

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
3. Frage

DIE SYSTEME,
die zum Ausgleiche der grossen Höhenunterschiede
ZWISCHEN DEN KANALHALTUNGEN GEEIGNET SIND.

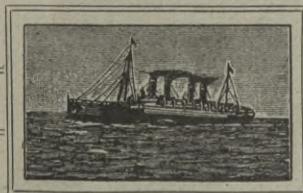
BERICHT

VON

A. SCHROMM

k. k. Hofrat und Binnenschifffahrts-Inspector im k. k. Handelsministerium in Wien

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



~~II 7246~~

II - 349896

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299483

BPK - D 362/2017

Studie über die Systeme, welche zum Ausgleich der grossen Höhenunterschiede zwischen den Kanalhaltungen geeignet sind.

BERICHT

VON

A. SCHROMM

k. k. Hofrat und Binnenschiffahrts Inspektor im k. k. Handels-Ministerium in Wien.

Die bisher ausgeführten Schiffsbewerke können in 3 Hauptgruppen eingeteilt werden, nämlich :

3 Hauptgruppen eingeteilt werden, nämlich :

1. Kammerschleusen ;
2. vertikale Hebewerke, und
3. geneigte Ebenen mit beweglichen Schiffskammern.

Die seitens der österreichischen Regierung im Jahre 1903 veranlasste internationale Preisausschreibung behufs Erlangung von Projekten eines Schiffshebewerkes für eine Gefällshöhe von 36 m, brachte so manche wertvolle Idee und es kann nunmehr noch von weiteren Kategorien von Hebewerken gesprochen werden, nämlich :

4. drehbare-, und
5. Wasserverdrängungs-Hebewerke.

Im Nachstehenden sollen die Vor- und Nachteile der 3 zuerst genannten Hebewerks-Systeme, sowie die in den letzten Jahren dabei gemachten Fortschritte erwähnt und die unter 4 und 5 angeführten Hebewerks-Projekte in Kürze beschrieben werden.

Kammerschleusen.

Die unbestrittenen Vorteile derselben sind :

- a) absolute Betriebssicherheit ;
- b) Einfachheit der Konstruktion, insoferne es sich um die gewöhnliche Schleuse mit geringem Gefälle handelt ;
- c) geringe Instandhaltung- und
- d) geringe Betriebskosten.

e/Re 3681/51

Diesen Vorteilen stehen aber 2 gewichtige Nachteile gegenüber, nämlich: grosser Wasserverbrauch und die bisher mit 10 m begrenzte Gefällshöhe.

Der grosse Wasserverbrauch kann wohl durch den Einbau von Sparbecken um ca 50 % vermindert werden, jedoch wird diese Errungenschaft auf Kosten der Durchschleusungszeit und durch erhöhte Bauspesen erkauft.

Theoretisch lassen sich noch höhere Ersparnisziffern an Schleusenwasser durch Vermehrung und Vergrösserung der Sparbecken im Vergleiche zur Kammer erzielen. Ein rationeller Betrieb hat aber auch mit der Schleusungszeit zu rechnen und diese letztere muss naturgemäss mit dem Werte der Wasserersparnis in Einklang gebracht werden.

Die Eingangs erwähnte Preisausschreibung der österreichischen Regierung förderte auch Kammerschleusen-Projekte zutage, welche die in's Auge gefasste Gefällhöhe von 36 m, teils mit 3, teils mit 2 Schleusentreppen, ja sogar nur mit 1 Schleuse zu je 12, 18, bezw. 36 m Gefälle zu überwinden suchen. Selbstverständlich beruhen alle diesbezüglichen Vorschläge auf der Anwendung von Sparbecken, nachdem der möglich geringste Wasserverbrauch als Bedingung für die Schiffshebwerke aufgestellt wurde.

Eines dieser Schleusenprojekte zeigt je 18 Sparbecken an jeder Seite der einen Kammer von 36 m Gefälle. Die Schleusenprojekte welche das Gefälle in 2 Stufen zu je 18 m überwinden, sind mit je 6 Sparbecken ausgerüstet. Die *modernen* Kammerschleusen sind selbstverständlich auch mit mechanischen Vorrichtungen ausgestattet, um die Schleusentore schneller öffnen und schliessen, die Schiffe schneller aus- und einholen, die Schützen für das Füllen und Entleeren der Sparbecken schneller bewegen zu können, wie dies bei der alt ehrwürdigen Schleuse der Fall ist. Die motorische Kraft für diese Vorrichtungen wurde bisher immer durch eine Turbine geliefert, welche entweder die einzelnen Mechanismen mittelst Transmissionswellen oder auch durch Druckwasser (Pumpe mit Druckwasser-Akkumulator) betätigte. In den letzten Jahren hat aber auch hier die Elektrizität ihren siegreichen Einzug gehalten und so sehen wir beispielsweise bei den am Dortmund-Ems-Kanale gelegenen Schleusen in Glessen und Münster (Schleusen mit 6,4 bezw. 6,2 m Gefälle) für jede Schleuse nicht weniger als 14 Elektromotoren in Anwendung, wovon 4 Stück à 5 Pf. zur Bewegung der Torflügel, 4 Stück à 1,5 Pf. zur Bewegung der Sparbecken-Zylinderschützen, 4 Stück à 3,5 Pf. zur Bewegung der Zugschüt-

zen am Ober- und Unterhaupte, 2 Stück à 5 Pf. zum Antriebe der Spills dienen.

Eine ganz neue Idee im Baue von Kammerschleusen ist die Anwendung von luftdichten Sparbecken und die Einschaltung einer Gebläse-Maschine beim Füllen und Entleeren der genannten Becken. Es ist dies nämlich eines der Konkurrenz-Projekte, welches jedenfalls in Rücksicht seiner geistreichen Anordnung hier erwähnt werden soll und dem auch seitens dess Preissgerichtes die « Würdigung » ausgesprochen wurde. Das Gesamtgefälle von 36 m wird bei diesem Entwurfe durch 2 hinter einander gekuppelten Schächtschleusen à 18 m überwunden. Zu beiden Seiten der Schleusenschachte liegen je 3 Sparbecken, die im Innern mit Eisenblech luft- und wasserdicht verkleidet sind. Der Betrieb ist in der Weise gedacht, dass durch die Entleerung des einen Schleusenschachtes der andere Schacht gefüllt wird. Aus dem gefüllten Schachte strömt das Wasser in die Seitenbecken und verdrängt dadurch teilweise die in ihnen befindliche Luft. Die verdrängte, verdichtete Luft wird mittelst einer Rohrleitung nach den Seitenbecken der leeren Schleuse geleitet, aus welchen ein dem eintretenden Luftvolumen entsprechendes Wasservolumen nach dem Schleusenschachte gedrängt wird. In dem sich jetzt einstellenden Gleichgewichtszustande sind beide Schleusenschächte, sowie deren Sparbecken gleichmässig und teilweise mit Wasser gefüllt. Der ganze Vorgang der Schleusung wird dadurch zu Ende geführt, dass ein in die Luftrohrleitung eingeschaltetes Gebläse in Tätigkeit tritt und einerseits durch Absaugen des Luftrestes aus den Seitenbecken der ursprünglich vollen Schleuse das Entleeren derselben vollkommen bewirkt, anderseits die Füllung der zweiten Schleuse dadurch beendet, dass jene abgesaugte Luft in die Seitenbecken der zu füllenden Schleuse gedrückt wird, bis sie dieselben vollkommen ausfüllt.

