wagen treibenden hydraulischen Pressen erfolgen. Die beste Lage des Bootes im Verhältnis zum Gleis ist die Querrichtung, welche die Länge des Gleises reduciert, die Anlage mehrerer Gleise ermöglicht und die Schwingungen des Wassers verringert.

Herr Girola schliesst, dass die besten Mittel zur Ueberwindung von grossen Höhenunterschieden bei gemischtem Betrieb folgende sind :

1. Die Systeme mit soliden Gegengewichten.
2. Die schiefen Ebenen mit direktem Ziehen.

11. *Bericht von Herrn THOMAS SYMONS, Oberstlieutenant des Genie-Corps in der Armee der Vereinigten Staaten, Ingenieur, Mitglied des beratenden technischen Ausschusses für die Verbesserung der Kanäle in New-Yorker Staate.*

In Amerika ist die Frage der zutreffenden Wahl eines für die Ueberwindung grosser Höhenunterschiede geeigneten Systemes auf verschiedener Weise, je nach dem Lande, gelöst worden ; in den Vereinigten Staaten hat man sich zu Gunsten der Schleusen erklärt, während man in Canada die vertikalen Hebewerke vorgezogen hat. Die Frage wurde in den Vereinigten Staaten in einer besonderen Weise erörtert, mit Bezug auf die Verbesserung und Vergrösserung des Erie-Kanals, auf welchen bei Lockport und Cohoes Gefälle durch doppelte Treppenschleusen überwunden waren ; bei Cohoes handelte es sich darum das Gefälle zu verlegen und es in einer Stelle zu konzentrieren um es dort mittelst nur eines Hebewerkes zu überwinden, dessen Lauf zwischen 34,14 m und 36,88 sein sollte. Dreierlei Hebewerke waren für die Nassförderung von Kähnen von je 1 000 Tons vorgeschlagen. Das Gleichgewicht war in verschiedener Weise gesichert, je nachdem das vorgeschlagene System : mit Luftdruck, Seil oder Wasserdruck war.

Das System mit Luftdruck hatte mehrere Säulen komprimierter Luft, welche unterhalb jeder Schleusenammer in besonderen Kammern eingeschlossen waren. Diese Kammern waren durch die Sohle derselben unter einander und mit einem Accumulator und Luft-Kompressor verbunden. Die Luftsäulen enden in einem Brunnen mit konstantem Wasserstand. Diese Luftkammern dienten als Schwimmer und nahmen durch die Verdrängung einer im Verhältnis zum Gesamtgewicht stehenden Wassermenge die Schleusenammern auf.

Bei dem Seilsystem, hielten sich die beiden Schleusenammern mittelst Seile oder Ketten gegenseitig das Gleichgewicht. Die Seile oder Ketten waren auf Rollen oder Trommeln aufgerollt die von metallenen Pfeilern getragen waren. In dem dritten System war das gegenseitige Gleichgewicht der Zwillingskammern durch Wassersäulen gesichert, welche in senkrechten metallenen Cylindern enthalten und unterhalb einer jeder Schleusenammer nach der Längs-Symetrieebene derselben verteilt waren.

Die zur Prüfung dieser Projekte ernannte Kommission fand die ersteren zwei Systeme theoretisch vollständig durchführbar, sie wagte es aber nicht die Anwendung einer mechanischen Konstruktion von solcher Wichtigkeit, bei welcher eine solch grosse Anzahl Maschinen harmonisch zusammenwirken mussten, zu empfehlen, bevor der praktische Wert durch in grossem Massstab gemachten Versuche festgestellt wäre. Was das System mit Wasserdruck betrifft, so hat die Kommission festgestellt, dass es sich bereits praktisch bewährt hatte. Es ist wahr, dass bei den gemachten Versuchen, jede Kammer im allgemeinen von einem Kolben getragen wird ; aber beim Erie-Kanal, erforderte die grosse Länge der Kammer (94,50 m) die Benutzung mehrerer Stützen ; ausserdem, hatte dieses System geringere Kosten als die anderen erfordert, weil die Masse des Bodenausbaus und der Mauerarbeiten geringer ist.

