

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

# X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
3. Frage

## DIE SYSTEME

die zum Ausgleich der grossen Höhenunterschiede  
ZWISCHEN DEN KANALHALTUNGEN GEEIGNET SIND

## BERICHT

VON

**M. GIROLA**

Ingenieur der italienischen Marine

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)  
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



I-349883

~~II 494  
11 176~~

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299438

BPK-B-362/2017

# Ueber grosse Wasserstandsunterschiede

VOM

STANDPUNKTE DES GEMISCHTEN VERKEHRS.

---

## BERICHT

VON

**M. GIROLA**

*Ingenieur der italienischen Marine*

---

Die Mittel, die man heutzutage anwendet, um grosse Wasserstandsunterschiede in Kanälen zu überwinden, können folgendermassen eingeteilt werden :

### I. — *Hilfsmittel, um den Wasserstand auszugleichen.*

Zu dieser Kategorie, die man als die älteste betrachten darf, gehören die Kammerschleusen und die auf der Verwendung von Schwimmern beruhenden Hebewerke. Bekanntlich können sich die letzteren in verschiedenen Höhen halten, je nachdem man den Wasserstand durch Verbindung der Schächte mit dem Ober- oder Unterwasser verändert. Die Schwimmer tragen oben einen wasserdichten Trog, in dem das Schiff mit nur wenig Wasser unter dem Kiel schwimmt.

Man kann in diesen Hebewerken eine Verbesserung der Schleusen sehen ; denn sie haben den grossen Vorteil, Wasser zu sparen, indem sie die Menge des Ausgleichswassers zwischen den beiden Haltungen auf die beschränkt, die für den Betrieb der Schwimmer erforderlich ist ; in der That ist die Ausgleichswassermenge nur so gross, als nötig ist, um das Gewicht des Schiffes und des Hebewerks auszugleichen. Aber wenn man bedenkt, dass bei Kammerschleusen notwendigerweise grosse Wasserverluste auftreten, denen man in gewissen Fällen durch Sparbecken begegnet, dass ihr Mauerwerk grossen Drücken ausgesetzt ist und dass solche Schleusen grosse Betriebszeiten erfordern, deren Dauer durch die Tatsache vergrössert

cfke 3681/51

wird, dass die zu bewegende Wassermenge nicht allein durch die Aufsteigungskraft des Schiffes bestimmt ist, so darf man doch nicht ausser Acht lassen, dass Hebewerke mit Schwimmern erfordern : *a)* sehr tiefe Schächte, deren Anlage nicht immer durch die geologische Beschaffenheit des Geländes begünstigt wird ; *b)* grosse Wandstärken für die Schächte ; *c)* grosse Aufmerksamkeit beim Betrieb im Augenblick, in dem zwischen dem das Schiff aufnehmenden Trog und der oberen oder unteren Haltung die Verbindung hergestellt wird ; es ist nämlich immer zu befürchten, dass das Schiff beim Uebergang aus dem Kanal in den Trog oder umgekehrt heftig auf den Boden des Trogs oder des Kanals aufstösst. Ein Zwischenfall dieser Art könnte das Schiff festlegen und sogar beschädigen ; jedenfalls könnte dadurch die Abwicklung des Betriebes nicht gefördert werden.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus sind beide Systeme für Kanäle und Flüsse anwendbar, auf denen sich der Verkehr in beiden Richtungen nach gleichbleibenden, durch die Natur des Transportgutes bestimmten Regeln abwickelt ; das trifft z. B. für Kanäle zu, welche grosse Kohlenlager und Kohlenbergwerke mit den Bestimmungszentren der Schiffe verbinden. Ist der Verkehr nicht durch solche Normen bestimmt, so genügen die Sparbecken, obwohl sie den Wasserverbrauch ausgleichen sollen, nicht immer, um eine Störung oder Unterbrechung des Betriebes infolge Wassermangels zu verhindern. Um vollständig dem Auftreten von Unregelmässigkeiten im Betriebe begegnen zu können, müsste man sehr grosse Becken anlegen.

Die topographische Bildung des Geländes, in dem sich ein Kanal hinzieht, bestimmt in hohem Masse die Zweckmässigkeit von Sparbecken, durch deren Zahl man wohl in befriedigender Weise die Frage des Wasservorrates, nicht aber die Frage der Wirtschaftlichkeit der Anlage lösen kann.