Eine andere originelle Idee tritt bei einem weiteren Konkurrenz-Projekte zutage. Diese besteht darin, dass die an dem Schleusenschacht zu beiden Seiten sich anschliessenden Wände, eine grössere Anzahl von Zellen (136 m in Projekte) enthalten, in denen sich besondere Behälter für die Aufnahme des Schachtwassers befinden. Der Wasserwechsel zwischen dem Schachte und den erwähnten Behältern erfolgt durch Steigrohre die mit Zilinderventilen ausgerüstet sind. Diese Ventile werden durch Schwimmer automatisch betätigt. Alle Steigrohre münden in den Schleusenschacht unter dem Unterwasserspiegel.

Eine ganz geistreiche Idee ist bei diesem Projekte in der Richtung zu verzeichnen, dass zur Verminderung der Wasserspiegel-Schwankungen und Strömungen in der Kanalhaltung, die obersten Behälter nicht direkte mit der Haltung verbunden sind, sondern es erfolgt die Wasserentnahme mittelbar aus Zwischen-Behältern.

Weiters ist noch zu bemerken das am Oberhaupte eine Reihe von Reserve-Zellen vorgesehen sind, welche in Falle der notwendigen Ausserbetriebsetzung einer Gruppe oder einzelner Zellen als Ersatz zu dienen haben. Dieses Projekt wurde seitens des Preissgerichtes zum Ankaufe empfohlen. Bei allen künftighin zu erbauenden Schleusen mit grossem Gefälle, wird der *Betoneisen-Konstruktion* infolge ihrer manigfachen Vorzüge die möglich weitgehendste Anwendung gesichert sein. In dieser Richtung sind in den, dem Preissgerichte vorgelegten Projekten sehr lehrreiche und geniale Vorschläge enthalten. Trotz aller auf diesem Gebiete gemachten Fortschritte und Vorschläge, glaubt der gefertigte Berichterstatter sagen zu dürfen, *dass in jenen Fällen, wo in der Scheitelhaltung eines zu erbauenden Kanales nicht die notwendige Wassermenge vorhanden oder auch nicht billig zu beschaffen ist, um auf Basis des zu erwartenden Verkehres die Kammerschleusen speisen zu können, von der Anwendung derselben abgesehen werden muss.* Diese Behauptung wird jedoch in dem Augenblicke hinfällig, wenn es gelingen sollte, die sogenannten *Schleusen ohne Wasserverbrauch* in die Praxis einzuführen, die ich in die im Ein gange unter Punkt 5 erwähnte Kategorie der *Wasserverdrängungs-Hebewerke* einreichte. (Siehe ad 5.)

Vertikale Hebewerke.

Diese zerfallen mit Rücksicht auf die bewegende Kraft in :
a) Doppelhebewerke mit durch *Druckwasser* betätigten Presskolben ;

b) Doppelhebewerke mit durch *Druckluft* bewegten Schiffskammern ;

c) einfache Hebewerke auf Schwimmern und

d) einfache Hebewerke mit *Gegengewichts*-Ausgleichung.

Bei den Gruppen a) und b) sind je 2, bei den Gruppen c) und d) je 1 Wassertrog (auch Schleusentrog genannt) vorhanden, in welche das Schiff einfährt und *schwimmend* gehoben oder gesenkt wird.

Was nun die sub a) angeführten Hebewerke (ascenseurs, lifts)

anbelangt, finden wir dieselben bereits seit einer Reihe von Jahren in Verwendung und gebührt dem englischen Ingenieur *Edwin Clark* das Verdienst, die *hydraulische Presswirkung zum Heben von Schiffskammern* zu benützen, zuerst ausgeführt zu haben. Das Schiffshebewerk in Anderton funktioniert seit 1874 bis auf dem heutigen Tage und zeigt dasselbe eine Jahresfrequenz von 12.000 bis 14.000 Schiffen. Die Gefällshöhe beträgt 15.35 m. Die in Rede stehenden Schiffe besitzen eine Tragfähigkeit von 80 Tonnen à 1.000 Kg. Im Jahre 1888 kamen die Hebewerke in Les Fontinettes und La Louvière in Verwendung. Das Erstere für ein Gefälle von 13,13 m und 300 Tonnen Schiffe, das Letztere für ein Gefälle von 15,40 und 350-400 Tonnen Schiffe. Im Jahre 1904 wurde bei Peterborough (Nordamerika) ein hydraulisches Hebewerk dem Betriebe übergeben, welches eine Gefällshöhe von 20 m überwindet und 1.000 Tonnen-Schiffen die Passage gestattet. Die bisherige Ansicht, dass man bei dem Hebewerke in La Louvière, woselbst der gefüllte Schleusentrog ein Gewicht von 1.100 Tonnen erreicht, bezüglich der Konstruktion des Presskolbens und Presszylinders an *der Grenze der technischen Ausführbarkeit* angelangt sei, wird durch das Hebewerk in Petersborough widerlegt. Jeder der beiden Tröge, im Gesamtgewichte von je 1.700 Tonnen wird durch je einen Presskolben getragen. Dieser setzt sich aus *gusseisernen Stützen* von je 1,60 m Länge, 2.286 m äusseren Durchmesser und 83 m/m Wandstärke zusammen. Die Presszylinder werden aus *Stahlguss* und Stützen von 1,6 m Länge, 2.350 m inneren Durchmesser und 89 m/m Wandstärke zusammengesetzt. Diese Tatsache bedeutet einen weiteren Sieg der Metallurgie, die dem Maschinen-Ingenieur nun ein derart vorzügliches, so hohe Beanspruchungen mit Sicherheit zulassendes Material zu liefern imstande ist. Der Gedanke so ungeheuerer Gewichte nicht auf *eine* Unterstützungsstelle zu lagern, sondern hierfür mehrere solche Stellen zu wählen, lag ja sehr nahe. *Der moderne Kanalschiffahrtsbetrieb* rechnet nunmehr mit 600-800 Tonnenschiffen, so dass dementsprechend auch die neueren Projekte für die vertikalen Schiffshebewerke nicht *einen*, sondern 2, 3 ja selbst 4 Presskolben in's Auge fassen. In dieser Richtung hat die Firma Hoppe in Berlin, sehr eingehende Studien gemacht, die hauptsächlich die schwierige Frage der vollkommen *gleichmässigen Bewegung der einzelnen Presskolben* zum Gegenstande hatten.

Was nun die sub *b)* angeführten *Druckluft- oder auch pneumatischen Hebewerke* anbelangt, so verdanken wir diese Neue-

rung dem amerikanischen Ingenieur Dulton-Chauncey, der im Jahre 1898 eine Schleusentreppe am Erie-Kanal bei Lockport, durch ein solches Luftdruck-Hebewerk ersetzte. Die Trogdimensionen sind ganz bedeutende, nämlich 73 m Länge, 7,9 m Breite und eine Wassertiefe von 4,25 m und zwar werden gleichzeitig 2 Schiffe à 370 Tonnen, also zusammen 740 Tonnen gehoben, bezw. gesenkt. Das Gefälle dieses Hebewerkes beträgt 17,5 m. Leider ist mir nichts Näheres bekannt, wie sich dieses Hebewerk in der Praxis bewährte, denn es war beabsichtigt ein weiteres Luftdruck-Hebewerk für ein Gefälle von 42,7 m bei Cohoes auszuführen, falls mit dem ersten bei Lockport günstige Erfahrungen gemacht würden. Der grosse Vorzug dieser pneumatischen Hebewerke den hydraulischen gegenüber, liegt in der geringen Beanspruchung der Hebe-Konstruktionsteile. Während bei den letzteren die Wasserpressung 25 bis 38 bezw. selbst 44 Kg (Peterborough) pro c/m^2 erreicht, beträgt die Luftpressung bei den erstern nur 0,56 Kg pro c/m^2 , so dass Druckverluste fast ausgeschlossen sind. Dieser Vorteil ist gleichbedeutend mit einer leichtern und billigern Instandhaltung.