Die Kommission untersuchte noch die Lösung durch die Konstruktion einer doppelten Treppe von je 4 gewöhnlichen Schleusen, von je 8,53 m Gefälle ; sie hat die Konstruktionskosten, die Erhaltungs- und Betriebskosten, die Dauer der Durchfahrt der Kähnezüge, die Wasserbeschaffung und das Eigentumrecht der Uferbewohner und schliesslich die Möglichkeit der Unfälle und der wichtigen Betriebs-Erschwerungen in Betracht gezogen ; sie hat herausgefunden, dass diese Betrachtungen zu Gunsten der gewöhnlichen Schleusen sind. Man musste die Menge des Speisewassers und die Bedenklichkeit der Unfälle, welche

bei den Elevatoren vorkommen und schwere Folgen haben können in Betracht ziehen. Die Anwendung von gewöhnlichen Schleusen wurde demnach ausschliesslich für die drei Kanäle : Erie, Oswego und Champlain beschlossen.

Es wird jetzt ein bemerkenswerter Typus von einer 15,24 m hohen Schleuse studiert ; dieser Typus unterscheidet sich von den gewöhnlichen Schleusen durch die unteren Tore, welche unten einen beweglichen Teil von 8,54 m, der für die freie Durchfahrt der Boote genügt, und oben einen ganz festen Teil von 10,36 m in Mauerwerk oder Metall, haben. Eine solche Schleuse würde sich viel billiger als die vorhin vorgeschlagenen vier Schleusen stellen, sie würde aber eine viel grössere Wassermenge und eine viel längere Schleus-Dauer erfordern.

In Kanada hat man auf dem Trent-Kanal zu Peterborough, das grösste Schiffshebewerk der Welt gebaut, das erste und einzige Bauwerk in dieser Art in Amerika. Sein Lauf beträgt 19,81 m ; es ist am 9. Juli 1904 dem Verkehr übergeben worden. Der Herr Berichterstatter macht eine sehr interessante Beschreibung darüber welche ich aber aus Mangel an Zeit nicht wiedergeben kann und verweise nur darauf. Die Durchfahrts-Dauer eines Bootes von einer Kanalhaltung in die andere beträgt 12 Minuten.

Ein zweites hydraulisches Hebewerk von 15,24 m Hubhöhe ist jetzt in Kirkfield zwischen dem Balsamsee und dem Simcoesee in Bau begriffen.

Schlussfolgerungen des Haupt-Berichterstatters.

Um die Frage besser beurteilen zu können, ist es nötig hervorzuheben, in wie fern die Schlussfolgerungen sämtlicher Berichte die ich im Auszug wiedergegeben habe übereinstimmen oder auseinandergehen.

Vor allem haben wir drei Berichte mit besonderen Schlussfolgerungen : die Herren Cool und Jonkheer schlagen ihr System : Taucher-Hebewerk welches auf dem Princip von Archimedes beruht, vor ; die Schwierigkeit aber dieses Hebewerk zu handhaben, seine vollständige Dichtigkeit und seine Form unter einem Drucke von mehreren Atmosphären zu wahren sowie der vollständige Mangel an praktischen Beispielen, nötigt uns dieses sehr sinnreiche und so zu sagen verführerische Projekt, dem aber die praktische Bestätigung noch fehlt, auf die Seite zu legen.

Herr Gerdau betrachtet den Fall der Höhenunterschiede von

über 25 m, weil unter dieser Grenze er die Kammerschleusen für Höhenunterschiede bis 12,00 m und Treppenschleusen und vertikale Hebewerke für Höhenunterschiede zwischen 12 und 25 m empfiehlt ; er findet alsdann, dass die schiefe Ebene mit Längsbahn mit selbsttätig sich in Gleichgewicht haltender Kammer, als das beste System von Hebewerken angesehen werden muss. Herr Genard geht die praktischen Anwendungen der schiefen Ebenen und der Hebewerke durch und findet, dass man den hydraulischen Hebewerken den Vorzug geben soll. Der eine und der andere haben also nur Sonderfälle im Auge : Höhenunterschiede von mehr als 25 m ; ausserdem spricht Herr Genard seine Meinung über Höhenunterschiede von mehr als 35 m oder 40 m nicht aus und lässt die Schleusen vollständig ausser Acht.