Man trifft ziemlich die Wahrheit mit der Behauptung, dass die Wahl der genannten Systeme für Kanalnetze mit gemischtem, nicht nach bestimmten Normen geregelterm Verkehr ein Missgriff wäre ; im Besondern würde die Verwendung der Schwimmer-Hebewerke sogar eine Gefahr für die Schiffe und die Regelmässigkeit des Betriebes bedeuten. Aus demselben Grunde kann man auch nicht zur Wahl von Schleusen mit beweglicher Kammer raten, die zur Herstellung der Verbindung mit der oberen oder unteren Haltung verschoben wird.

## II. — *Hilfsmittel mit Gegengewichten.*

Die hydraulischen Hebewerke von Clark in England, Nordfrankreich und Belgien sind die wichtigsten Anwendungen dieses Systems, dessen Betrieb unter folgenden Bedingungen sehr zufriedenstellend ist :

1. Das Schiff schwimmt in dem zu seiner Aufnahme bestimmten Trog ;
2. Der Wasserstandsunterschied beträgt nicht mehr als 20 m ;
3. Die Verdrängung der Schiffe übersteigt nicht 400 Tonnen.

Geht man über diese Zahlen hinaus, so wachsen die Kolbendurchmesser und Wandstärken der hydraulischen Cylinder in hohen Verhältnissen, die Dichtigkeit lässt zu wünschen übrig, die senkrechte Lagerung ist nicht gesichert und die Fundirungen der Anlage werden sehr teuer.

Hinsichtlich des Betriebes kann man jedoch in den Fällen nicht auf Beständigkeit rechnen, in denen Heben und Senken nicht bestimmten, den besonderen Verkehrsverhältnissen eigentümlichen Regeln unterworfen sind. Es konnte sich daher dieses System nur in den Gegenden entwickeln, in denen der Flussverkehr sich hauptsächlich auf den Transport von Gütern nach einer kleinen Anzahl von Zentren beschränkt und sich nach festen Regeln abwickelt. Dies ist der Fall in Kohlenegenden.

Die Zurückführung dieses Systems auf ein einfaches Hebesystem, welches durch den Höhenunterschied zwischen oberer und unterer Haltung betrieben wird, zwingt dazu, eine sehr grosse Anzahl von Hebewerken anzuwenden, deren Steuerung schwer wird, oder dazu, Kolben mit wenig brauchbaren Durchmesser zu verwenden.

Im Allgemeinen muss man, um das Heben allein von Schiffen zu bewirken, über eine Akkumulatorenanlage verfügen, die einen schnellen Betrieb ermöglicht ; es ist jedoch nicht immer möglich, das Heben allein durch den Druck des Akkumulators zu erreichen, und man muss dann zum Ausgleich durch Pumpen greifen, die hinsichtlich der Kosten nur dann verwendbar sind, wenn die Antriebskraft billig ist. Einfacher ist die Sache, wenn nur leere Schiffe geloben werden, aber das ist im Allgemeinen sicher nicht der Fall.

Hinsichtlich eines gemischten Betriebes bietet die Verwendung fester Gegengewichte, die man in Frankreich und England

angewendet hat, dieselben Schwierigkeiten wie hydraulische Hebewerke, aber vielleicht in geringerer Masse, denn man kann, ohne grosse Unkosten und Schwierigkeiten vermittels eines kleinen Elektromotors das Gegengewicht, sogar langsam, wieder hochheben, um ihm zu ermöglichen, mehrere Förderungen hintereinander auszuführen, wenn keine zu Tal gehenden Schiffe da sind. Bisher hat man sich damit begnügt, die Gegengewichte mittels eines Zahnrades mit Gallschen Ketten wirken zu lassen, aber man kann die Ursachen von Betriebsstörungen verringern, indem man die Gegengewichte über das für eine geringste Geschwindigkeit beim Heben erforderliche Gewicht vergrössert. Nimmt man einen Höhenunterschied von 20 m und insgesamt 320 Tonnen Gegengewichte an, die auf 4 Gegengewichte zu 80 Tonnen verteilt sind, und rechnet man mit einer Geschwindigkeit beim Heben von 0,05 m in der Sekunde, so muss man beim Heben ohne Last eine Mindestleistung von  $8\,000 \cdot 0,05$  d. h. 53,3 P. S. für jedes Gegengewicht aufbringen. Die Dauer für das Heben beträgt 400 Sekunden, was nicht zuviel ist; bei 4 Gegengewichten beträgt die Dauer also 1 600 Sekunden, annähernd eine halbe Stunde. Von den beiden Gegengewichtssystemen ist das unmittelbar mit Gewichten wirkende dem zweischiffigen Hebewerke vorzuziehen, denn es gestattet ein Ueberwindung von grösseren Höhenunterschieden als das letztere, wobei noch die Möglichkeit verbleibt, in einfacher Weise die Wirkung des Gegengewichtes zu regeln; aber dieses Gegengewicht muss natürlich schwerer sein als das beim zweischiffigen Hebewerk.