Das Prinzip der sub *c*) angeführten *Hebewerke auf Schwimmern* beruht darauf, dass ein im Wasser eingetauchter Körper einen Auftrieb erfährt, welcher gleich gross ist, wie das Gewicht des durch diesen Körper verdrängten Wassers. Stellt man daher einen Schiffstrog auf einzelne Schwimmer, welche in entsprechende Brunnen ein- bezw. austauschen, so kann man die Auf- bezw. Abwärtsbewegung von Schiffskammern auf eine höchst einfache Art bewerkstelligen.

Die Schwimmerhebewerke sind vorläufig nur mit je einem Schiffstrog gedacht, da bei denselben die *Ausgleichung der Gewichte ganz entfallen kann*. Dadurch wird aber auch die ganze Anlage billiger als bei den ausbalanzierten hydraulischen Hebewerken, welche naturgemäss entweder 2 Schiffströge oder 1 Trog mit Gegengewichten zur Voraussetzung haben, um die zur Bewegung der Tröge notwendige Kraft auf ein Minimum zu bringen.

Es gebührt der deutschen Regierung das Verdienst das *erste Schwimmerhebewerk* ausgeführt zu haben, nämlich bei Henrichenburg, im Zuge des Dortmund-Ems-Kanales. Dieses seit dem Jahre 1899 tadellos arbeitende, von der Firma Haniel-Lueg in Düsseldorf, nach den Plänen ihres Chef-Ingenieurs Gerdau ausgeführte Hebewerk, überwindet ein Gefälle von 16 m und können damit Schiffe bis zu 700 Tonnen Tragfähigkeit befördert werden.

Der eigentliche auf 5 Schwimmern ruhende Schiffstrog, hat eine Länge von 70 m, eine Breite von 8,6 m und eine Wassertiefe von 2,5 m. Die erwähnten 5 Schwimmer tauchen vollständig unter Wasser und ist ihr Gesamtauftrieb genau gleich der durch den Trog inclusive Troggerüste und Trogwasser erzeugten Last von ca 3.000 Tonnen. Es befinden sich daher *Auftrieb* und *Last* innerhalb der ganzen Hubhöhe von 16 m, in jeder Höhenlage im Gleichgewichte. Ein ganz *geringes Ueber-* bzw. *Untergewicht* genügt somit, eine Ab- bzw. Aufwärtsbewegung des Troges zu veranlassen. Dieses Uebergewicht wird durch die Zuführung von ca 9.000 Kg Wasser in den Schiffstrog erreicht, während das *Untergewicht* durch Ablassen von ca 9.000 Kg Wasser in der untern Trogstellung hervorgerufen wird. Der ganze Betrieb wird durch 4 vertikale Schraubenspindeln geregelt, welchen auch noch die wichtige Aufgabe zufällt, die genaue *wagrechte Führung des Troges* sicherzustellen. Statt mehreren vertikal gestellten Schwimmern, kann auch ein einziger horizontaler Schwimmkörper in Anwendung kommen. Seit dem Jahre 1899 wurde kein weiteres Schwimmerhebewerk ausgeführt.

Ich übergehe nun zu den d) verzeichneten *vertikalen Hebewerken mit Gegengewichten*.

Das Wesentlichste bei diesen Hebewerken ist die *Aufhängung des Schifftroges an einer grösseren Zahl von Drahtseilen*, die über Rollen zu den Gegengewichten führen. Diese Gegengewichte können wohl als *die billigste Art der Ausgleichung* entgegengesetzt wirkender Kräfte bezeichnet werden; sie gestatten überdies eine *beliebige Druckverteilung* d. h. eine beliebige Anzahl von Angriffspunkten am Troge. Andererseits wird aber die Konstruktion des Hebewerkes eine umständlichere und es gestaltet sich auch der Betrieb unbequemer. Leider ist auch ein derartiges Hebewerk noch nicht zur Ausführung gekommen und muss auch an dieser Stelle der früher erwähnten Firma C. Hoppe in Berlin lobendgedacht werden, weil sie auch derartige Hebewerke sehr eingedehnd studierte.

Ich komme nun zur III Hauptgruppe von Schiffshebewerken, nämlich zu den sub 3) angeführten

Geneigten Ebenen.

Die Hauptbedingungen für die Betriebsfähigkeit der Schiffshebewerke auf geneigten Ebenen sind folgende:

- a) möglichst *solider Unter- und Oberbau der Fahrbahn*;

b) *richtige Druckverteilung auf die Fahrbahn*, sei es nun durch Laufräder, Wälzungsrollen, hydraulische Gleitschuhe etc., etc.;

c) *zuverlässige Parallelführung*, um ein Schiefstellen des Schiffswagens zu verhindern;

d) *geringe Geschwindigkeits-Änderungen* bei der Bewegung der schweren Massen;

e) *möglichste Ausbalanzierung* der bewegten Lasten, sei es nun durch einen 2ten Schleusentrog, sei es durch Gegengewichte bei einem Troge;

f) *möglichste Verminderung der Bewegungswiderstände*.
Bezüglich der *Beförderungsart* der Schiffe auf geneigten Ebenen unterscheidet man 3 Gruppen, nämlich:

1. geneigte Ebenen, auf denen die Schiffe *trocken*;

2. solche, auf denen die Schiffe *schwimmend* und

3. solche, auf denen die Schiffe weder schwimmend noch ganz trocken, also in einer Art gestrandetem Zustande (Schiffstrog mit verminderter Wasserfüllung) befördert werden.

In die Kategorie 1) fallen die geneigten Ebenen auf dem Morris-Kanale in Nord-Amerika, auf dem preussischen Oberland-Kanale bei Elbing, auf dem Meaux-Kanale bei Paris, auf dem Isthmus von Chignecto (Canada).

(Der Vollständigkeit halber möge auch noch der bereits im 16. Jahrhunderte erbauten geneigten Ebenen von Ning-Po in China, und auf der Brenta (Italien) vor ihrer Einmündung in das adriatische Meer gedacht werden, welche gleichfalls in diese Kategorie fallen.)

In die Kategorie 2) zählen die geneigten Ebenen auf dem Monkland-Kanale (Schottland), auf dem Potomac bei Georgetown (Nordamerika) und die im Jahre 1901 erbaute geneigte Ebene in Foxton (Leicestershire) am Grand-Junction Kanale.

Geneigte Ebenen, welche in die Kategorie 3) einzureihen sind, wurden noch nicht ausgeführt, wohl aber lagen der österreichischen Regierung infolge der internationalen Wettbewerbes für ein Schiffshebewerk, derartige Projekte vor. Das Wasser wird nämlich aus den Schiffströgen nur soweit ausgelassen, damit das zu befördernde Schiff ganz leicht auf seinen Unterlagen aufsitzt. Das Schiff entbehrt also in diesem Falle nicht ganz der Boden- und teilweise auch nicht der Seitenstützung durch das Trogwasser.