Herr Girola ist Anhänger des Systems mit soliden Gegengewichten mit elektrischer Anlage für Höhenunterschiede von weniger als 20 m und für Boote von 400 tons ; er sieht die schiefe Ebene mit direktem Ziehen als das beste System für Höhenunterschiede von mehr als 20 m an.

Diese Berichte umfassen also nicht die allgemeine Lösung des Problems.

Herr von Bovet und Herr Schromm machen eine meisterhafte Auseinandersetzung über die auf dem Wiener Wettbewerbe eingereichten Studien und gelangen zum Schlusse, dass die vorgeschlagenen zahlreichen Anordnungen es schon ermöglichen die Frage von der praktischen Seite zu erörtern ; sie finden, dass es notwendig ist eine Anwendung der vorgeschlagenen Lösung zu machen, um die vollständige Sicherheit derselben zu beweisen. Herr von Bovet ist noch deutlicher in seinen Schlussfolgerungen, er behauptet, dass für Höhenunterschiede von unter 20 m rund, soll man von den Schleusen Verwendung machen und dass über 20 m die schiefen Ebenen die beste Lösung liefern. Herr Schromm, dagegen, spricht sich in dieser Beziehung nicht aus ; er hat nur das Ergebnis des Wettbewerbes im Auge, welches, wie wir später zeigen werden, sich nur auf einen Sonderfall bezieht.

Die Herren Lefebvre und Symons finden nach sehr eingehender vergleichender Analysis, welche auf praktischen Daten über Schleusen und Hebewerke beruht, dass die Lösung durch Schleusen am meisten zu empfehlen ist und in den meisten Fällen der Lösung durch vertikale Hebewerke hinsichtlich der Kosten vorzuziehen ist. Diese Ansicht ist auch in den Schlussfolgerungen der Berichte von Herrn Smrcek und der Herren

Hermann und Prüsmann geteilt. Genannte Herren erörtern die Frage vom Standpunkte der grössten Leistungsfähigkeit und der Herstellungs-, Betriebs- und Erhaltungskosten, wobei sie nicht nur einen bestimmten Teil des Kanals betrachten sondern die ganze Länge desselben. Bei Wassermangel oder dort, wo die örtlichen Verhältnisse ganz besondere sind, findet Herr Smrcek, dass es angebracht ist die Hebewerke mit beweglichen Kammern und Taucher-Kolben anzuwenden während die Herren Hermann und Prüsmann in solchen Fällen die schiefen Ebenen mit Querbahn und die Hebewerke mit Schwimmer empfehlen.

Herr Vernon-Harcourt hat die Frage von einem höheren Standpunkte betrachtet ; er hat die besonderen Bedingungen untersucht, unter welchen ein jedes der beschriebenen Systeme am besten angebracht ist, und anstatt die Höhe als Kriterium zu nehmen, führt er ein neues Element des Problemes ein : die Neigung. Er meint, dass die Treppenschleusen oder die schiefen Ebenen angebracht sind, je nachdem die Neigung des Geländes auf einer grossen Länge 1 : 100 beträgt, oder dieses Mass um viel überschreitet. Die vertikalen Hebewerke finden dann Anwendung, wenn das Wasser winzig, der Verkehr ausgedehnt und die Höhenveränderungen schroff sind.