Das System mit Gegengewichten hat auch den Vorteil, grosse Wasserverluste zu vermeiden, keine grossen Mauerarbeiten zu erfordern und keine Energieverluste mit sich zu führen, wie dies beim hydraulischen System der Fall ist.

Kurz, das System mit festen Gegengewichten weist Vorteile auf, die nicht von der Hand zu weisen sind, aber seine Leistungsfähigkeit ist begrenzt und infolgedessen ist seine Verwendungsfähigkeit abhängig von der Grösse des zu überwindenden Wasserstandsunterschiedes und auch von der Stärke des zu bewältigenden Verkehrs.

### III. — *Schiefe Ebenen.*

Dieses System bietet die Vorteile aller anderen Systeme und kann theoretisch bei unbegrenzten Höhenunterschieden angewendet werden, wobei es vollkommen verschiedenen Anforde-

rungen gerecht werden kann. Die Hebezeuge mit schiefen Ebenen haben immer Wagen, die sich auf einem mit Steigung angelegten Gleise fortbewegen; häufig sind zwei Gleise vorhanden, eines für die Bergfahrt, das andre für die Talfahrt.

Die bei diesem System zu lösenden Aufgaben sind zahlreiche und vielleicht bis jetzt nicht soweit behandelt worden, dass man ihm in allen Fällen den Vorzug geben könnte, oder dass man mit ihm zahlreichen und verschiedenartigen Bedürfnissen gerecht werden könnte.

Diese Aufgaben sind :

1° Bestimmung der für einen wirtschaftlichen und regelmässigen Betrieb geeigneten Neigung ;

2° Wahl der Antriebsart (interessanteste Aufgabe) ;

3° Wahl einer Beförderungsart für das Schiff das heisst, der Nass- oder Trockenförderung, und, im ersteren Falle, der Mittel zur Verhinderung der unruhigen Bewegungen des Wassers im Trog ;

4° Anordnung der Schiffes zum Gleise ;

5° Mittel zur Verhinderung der Stösse bei beiden Schiffen, dem zu Berg und dem zu Tal gehenden, bei den Systemen mit Gegengewichten oder den zweisehiffigen Hebewerken.

Die Neigung übt nicht nur einen Einfluss auf die Betriebsausgaben aus, sondern wirkt auch auf die Wahl der Beförderungsart und die Anordnung des Schiffes zurück. Die Neigung schwankt zweckmässig zwischen  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$  ; bei zu starker Neigung werden, für Nassförderung, die Wände des Trogs bedeutend höhere. Das Reibungsgewicht wird dann praktisch gleich dem wirklichen Gewicht, wodurch ein sehr schwerer und teurer Oberbau erforderlich wird, während andererseits die Zugkosten gering werden. Bei Trockenförderung erhält man, das Gesamtgewicht des Schiffes und des Wagens zu 500 Tonnen gerechnet, 250 Tonnen pro Schiene, wenn die Anlage mit 2 Schienen ausgeführt ist. Bei einem höchstzulässigen Achsdruck von 20 Tonnen werden 25 Achsen bei einfachem Gleise nötig ; bei Doppelgleisen sind 13 Achsen für jedes Gleis erforderlich. Diese Umstände bedingen keine schwerfällige Anlage, wenn man bedenkt, dass es sich um ein ziemlich schweres Schiff handelt. Aber die Schwierigkeiten einer guten Lösung steigen für Nassförderung, die übrigens erhebliche Vorteile bietet. Bei