Mit Ausnahme der geneigten Ebene im Chignecto, welche für 1.000 Tonnen Schiffe erbaut wurde, hat man es bei dem sub 1) und 2) angeführten geneigten Ebenen nur mit Schiffen

von 75 bis 110 Tonnen Tragfähigkeit zu tun. Für den Bau der modernen Kanäle sind also diese Ausführungen ohne praktischen Wert und muss hier wohl das für die ganze technische Welt ganz äussergewöhnliche Verdienst der österreichischen Regierung hervorgehoben werden, denn durch die oben erwähnte internationale Wettbewerbe-Ausschreibung ist auf diesem Gebiete ein gewaltiger Schritt nach vorwärts zu verzeichnen. *Die Frage der Möglichkeit der Anwendung von geneigten Ebenen für den Transport von 600-700 Tonnen-Schiffen, kann infolge dieser Preissausschreibung als gelöst bezeichnet werden.* An anderer Stelle soll darüber Näheres gebracht werden.

Bezüglich ihrer *Bauart* teilt man die geneigten Ebenen in *längs- und quergeneigte*, je nachdem das Schiff mit seiner Längsachse parallel bezw. quer zur Fahrtrichtung befördert wird. Von den früher sub 1) und 2) angeführten geneigten Ebenen sind alle, mit Ausnahme jener von Foxton, *längsgeneigte Ebenen*. Das erste Projekt einer quergeneigten Ebene wurde vom französischen General-Inspektor Flamant im Vereine mit der Firma Five-Lilles für 300 Tonnen-Schiffe im Jahre 1890 ausgearbeitet. 8 Jahren später legten die vereinigten fünf böhmischen Maschinenfabriken dem Actions Comité für die Erbauung des Donau-Elbe-Kanals gleichfalls ein Projekt von quergeneigten Ebenen für Schiffe von 600 bis 700 Tragfähigkeit vor und zwar den Terrainverhältnissen am passendsten, mit einer konstanten Neigung von 1:5. Es war die Aufgabe gestellt, Gefällshöhen von 100 m in einem Zuge zu überwinden, so dass diese quergeneigten Ebenen eine horizontale Länge von 500 m aufweisen.

Die *Wahl der Steigung* einer geneigten Ebene ist wohl selbstverständlich in erster Linie von den Terrain-Verhältnissen abhängig, so dass im Zuge eines und desselben Kanales ganz gut langs- und quergeneigte Ebenen vorkommen können; man wird selbstverständlich zur Ueberwindung *kleiner* Gefällshöhen nie geneigte Ebenen oder vertikale Hebewerke vorschlagen und daher die Trasse eines Kanales nicht etwa aus Prinzip nur für die *ausschliessliche* Anwendung von geneigten Ebenen, nur für Schleusen oder nur für vertikale Hebewerke wählen.

Der trassierende Ingenieur hat es heutzutage, wo ihm Schiffshebewerke verschiedener Systeme zur Verfügung stehen, viel leichter seine *Kanalstrasse den wirtschaftlichen Bedingungen* anzuschmiegen als seinerzeit, wo nur Kammerschleusen mit sehr geringen Gefällen bekannt waren.

Um die Vorteile, welche die geneigten Ebenen für den Be-

trieb bieten voll ausnutzen zu können, soll die *ganze Gefällshöhe in einem Zuge* überwunden werden. Die bedeutendste Ueberlegenheit der geneigten Ebene liegt nämlich in erster Linie in der Möglichkeit der Ueberwindung *grosser Gefälle in einer Stufe*, wofür bei Anwendung von Kammerschleusen *ganze Treppen*, bei vertikalen Hebewerken doch mindestens mehrere davon, also auch Hebewerkstreppen notwendig sind. Jedes Schiffshebewerk, gleichgiltig welcher Kategorie dasselbe angehört, bildet ein Schifffahrts-Hindernis und jeder Betriebsmann wird daher alle Einrichtungen mit Freuden begrüßen, die diese Schifffahrtshindernisse auf ein Minimum bringen, natürlich in der Voraussetzung, dass diese Einrichtungen einerseits auch betriebssicher, leistungsfähig und leicht bedienbar sind, anderseits aber auch einen möglichst billigen Betrieb gewährleisten.

Es ist gewiss keine leichte Aufgabe alle diese Forderungen *gleichzeitig* zu erfüllen; in jedem einzelnen Falle wird man zu entscheiden haben, welche von den genannten Bedingungen auf Kosten der andern zurückgestellt werden können.

Bei den geneigten Ebenen ist, wie bereits sub *a)* erwähnt wurde, die grösste Aufmerksamkeit der Herstellung einer soliden Fahrbahn zuzuwenden, die als ein *grosses Maschinenfundament* zu behandeln ist. Wenn man bedenkt, dass bei grossen Gefällsstufen dieses Fundament, je nach der gewählten Steigung eine Länge von 1.000 m und eine Breite (Doppelbahn vorausgesetzt) von über 30 m erreicht, so wird man sofort die Schwierigkeit dieser Aufgabe zugestehen. Auch bei einer quergeneigten Ebene erfordert das Fundament für die Fahrbahn, immer grosse Gefälle zwischen 40-50 m vorausgesetzt, eine Fläche von ca 70 m Breite, und, je nach der Steigung 200-250 m Länge.

Dem Maschinen-Ingénieur obliegt es nun die sub *b)* verlangte *richtige und sichere Druckverteilung* auf das Troggerüste und die eigentliche Laufvorrichtung zu bewerkstelligen, d. h. ohne die zulässige Beanspruchung der einzelnen Konstruktionsteile zu überschreiten. Gewöhnliche Laufräder dürften sich nicht besonders empfehlen, nachdem man es bei den Hebewerken der modernen Kanäle mit Schiffen von 600-700 Tonnen, die im Troge schwimmend mit diesem letztern und dem Wasser ein Gesamtgewicht von ca 2.500 Tonnen erreichen, zu tun hat. Dieses Gewicht muss auf eine ziemlich grosse Anzahl von Laufrädern verteilt werden, um dieselben und ihre Zapfen nur in zulässigen Grenzen zu beanspruchen. Diese vielen Laufräder erzeugen grosse Widerstände und sind im Betriebe wegen den

vielen Zapfen und Lagerschalen auch schwer zu übersehen, d. h. in gutem Zustande zu erhalten.