Bevor man endgiltige Schlüsse aus diesen Berichten zieht, ist es angebracht, die neu eingetretene Tatsache : den Wettbewerb von Wien zu prüfen. Ich werde hier nicht wiederholen das was die Herren von Bovet, Schromm und Vernon-Harcourt in ihren Berichten mit der bekannten Beweisführung bereits gesagt haben ; der Rahmen dieses Auszuges erlaubt mir nicht mich in dieser Beziehung auf Einzelheiten einzulassen ; aber es ist zu bemerken, dass die Ergebnisse des Wettbewerbes, oder um mich genauer auszudrücken, die Entscheidung wie sie vom Preisgericht getroffen ist, nicht derart ist, dass man die Lösung des Problemes als allgemein und endgiltig massgebend ansehen kann. Vor allem dürfen wir nicht vergessen, dass das Gericht nur 10 Projekte von den 231 eingegangenen gewählt hat und dass nur diese 10 Projekte für das Publikum ausgestellt waren und von den technischen Zeitschriften beschrieben worden sind ; in Folge dessen sind nicht alle gemachten Vorschläge bekannt. Es ist aber anzunehmen, dass das Preisgericht die anderen Projekte ausgeschlossen hatte, weil diese nichts Neues für die Frage die uns beschäftigt, enthielten.

Zweitens, war dieses Urteil auf einem Wettbewerb beschränkt, dessen Preisgericht den Auftrag hatte, die eingegan-

genen Projekte zu prüfen ohne vom Programm abzugehen ; aus diesem Grunde, wenn sämtliche Projekte sich nicht zu einem allgemeinen vergleichenden Urteil eigneten, und so war der Fall, konnte kein Urteil über die Frage ausgesprochen werden.

Schliesslich, eine Bedingung welche als wesentliche und absolute Grundlage für das Urteil war, das ist die Gestaltung des Geländes, welche sich einigermaßen nur für eine zulässige Lösung : schiefe Ebene mit Längsbahn, eignete ; alle anderen mussten besondere Schwierigkeiten überwinden, um zu einem einigermaßen günstigen Resultat zu kommen ; der Bericht selbst des Gerichtes erkennt dieses an indem es heisst : « die gegebene Bodengestaltung weist in erster Reihe auf geneigte Ebenen mit Längsbahn hin. » Die Lösung konnte deshalb nicht den allgemeinen Charakter wie es zu wünschen gewesen wäre, haben. Von den drei Preisen die das Preisgericht erteilen sollte sind nur zwei zuerkannt worden, und die preisgekrönten Projekte enthalten, das eine, geneigte Ebene mit Längsbahn und, das andere, ein sich drehendes Hebewerk.

Dieses letztere Projekt beruht zwar auf einer sehr originellen Idee, gibt aber doch keine allgemeine Lösung für den durch die Wettbewerbsbedingungen festgestellten Fall ; das für die Anwendung vorgeschlagene System ist, mit Recht, jeder Aufmerksamkeit der Fachleute wert und wir sind der Ansicht, dass durch die Einfachheit der Konstruktion, durch den eingehend durchstudierten Mechanismus der keinen Zweifel in Bezug auf die Wirksamkeit zulässt, durch den geringen für den Betrieb erforderlichen Kraftaufwand (1) und hauptsächlich dadurch, dass das System keiner besonderen Fundamente bedarf und dass die Herstellungskosten verhältnismässig gering sind, dieses System den Vorzug allen anderen Systemen gegenüber verdient. Aber trotz aller dieser Vorteile, kann man die Ausführung nicht empfehlen, weil das System noch neu ist, das Mittel, die Lage der Boote in dem Troge während der Umdrehung zu sichern und den Umhüllungsmantel unter der Einwirkung der sehr grossen Veränderlichkeit der Belastungen dicht zu erhalten noch unsicher ist. Ausserdem muss die Höhe von 36 m als Maximum angesehen werden, weil für grössere Höhenunterschiede die erforderlichen Abmessungen riesig gross sein dürften und für geringeres Gefälle man unter 20 bis 22 m Höhe unmöglich gehen könnte.

(1) 60 Pferde Stärken, während für das Projekt « Universel » welches den ersten Preis erhalten hat, 1 000 P. S. erforderlich sind. Betriebskosten: 28 278 Francs für die Trommel und 160 445 Francs für die geneigte Ebene.