einem Schiff von 400 Tonnen erreicht man leicht ein Gesamtgewicht von 1 000 Tonnen für das Schiff, das Wasser, den Trog und den Wagen, wodurch die Achszahl verdoppelt wird; bei einem grössten Achsdruck von 20 Tonnen und zweigleisiger Anlage erhält man 50 Achsen, oder 25 Achsen pro Gleis. Man muss daher einen Teil des Reibungsgewichts durch ausgeglichene hydraulische Gleitschuhe aufnehmen, auf denen das Troggerüst ruht; diese Schuhe gleiten auf Schienen und stehen in dauernder Verbindung mit hydraulischen Akkumulatoren oder Pumpen, die in ihnen den erforderlichen Druck erzeugen, damit sie einen Teil der Last aufnehmen. In dieser Art wirkt der Gleitschuh von Haniel und Lueg, der bei einem Druck von 50 Atmosphären bis zu 75 000 kg zu tragen vermag.

Durch die Verwendung dieses Gleitschuhs ist man in die Lage versetzt, die Achszahl sieben Mal kleiner wählen zu können, als dies bei gewöhnlicher Beförderung auf Eisenbahngleisen möglich ist. Um die Umständlichkeit dieses Systems zu verringern, besonders hinsichtlich der Dichtigkeit und der Rohrleitungen, welche beide die Regelmässigkeit des Betriebes in Frage stellen können, würde es vielleicht vorzuziehen sein, hohle, aus zwei Teilen bestehende Schienen anzuwenden. Der obere Teil würde mit den Gleitschuhen, der untere dauernd mit den Pumpen oder Akkumulatoren in Verbindung stehen, die den Ausgleichsdruck erzeugen sollen. Dem System der Beförderung mit Ketten oder Kabeln haften hinsichtlich der Unterhaltung, der Regelmässigkeit des Betriebes, und der Umständlichkeit der Uebertragung Uebelstände ernsthafter Art an. Die Verwendung von Elektromotoren, die die Achsen oder einen Teil derselben antreiben, ist jedem anderen System unsomehr vorzuziehen, als die Verringerung der Achszahl infolge Ausgleichs die Arbeit und Steuerung der Motore erleichtert. Das Anfahren kann wesentlich durch hydraulische Akkumulatoren unterstützt werden, die durch die Talfahrt der Schiffe gespeist werden. Das Verfahren, wonach ein zu Tal gehendes Schiff durch ein zu Berg gehendes ausgeglichen wird, ist für gemischten Betrieb, der sich nicht nach festen Normen abwickelt, nicht brauchbar und übrigens treten dabei gefährliche Stösse auf, wenn ein Schiff langsamer oder schneller fährt, besonders an den Enden der Bahn. Eine fortschreitende Neigungsänderung an den Enden der schiefen Ebene kann wohl die Stösse an den Enden abschwächen, indem ein bestimmtes Verhältnis zwischen auf- und absteigender Last geschaffen wird, aber die Stösse an Zwischenstellen werden dadurch nicht beeinflusst.



Die Stösse wirken sehr störend, besonders wenn es sich um Nassförderung handelt und um Antrieb durch Ketten oder Kabel, welcher von der fraglichen Betriebsart unzertrennlich ist. Alle diese Erwägungen zeigen, dass man, um dem Betrieb die Elastizität und Regelmässigkeit zu sichern, die bei gemischtem Verkehr erforderlich ist, den direkten Antrieb wählen, und Gegengewichte und zweischiffige Hebewerke vermeiden muss. Will man die lebendige Kraft des hinabfahrenden Schiffes ausnutzen, so kann man hydraulische Akkumulatoren verwenden, die bei der Talfahrt durch hydraulische Flaschenzüge gespeist werden, welche die Fahrt verlangsamen und dabei den Druck erhöhen. Man kann auf diese Weise die Verwendung der Kabel und Ketten auf das einzeln hinabfahrende Schiff beschränken, und die Gefahr des Reissens infolge der Stösse verringern, während gleichzeitig die Unterhaltungskosten verringert werden.