In dieser Beziehung dürften Wälzungsrollen ohne Tragzapfen, wie solche schon seinerzeit von den böhmischen Maschinenfabriken vorgeschlagen wurden, vorzuziehen sein. Auch die von der Firma Hamiel & Lueg, vorgeschlagenen *hydraulischen Gleitschuhe* bieten eine günstige Lösung der Druckverteilung. Die sub *c)* verlangte *zuverlässliche Parallelführung* wird in allen bisher bekannt gewordenen Projekten, ausser den gewöhnlichen Laufschiene, auch noch durch eine zwischen denselben gelagerte *Zahnstange* erreicht. Die vertikalen Wangen dieser Zahnstange dienen als Führung für eine grössere Anzahl von Rollen, behufs Aufnahme aller unregelmässigen seitlich wirkenden Kräfte. Die sub *d)* geforderten *geringen Geschwindigkeitsänderungen*, d. h. die Beherrschung derselben in einer im Voraus genau bestimmten Weise, schliesst so zu sagen eine Lebensfrage in sich. Die Beschleunigung zu Beginn der Fahrt, die Verzögerung am Ende der Fahrt, darf für das im Troge schwimmende Schiff nicht nachteilig wirken. *Hier liegt der schwächste Punkt der längs geneigten Ebenen.* Bei quergeneigten Ebenen ist die eben angedeutete Geschwindigkeitsänderung von geringem Einflusse auf das schwimmende Schiff. Es muss hier jedoch hervorgehoben werden, dass durch die in neuester Zeit in Aussicht genommenen elektro-motorischen Antriebe für die Schiffswagen (Schiffströge), die Geschwindigkeits-Änderungen in der denkbar zufriedenstellendsten Weise geregelt werden können, so dass dadurch der schwerwiegendste Vorwurf, der den längs geneigten Ebenen bisher wohl mit Recht gemacht werden konnte, teilweise behoben wurde. Ich sage teilweise, weil zur vollen Entkräftung des Vorwurfes noch weitere Bedingungen erfüllt werden müssen. Diese bestehen darin, das im Troge schwimmende Schiff, sei es nun durch seitliche, sei es durch Bodenstützen gegen die Wasserschwankungen unempfindlich zu machen oder auch diese Wasserschwankungen durch bewegliche vertikale Blechklappen, die am Troge befestigt sind, zu vermindern. Diesbezügliche Vorschläge lagen dem internationalen Preisgerichte in Wien (1904) vor. Was nun die sub *e)* angeführte *möglichste Ausbalanzierung* der bewegten Lasten anbelangt, so ist zu bemerken, dass auch hier die elektrische Kraft eine sehr zufriedenstellende Lösung ermöglicht.

Bisher wurde bei den bestehenden oder projektierten geneigten Ebenen die Ausbalanzierung durch Doppeltröge (wovon einer hinaufgezogen wird, während gleichzeitig ein gleich grosser Trog-abwärts fährt) oder durch *Gegengewichte* annähernd

erreicht. Die zu hebende Last, wenn sie auch noch so bedeutend ist, bedarf also keiner bedeutenden *Betriebskraft*. Sind die beiden Schiffströge *mechanisch gekuppelt*, d. h. mit Drahtseilen oder Ketten (Gestänge) verbunden, so erscheint zwar die Sicherheit im Betriebe bis zu einem gewissen Grade gewährleistet, jedoch verursacht *die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Tröge* bei der Abfahrt und bei der Ankunft derselben am untern bezw. obern Haltungstore ganz bedeutende Zeitverluste, die auf die Leistungsfähigkeit des Hebewerkes von nachteiligem Einflusse sind. Dies ist auch der Grund, warum bei allen neueren Projekten, bei denen nur sehr geringe Steigungen (1:25, 1:20) gewählt würden, auf die mechanische Kuppelung der beiden Schiffströge Verzicht geleistet und dafür *einfache Hebewerke mit Gegengewichten*, oder noch besser die sog.: *elektrische Kuppelung* vorgeschlagen werden. Bei Anwendung genügend starker Antriebsmaschinen können nämlich die Schiffströge hinsichtlich Beginn, Ende und Dauer der Fahrt *von einander unabhängig betrieben* werden, so dass im Bedarfsfalle, wenn die Leistungsfähigkeit des Hebewerkes voll ausgenützt werden muss, der unabhängige, beliebige Betrieb mit jedem der beiden Schiffströge möglich ist, gerade so als ob 2 getrennte Hebewerke vorhanden wären. Bei stark geneigten Ebenen kann man, aus Rücksicht für einen sichern Betrieb, auf die mechanische Trogkuppelung wohl nicht verzichten. Dies erscheint um so gerechtfertigter, weil man es hier mit relativ kurzen Verbindungsseilen, Ketten etc zu tun hat.

Es dürfte hier auch angezeigt sein, Einiges über die *Antriebsvorrichtungen* mitzuteilen. Die dem wiederholt genannten internationalen Preisgerichte vorgelegten Projekte von geneigten Ebenen zeigten, dass es vorteilhaft sei besondere *Antriebswägen* zu benützen, d. h. die Antriebsmaschinen nicht auf den Trogwagen selbst anzubringen. Diese letztere Art erfordert nämlich wegen der Durchliegung der Federn des Trogwagens bei verschiedenen Belastungen *verschiebbare Kupplungen*, oder auch geneigt liegende Zahnstangen mit aufrechtstehenden Zähnen, wobei die Zähne des Getriebes längs der Zahnflanken der veränderlichen Senkung entsprechend gleiten müssen. Sind aber *besondere Antriebswägen* vorhanden, so bleibt die Lage der Zahnstange zu den Zähnen des antriebsrades unverändert, d. h. der Zahneingriff ist unabhängig von den veränderlichen Senkungen des Wagens. In dieser Richtung ist also infolge der Preisausschreibung ganz entschieden ein wichtiger Fortschritt in der maschinellen Ausgestaltung der geneigten Ebenen zu verzeichnen.

Die Anwendung des *Adhäsionsbetriebes* bietet den scheinbaren Vorteil, dass der kostspielige Zahnstangenantrieb ganz entfallen kann. In Wirklichkeit stellt sich jedoch die Sachlage anders, denn bei reinem Adhäsionsbetrieb sind sehr kostspielige Einrichtungen, in Gestalt von *zahlreichen motorisch angetriebenen Achsen* erforderlich, um die nötige Zugkraft zu erreichen.

Was nun schliesslich die sub f) angeführte *Verminderung der Bewegungswiderstände* anbelangt, so wurde bereits an anderer Stelle bemerkt, dass die Anwendung von *Wätzungsrollen*, bezw. der *hydraulischen Gleitschuhe* den gewöhnlichen Laufrädern vorzuziehen sind, dass weiters durch Anwendung des elektrischen Gewichtsausgleiches die Widerstände, welche das Gestänge (Ketten), Seile, Führungsrollen, etc., etc., hervorrufen, vermieden werden. Eine wichtige Streitfrage, ob nämlich *Trockenförderung* von Schiffen im modernen Kanalbetriebe zulässig sei oder nicht, konnte leider auch von dem internationalen Preisgerichte nicht bestimmt beantwortet werden.

Es lagen verschiedene sehr hübsch durchdachte Projekte vor, welche die *Trockenförderung* der künftigen Kanalschiffe zu 600-700 Tonnen behandelten. Nachdem jedoch im Preis Ausschreiben strikte verlangt wurde, dass mit dem Hebewerke, «*wie immer beladene oder unbeladene Schiffe, welche vermöge ihrer Bauart und Beschaffenheit zur Befahrung des Kanales tauglich sind, über die Kanalstufe ohne Gefahr für Schiff und Ladung*» zu befördern sein müssen, so war sozusagen die *reine Trockenförderung* vorneherein ausgeschlossen. Die in Oesterreich geplanten Schifffahrtskanäle bezwecken die Verbindung der Elbe, der Oder und Weichsel mit der Donau. Auf den 3 zuerst genannten Flüssen verkehren Tausende von sehr schwach gebauten Holzschiffen, welche für eine *Trockenförderung* absolut nicht geeignet sind. Dieser Umstand wäre jedoch für den gefertigten Berichterstatter, welcher dem Preisgerichte angehörte, durchaus nicht massgebend, um die *Trockenförderung* prinzipiell auszuschliessen. Ich gehe nämlich von der vielleicht irrigen Ansicht aus, dass diese schwach gebauten Holzschiffe für einen rationalen, grosszügigen Schiffsverkehr überhaupt nicht taugen, dass sie bis zu dem Zeitpunkte der Vollendung des Donau-Oder- und Donau-Elbe-Kanales nicht mehr bestehen werden, und dass etwaige Reste derselben naturgemäss auf den *lokalen Verkehr* angewiesen werden. *Der grosse Transitverkehr* auf den genannten Stromgebieten und den Verbindungskanälen derselben, wird und muss sich mit den

wirtschaftlich und betriebs-technisch richtigen Schiffen von 600 bis 700 Tonnen Tragfähigkeit abwickeln. Diese Schiffe müssen ganz aus Eisen mit festen Decken, also als wirkliche Kastenträger, hergestellt werden, die wahrscheinlich eine Trockenförderung zulassen. Ganz zweifellos lässt sich wohl auch für derart gebaute Schiffe die Frage der Trockenförderung nicht beantworten, weshalb ich auch im Schosse des Preisgerichtes den Vorschlag machte, dass dies bezügliche Versuche angestellt werden mögen. Dieser Vorschlag wurde auch als Beschluss des Preisgerichtes in seinem Berichte an den Handelsminister aufgenommen.