Die geneigte Ebene mit Längsbahn bildet unbedingt eine lokale Lösung, wie dies aus vielen von den dem Kongresse zugegangenen Berichten hervorgeht.

Wenn der Wettbewerb auch nicht die endgiltige Lösung des Problems herbeigeführt hat, hat er doch sehr wertvolle Resultate gehabt ; er bedeutet einen sehr wichtigen technischen Fortschritt in der Frage die uns jetzt beschäftigt, weil all die Schwierigkeiten hinsichtlich des grossen Problemes und in's Besondere hinsichtlich der geneigten Ebenen, und welche auf dem Düsseldorfer Kongress mit so grosser Fachkunde erörtert wurden ohne zu einem endgiltigen Beschluss geführt zu haben, zu Tage getreten sind und jetzt als gelöst erachtet werden können ; die geneigten Ebenen werden demnach dort, wo ihre praktische Ausführung möglich ist, die beste Lösung geben können.

Aber es handelt sich eben darum zu wissen welche die Lösung ist der man den Vorzug geben soll ; in dieser Beziehung, kommt uns Herr Vernon-Harcourt zu Hilfe und gibt uns in seinem Berichte an, wie man nach den strengwissenschaftlichen Grundsätzen vorzugehen hat, wenn das Problem unter ganz bestimmten Bedingungen gegeben ist.

Wenn dem so ist, so können, meiner Ansicht nach, die Beschlüsse des Kongresses die Anwendung nur eines Systems für alle Fälle nicht im Auge haben ; das wurde bereits auf dem Düsseldorfer Kongress empfunden (1) ; die daraufhin erfolgten Studien, der Wettbewerb von Wien und die Berichte der hervorragenden Berichterstatter, die ich in Auszug hier wiederzugeben versucht habe, bestätigen die zuerst auf jenem Kongresse gefassten Beschlüsse ; letztere sind auch durch die Betrachtung bekräftigt, dass die Prüfung der zu treffenden Wahl des zur Ueberwindung von grossen Hubhöhen geeigneten Systemes darf sich nicht auf eine bestimmte Kanallänge beschränken, sondern diese Prüfung muss den ganzen Lauf des Kanals umfassen. Als Schluss meines Berichtes, glaube ich erst zur Prüfung und daraufhin zur Abstimmung des geehrten Kongresses folgenden Entwurf der Beschlussfassung vorlegen zu dürfen :

I. Die Kammerschleusen bleiben die einfachsten, die kräftigsten und die zur Ueberwindung der Gefälle von Kanälen geeignetesten Maschinen. Die Sparbassins ermöglichen den Wasserverbrauch der Kammerschleusen bedeutend zu reducirern, ohne die Dauer der Schleusungen so sehr zu verlängern.

(1) «...der Kongress müsse davon absehen, zu irgend welchen bestimmten System Stellung zu nehmen ». (Seite 324).

Es erscheint angebracht die Studien und die Versuche, die den Zweck verfolgen, noch mehr diese Dauer und den Wasserverbrauch zu verringern, zu unterstützen.

II. Was die ausnahmsweise grossen Höhenunterschiede, die auf einer kleinen Länge zu überwinden sind, betrifft, so liefern die doppelten Treppenschleusen auf Kanälen mit grossem Verkehr und wenn das Speisewasser reichlich vorhanden ist, ein sehr praktisches Mittel.

Fehlt aber das erforderliche Speisewasser, so liefern die vertikalen Hebewerke eine zulässige Lösung für Höhenunterschiede von unter 25 m und die geneigten Ebenen eine solche für Höhenunterschiede über 25 m.

III. Ist die zu überwindende Höhe sehr gross, so muss man darauf bedacht sein, das Gesamtgefälle auf einer Stelle zu konzentrieren, alsdann liefert die geneigte Ebene eine mögliche und passende Lösung.

Jeramole, den 24. Mai 1905.

GAET. CRUGNOLA.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349881

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299440