Der Antrieb des zu Berg gehenden Schiffes kann durch hydraulische Pressen geschehen, die den Wagen mittels eines Flaschenzuges antreiben; zur Vermeidung der Ketten und Kabel können, allerdings mit Umständlichkeiten hinsichtlich des Rohrsystems, Schlitten angewendet werden, die in sich die Funktionen von Ausgleichorganen und hydraulischen Antriebsvorrichtungen vereinigen. Man kann den Schwierigkeiten der Rohrleitungen dadurch begegnen, dass man mehrere, ziemlich lange Schlitten verwendet, die paarweise gekuppelt sind, wobei jedes Paar aus einem rechten und einem linken Schlitten besteht. Der Hub eines Schlittenpaares entspricht einer ziemlich langen Strecke der Bahn; nach dem Hub eines ersten Paares beginnt der eines zweiten, dann der eines dritten, und so fort bis zum Ende der aufsteigenden Bahn. Dieses System ist natürlich begrenzt; aber seine Lösung wird vereinfacht durch Anordnung des Schiffes quer zur Fahrtrichtung. Wie schon bemerkt wird durch Verwendung von Elektromotoren, die die Achsen antreiben, die Lösung der Aufgabe vereinfacht, die Anlage der Fahrbahn aber etwas erschwert, da man dann zwei Schienensysteme anwenden muss, nämlich eine Schiene für den Ausgleich und, daneben, eine Schiene für die Antriebsräder; aber ein einziger Ausgleichsschlitten kann für eine ziemlich grosse Anzahl von Antriebsrädern genügen. Andererseits kann man die lebendige Kraft des zu Tal gehenden Schiffes zum Antrieb von hydraulischen Compressoren verwenden, die kleine mit Dynamos gekuppelte Turbinen in Betrieb setzen, oder zur Speisung von hydraulischen Akkumulatoren für den Ausgleich.

Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass bei gemischtem Verkehr immer unabhängige Maschinengruppen vorhanden sein müssen, damit man jedem Unterschied zwischen Berg- und Talförderung begegnen kann.

Bevor wir zur Prüfung der anderen Fragen übergehen, wollen wir darauf aufmerksam machen, dass das System der hydraulischen Schienen gestattet, die Schlitten als Bremsen zu benutzen, indem der innere Druck in den Schienen vermindert wird; übrigens können zur Aushilfe Westinghousebremsen angebracht werden.

Am Besten ist ohne Zweifel die Nassförderung der Schiffe, denn dabei können die Verrichtungen vereinfacht und beschleunigt werden, und die Erhaltung des Materials und der Schiffe in gutem Zustande ist gesichert; andererseits ist es leicht, durch Verringerung der Wasseraufnahme bei der Abfahrt das Gewicht des zu befördernden Wassers auf ein Mindestmass herabzudrücken.

Die beste Anordnung des Schiffes zum Gleise ist zweifelsohne die Anordnung quer zu demselben, welche die Länge der Bahn verkürzt, die Anlage mehrerer Schienen gestattet, und wesentlich die Bewegung des Wassers verringert. Diese Frage ist wichtiger als man denkt. Die unruhigen Bewegungen des Wassers können ernstlich den Betrieb stören und zu Brüchen in den Zug-Kabeln und -Ketten und den Kompressoren führen.

Wenn auch die Querlagerung von diesem Uebelstande nicht frei ist, so zeigt er sich hier doch in viel geringerem Masse; aber die Unterteilung des Trogs in Querabteilungen, die Anordnung einer metallischen Oberfläche mit Löchern in Höhe des Wasserspiegels, die Benutzung von Hebern, die die einzelnen Abteilungen mit einander verbinden, die Verteilung einer dünnen Oelschicht über die Oberfläche des Wassers sind Vorsichts-massregeln, durch welche er in hohem Masse verringert wird; schliesslich wird durch Wahl des direkten Antriebs die Bewegung des Wassers auch verringert, indem jeder Stoss des Wagens vermieden wird.

Aus dem Vorhergehenden geht hervor, dass für gemischten Betrieb, wie er in Gegenden ohne besondere und vorwiegende Industrien versehen werden muss, die beiden Systeme, die am geeignetsten erscheinen, um grosse Höhenunterschiede zu überwinden, folgende sind:

1. Verwendung von festen Gegengewichten und einer kleinen elektrischen Anlage zum Hochwinden der Gegengewichte in den

Fällen, in denen dies nicht durch ein zu Tal gehendes Schiff möglich ist.

2° Schiefe Ebene mit direktem Antrieb, das heisst ohne Einwirkung durch ein zu Tal gehendes Schiff, Antrieb durch Elektromotoren, Ausgleichsschlitten und Querlagerung des Schiffes.

London, den 7. Januar 1905.

M. GIROLA.

---









Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-349883**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299438