Meiner Ansicht nach kann einzig allein nur der praktische Versuch eine strikte Antwort geben, ob ein solid gebautes Eisenschiff nach ca 150 Trockenlegungen in der Schifffahrtssaison, in seinen Boden- und Boordwand-Nähten noch vollständig dicht hält oder nicht. Wenn die Einrichtungen für die Trockenförderung der Art sind, dass sie den auf den schwimmenden Schiffskörper wirkenden Wasserdruck *vollwertig ersetzen*, dann ist wohl kein Grund vorhanden, diese Einrichtung prinzipiell zu verwerfen. Jedermann muss zugeben, dass die bei der Hebung eines Schiffes im Troge mitgeführte, also auch gehobene Wassermasse eine, für den eigentlichen Zweck ganz unnütze Arbeitsleistung ist. Diese unnütze Arbeitsleistung steigert sich in noch höherem Masse, wenn in *einer* Verkehrsrichtung leere oder minder beladene Schiffe befördert werden. Dieses ohne irgend welchen Nutzen gehobene oder gesenkte Wassergewicht beträgt bei Trögen für 600-700 Tonnenschiffen ca 1.400 Tonnen. Könnte dieses unnütze, bedeutende Gewicht entfallen, so könnte auch naturgemäss die ganze Trogkonstruktion viel einfacher, viel leichter gehalten werden, so dass hier neuerdings an Gewicht erspart würde.

Vom theoretischen Standpunkte wäre also, abgesehen von dem Wegfalle der Wasserschwankungen während der Fahrt, von der Möglichkeit einer grösseren Fahrgeschwindigkeit überhaupt, von einer kleineren Betriebskraft, etc., etc., die Trockenförderung mit Freuden zu begrüßen. Es sind daher praktische Versuche auf diesem Gebiete sehr zu empfehlen, die ja tatsächlich auch vom erwähnten Preisgerichte vorgeschlagen wurden.

Von den verschiedenen dem Preisgerichte vorgelegten Projekten für die Trockenförderung der Schiffe, verdient die *Halbnassförderung*, oder wie an anderer Stelle gesagt wurde, nur mit verminderter Wasserfüllung des Troges, besondere Erwähnung. Das Wasser des Schiffstrogcs, wird nämlich vor Beginn der

Fahrt soweit aus dem Troge abgelassen, dass das Schiff mit seinem Boden auf Gummischläuchen leicht aufruht, die mit Pressluft aufgebläht werden. Diese Schläuche sind in grösserer Anzahl in der Längsrichtung des Troges gelagert. Das Schiff schwimmt nicht und sitzt auch nicht ganz trocken auf, so dass es einerseits nicht den gefährlichen Wasserschwankungen bei der Fahrt ausgesetzt ist und andererseits doch eine gute Boden- und teilweise auch Bordwandstützung geniesst. Dieses Projekt, wurde seitens des Preisgerichtes zum Ankaufe empfohlen.

Ein anderes Projekt der Trockenförderung sieht federnde Kolben vor, die auf Längsschwellen wirken. Auf dem Trogboden sind eine grössere Anzahl von solchen Längsschwellen, die sich derart übergreifen, dass stets mehrere Schiffsspanten gestützt werden, projektirt. Auch die Bordwände des Schiffes werden durch Längsschwellen, die an den Trogwänden beweglich angebracht sind, abgestützt.

Diese relativ kurzen Längsschwellen werden mittelst Kolben, die sich in Luftzylindern bewegen, an die Seitenwände des Schiffes angepresst. Diese Art von seitlicher Abstützung der Schiffswände wird sich auch für die Nassförderung empfehlen, weil das Schiff den Wasserschwankungen im Troge nicht folgen kann. Auch noch andere Ideen für die Trockenförderung besitzen ganz gute Einzelheiten wie z. B. die Aufhängung des Schiffes auf Gurten ohne Enden oder die Auflagerung auf Traversen, die durch Zugstangen mit Luftpresszylindern in Verbindung stehen etc., etc.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, dass es an wertvollen Anregungen nicht fehlt; wie erwähnt, können nur einschlägige *praktische Versuche* ein abschliessendes Urtheil bieten, alle theoretischen Streitigkeiten haben keinen Wert. Mit der unbedingt notwendigen praktischen Erprobung einer geeigneten Ebene als Schiffshebewerk, sollte auch die Frage der Trockenförderung gelöst werden. Damit würde der weiteren Entwicklung der Schifffahrtskanäle ein ganz gewaltiger Impuls gegeben, denn so manche in wirtschaftlicher Beziehung als notwendig erkannte Kanallinie wurde bisher nicht erbaut, weil es an *erprobten Hebewerken für grosse Gefälle* fehlte. Diese Schlussfolgerung veranlasst den Berichterstatter, auf das Ergebnis des von der österreichischen Regierung ausgeschriebenem Wettbewerbes behufs Erlangung von Projekten für ein Schiffshebewerk von 35.9 m Gefällshöhe im Zuge des Donau-Oder-Kanals, hinzuweisen. Das schwach ansteigende Terrain, auf welchem das *Probehebewerk* errichtet werden soll, weist gebieterisch auf die

Anwendung einer *längstgeneigten Ebene* hin, infolge dessen auch die weitaus grösste Zahl der eingelangten Projekte eine solche geneigte Ebene behandelten. *Quergeneigte Ebenen* besitzen ganz unbestrittene Vorteile den längsgeneigten gegenüber (kürzere Fahrzeit infolge der grössern Steigung, Zeitersparnis bei der Ein- und Ausfahrt der Schiffe, also grössere Leistungsfähigkeit, leichte Anpassung an die wechselnden Wasserstände in den anschliessenden Haltungen, etc., etc.) die jedoch im vorliegenden Falle umfangreiche Erdbewegungen, bezw. bedeutende Baukosten verursachen würden. Dies war auch einer der Gründe, wesshalb *Schachtschleusen* und *vertikale Hebewerke* vom Preisgerichte ausgeschieden wurden.

Der *erste Preiss im Betrage von 100.000 Kronen (105.000 fcs)* wurde dem Entwurfe der 5 böhmischen Maschinenfabriken im Vereine mit den österr. Siemens-Schuckert Werken für eine *längsgeneigte Ebene 1 : 25* verliehen.

Die Bahn, welche zur Ueberwindung eines Gefälles von 35,9 m, demnach eine Länge von rund 900 m erreicht ist 2 geleisig mit je einer in der Mitte eines jeden Geleises gelagerten Zahnstange, so dass also gleichzeitig 1 Schiff zu Berg und 1 Schiff zu Tal befördert werden kann.

Zum Antriebe eines jeden Trogwagens dienen je 2 auf diese Zahnstangen wirkende und auf besondern Geleisen laufende elektrische Motorwägen. Diese Wägen sind mit dem Schiffstroe *nicht* gekuppelt, sondern wirken ähnlich wie Berglokomotiven durch Druck von der Talseite auf die Schiffs-Wägen. Auf die *mechanische Kupplung* der beiden Schiffströge wurde verzichtet, um die Zeitverluste, welche durch die Abhängigkeits-Aufenthalte wegen des notwendigen *gleichzeitigen* Beginnes und Beendens der Fahrt entstehen, zu vermeiden. Die Bahn mit 2 Trögen ohne mechanischen Gewichtsausgleich, gewährt, mit Berücksichtigung des für beide Trogwägen *getrennten elektrischen Antriebes*, bei Nutzbarmachung der Arbeitsleistung des zu Tal gehenden Troges, die erforderliche *Unabhängigkeit des Betriebes der beiden Trogbahnen*. Darin ist ein grosser Vorzug dieses Entwurfes gelegen.

Die Lagerung der Schiffströge soll entweder auf Walzungsrollen oder auf Laufrädern erfolgen; die Konstruktion ist derart gewählt, dass man das eine System gegen das andere ohne weiters auswechseln kann. Der in Rede stehende Entwurf berücksichtigt ausser der Nassförderung auch die Möglichkeit einer Trockenförderung, wie dies bereits an anderer Stelle dieses Berichtes angedeutet wurde. Ein weiterer Vorzug dieses Entwur-

fes ist darin zu suchen, dass alle Bewegungen, inklusive der verschiedenen Brems-Einrichtungen vom Trogwagen aus beherrscht werden, so dass der Betrieb sich einfach und sicher gestaltet.

Diese elektrische Gewichtsausgleichung bedingt jedoch im *Interesse der Betriebssicherheit*, die Anwendung von automatisch wirkenden mechanischen Bremsvorrichtungen zum esfortigen Festhalten der Tröge, im Falle des Versagens des elektrischen Stromes.

Zwei weitere Entwürfe von *längsgeneigten Doppelbahnen mit elektrischer Gewichtsausgleichung*, wurden seitens des Preisgerichtes wegen beachtenswerten Einzelheiten zum *Ankaufe* empfohlen und einem Entwurfe einer längsgeneigten Ebene mit *Seilausgleichung* der beiden Schiffströge, die *Würdigung* ausgesprochen.

Den 2ten Preis in der Höhe von 75.000 Kronen (78.750 frcs), wurde einem, im Eingange dieses Berichtes als 4te Kategorie von Schiffshebwerken bezeichneten Entwurfe, nämlich einem Drehhebwerke zugesprochen.

Drehhebwerke.

Der Grundgedanke, die Schiffshebung durch einen grossen *schwimmenden Hubzylinder mit 2 Trogtrommeln* zu bewirken, wurde in verschiedenen, dem Preisgerichte vorgelegten Entwürfen, behandelt. Die meisten Entwürfe dieser Kategorie, zu denen auch die *Balanzier-Hebwerke* zu zählen sind krankten jedoch an dem Umstande, dass vom maschinenbaulichen Standpunkte ganz verfehlte Mittel zur Lösung der Aufgabe gewählt erschienen z. B. Hubzylinder auf grossen Rollenlagern, drehbar eingehängte Schiffströge, etc., etc. Nur eines dieser Projekte bot Anlass, dasselbe eingehend zu studiern und führte dieses Studium zur Prämiiierung desselben. Der *Hubzylinder* dieses Entwurfes ist als Schwimmer ausgebildet und zwar besitzt derselbe 52,6 m Durchmesser und eine Länge von 70 m, also ein ganz gewaltiges Tragwerk, welches auf dem Unterwasser schwimmt. In den Hubzylinder sind 2 Trommeln von je 12 m Durchmesser eingebaut, welche die zu hebenden oder zu senkenden Schiffe im schwimmenden Zustande aufnehmen. Durch die Drehung des Zylinders um seine Achse, gelangen die Trommeln in die Höhe des Ober- bzw. Unterwasserspiegels. Zwei in der Mitte der Zylinderstirnwände angeordnete stählerne Zap-

fen, werden durch 2 Schwingen mit deren verankerten Drehpunkten verbunden, so dass der Zylinder Schwingungen um diese Drehpunkte vollführen kann. Die obere Kanalhaltung ist durch ein vertikales Hubtor abgeschlossen. Die auf der Oberhauptseite gelegenen Verschlüsse der beiden Schiffstrommeln sind ebenfalls Hubtore, die gleichzeitig mit dem Haltungshubtore, geöffnet und geschlossen werden. Die auf der Unterwasserseite gelegenen Tore der Schiffstrommeln sind einfache Schiebtore. Die Drehung des Hubzylinders erfolgt durch den Eingriff je eines Zahngetriebes in zwei, den halben Umfang des Zylinders umfassende Zahnkränze. Diese Getriebe sind miteinander gekuppelt, um eine Schiefstellung des Zylinders zu verhindern. Zum Antriebe des Hubzylinders genügt eine 60 Pfdg. Maschine; es sind 2 Diesel-Motoren à 60 Pferdestärken vorgesehen, die Gleichstrom-Generatoren betätigen.

Es unterliegt wohl keinem Streite, dass ein derartiger schwimmender Zylinder den denkbar *geringsten Bewegungswiderstand* verursacht, dass ferner durch das Schwimmen auf dem Unterwasser eine volle *Unabhängigkeit von dem Fundamente* erzielt wird. Diese Vorzüge waren für das Preisgericht massgebend, diesem Entwurfe den 2ten Preis zuzuerkennen, obgleich die der Preis-Ausschreibung zugrunde gelegten Terrain-Verhältnisse, eine Verwendung dieses Projektes ohne ganz gewaltige Auslagen für Erdbewegung, ausschliessen. Ueberhaupt muss gesagt werden, dass ein derartiges Dreh-Hebewerk eine sehr beschränkte Anwendungsfähigkeit besitzt; für Gefällshöhen *unter 20 m* ist dieses System aus dem Grunde nicht verwendbar, weil die beiden Schiffstrommeln dann so nahe aneinander rücken, dass die Konstruktion des Hubzylinders unmöglich wird. Ueber 36 m Gefällshöhe zu gehen, empfiehlt sich auch nicht, da der Hubzylinder ungeheure Abmessungen erhalten müsste. Das Preisgericht hat, um den in Rede stehenden Entwurf praktisch annehmbar zu machen, verschiedene, darunter einige ganz wichtige Verbesserungen vorgeschlagen.

Vom Professor Czischek (Wien), wurde seinerzeit ein *grosser rollender Zylinder ohne Abschlussstore* gegen die Kanalhaltungen hin, in Vorschlag gebracht. Dieser Zylinder, welcher das zu hebende Schiff in einer in der Drehachse liegenden Trommel schwimmend aufnimmt wird mittelst Zahnkränzen, die in Zahnstangen eingreifen, über eine geneigte Ebene hinauf und über den trockenen Scheitel hinüber in das Wasser der obren Haltung hinabbewegt. Der Zylinder würde, den Transport von 600-700 Tonnenschiffen vorausgesetzt, einen äusseren

Durchmesser von 20 m, die eigentliche Schiffstrommel 16 m erhalten. Die Gesamtlänge des Zylinders ist mit 70 m in Vorschlag gebracht. Hervorzuheben wäre in diesem Entwurfe die Gewichtsausgleichung durch Gegengewichte, die gleichfalls auf einer geneigten Ebene laufen.

Von den eigentlichen *Balanzier-Hebwerken* lässt sich nicht viel sagen, sie sind die eigentlichen Vorläufer der viel praktischeren Trommelhebwerke gewesen.

Ich übergehe nun zur letzten Kategorie von Hebwerken bzw. Projekten, nämlich zu den

Wasserverdrängungs-Hebwerken.

Gewöhnlich werden diese Hebwerke in die Kategorie der sog: *Schleusen ohne Wasserverbrauch* eingereiht. Ich bin jedoch der Meinung, dass diese Einreihung nicht ganz richtig ist, denn sie haben mit der Kammerschleuse nichts anders gemein als eine Kammer. Die Auf- und Abbewegung eines Schiffes erfolgt jedoch hier nicht durch das Anfüllen und Ablassen des Wassers aus der Kammer, sondern durch die *Verdrängung des Kammerwassers* durch Ein- oder Austausch eines grossen, in die erweiterte Kammer gebrachten Schwimmers. Es wird somit hier ein ganz neues Prinzip der Wasserspiegelhebung bzw. Senkung und zwar ohne Wasserverbrauch zur Anwendung gebracht. Den Anstoss zu dieser Neuerung gaben die französischen Ingenieure Bétancourt und Girard, nachdem der Wasserverbrauch der grossen Kammerschleusen, selbst wenn sie mit Sparbecken versehen sind, noch immer bedeutend ist.

Dem internationalen Preisgerichte lag ein diesbezügliches sehr hübsch ausgearbeitetes Projekt vom preussischen Wasserbau-Inspektor Schnapp vor. In einer entsprechend erweiterten Schleusenammer bewegt sich ein aus Eisen konstruierter Schwimmer von 56 m Länge, 25 m Breite und 21 m Höhe auf und nieder. Die Bewegung wird dadurch veranlasst, dass das in den Kammern des Schwimmers enthaltene Wasser entweder in die entsprechenden Seitenbecken (Art von Sparbecken) überfließt, hierdurch den Schwimmer entlastet oder umgekehrt aus den Seitenbecken in die Schwimmerkammern zurück fließt, wodurch der Schwimmer belastet wird. Im ersten Falle steigt der Schwimmer aus dem Wasser empor, wodurch der Wasserspiegel in der Schleusenammer sich senkt, im letzteren Falle tritt eine Hebung des Wasserspiegels der Schleusenammer ein. Das Gesamtgefälle von 36 m (Preisausschreibung) wird bei diesem Projekte in 3 Stufen überwunden. Bezüglich des Be-

triebes wäre zu erwähnen, dass sowohl mit Wasserübergewicht, als auch mit Pressluft gearbeitet werden kann. Diesem Projekte wurde seitens des Preisgerichts die *Würdigung* ausgesprochen.

Der früher erwähnte Professor Czischek entwarf gleichfalls eine *Sparschleuse ohne Wasserverbrauch*; er ersetzt den auf- und abgehenden Schwimmer des eben erwähnten Entwurfes durch einen grossen Wälzkörper, der sich in einer zwischen oder neben der eigentlichen Kammerschleuse befindlichen sog. Verdränger-Kammer, um seine horizontale Längsachse hin und her wälzt und dabei den Wasserspiegel der genannten Kammerschleuse hebt oder senkt. Da die Leistungsfähigkeit eines derartigen Schiffshebewerkes eine ganz bedeutende ist, so wäre es wohl empfehlenswert, dass Herr Professor Czischek die Sache weiter verfolgen möchte. Leider beteiligte sich derselbe nicht an dem allgemeinen Wettbewerbe. Die Durchbildung seiner Idee für grosse Gefälle, hätte gewiss manch schätzenswerte Einzelheiten zutage gefördert.

Eines Projektes muss jedoch noch gedacht werden, welches gleichfalls dem internationalen Preisgerichte vorlag und sich durch seine originelle Idee auszeichnet. Dieses Projekt, welches dem Ingenieur Hundt zum Verfasser hat, stellt eine längs geneigte Doppelbahn für Nassförderung der Schiffe dar. Die Tröge, welche durch über Antriebsrollen laufende Stahlseile mit einander verbunden sind, bewegen sich auf 2 längs der geneigten Ebene angeordneten Gleitbahnen. Um den Kraftaufwand für das Gleiten auf ein Minimum zu bringen, ist eine besondere *elektro-magnetische Entlastung* vorgesehen, und zwar in folgender Weise:

Es ist sowohl eine Verschiebung vom Troge im Troggerüste, als auch eine Verschiebung des ganzen Systems auf dem Führungsgerüste möglich. Dieses letztere ruht längs der geneigten Ebene auf eigenen Fundamenten. Die auf dem Führungsgerüste bezw. auf dem Troge angeordneten *Gleitschienen*, welche die *Anker der Entlastungsmagnete* bilden, bestehen aus einzelnen Teilen, sind scharnierartig verbunden und federnd aufgehängt. Die Elektromagnete sind an den obern und untern Längströgen des Troggerüstes befestigt und tragen seitliche Gleitbacken aus Bronze.

Sobald nun den *Entlastungsmagneten* Strom zugeführt wird, steigt die Zugkraft so lange, bis endlich beide Tröge auf den geneigten Gleitbahnen in Bewegung kommen. Die Tröge werden in ihren Endstellungen an den Kanalhauptern ebenfalls durch Elektromagnete festgehalten. Diese gewiss interessanten

Neuerungen veranlassen das Preisgericht, diesem Projekte die Würdigung auszusprechen.

Das im Vorstehenden Gesagte zeigt zur Genüge, dass der durch *die österreichische Regierung veranlasste Wettbewerb für moderne Schiffshebwerke*, eine Fülle neuer Ideen brachte, dass damit der technischen Welt aller Staaten der Erde ein äusserst wertvolles Material zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt wird.

Es erübrigt nun der österreichischen Regierung noch ein weiterer, wichtiger und auch kostspieliger Schritt, nämlich die *Ausführung einer geneigten Ebene für 600-700 Tonnenschiffe*, um die praktische Anwendbarkeit dieses Schiffshebesystems in betriebstechnischer und wirtschaftlicher Richtung beweisen zu können. Nur die Erfahrung mit einem solchen *Probehebwerke* kann die vielen Fragen, welche die *Betriebssicherheit, Leistungsfähigkeit, Instandhaltungs- und Betriebskosten* betreffen, endgiltig lösen. England hat mit den vertikalen Presskolben-Hebwerken, Frankreich mit den Sparbecken-Kammerschleusen für grössere Gefälle, Deutschland mit den Hebwerken auf Schwimmemern, Nordamerika mit den vertikalen pneumatischen Hebwerken den Anfang gemacht, so wollen wir denn hoffen, dass Oesterreich auch die erste geneigte Ebene für moderne 600-700 Tonnen-Kanalschiffe errichte, wodurch dem Baue von Schiffahrtskanälen zweifellos ein neue Aera eröffnet würde.

Oesterreich weist mit berechtigtem Stolze auf seine, allen übrigen Staaten auch heute noch als Muster dienende erste *Gebirgsbahn* hin. Hoffentlich wirkt Oesterreich ebenso bahnbrechend auch im Baue von *Gebirgskanälen*.

A. SCHROMM.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349896

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299483