

10. 46

30

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305765

*F. H. 10, 11*

# Neuere Vorschläge zur Ueberwindung einzelner Stufen in Schiffahrtskandelen.

## VORTRAG

Verein Deutscher Maschineningenieure

am 27. Oktober 1903

Regierungsbauamt in Rintzen.

21 12 1003

Sonderdruck aus: Offener Anzeiger für Gewerbe und Industrie, Jahrgang 1903,  
Band 34, Nr. 40.

Die Schiffahrtskandelen sind ein wichtiger Bestandteil der Schiffahrt, und es ist zu erwarten, dass die Schiffahrtskandelen in Zukunft eine noch größere Rolle spielen werden. Die Schiffahrtskandelen sind ein wichtiger Bestandteil der Schiffahrt, und es ist zu erwarten, dass die Schiffahrtskandelen in Zukunft eine noch größere Rolle spielen werden.

Die Schiffahrtskandelen sind ein wichtiger Bestandteil der Schiffahrt, und es ist zu erwarten, dass die Schiffahrtskandelen in Zukunft eine noch größere Rolle spielen werden. Die Schiffahrtskandelen sind ein wichtiger Bestandteil der Schiffahrt, und es ist zu erwarten, dass die Schiffahrtskandelen in Zukunft eine noch größere Rolle spielen werden.



F. Nr. 26 184



# Neuere Vorschläge zur Ueberwindung hoher Stufen in Schiffahrtskanälen.

## VORTRAG

gehalten im

Verein Deutscher Maschineningenieure

am 27. Oktober 1903

vom

Regierungsbaumeister **Rintelen.**

Mit 12 Abbildungen.

Sonderabdruck aus „Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ Jahrgang 1903  
Band 53 No. 636.

Die Oesterreichische Regierung hat unter so glänzenden Bedingungen, wie sie für technische Ausschreiben bislang unerhört sind, vor einem halben Jahre einen Aufruf an die Ingenieure der ganzen Welt gerichtet, ihr bei dem großen Werke der Erbauung eines Donau-Oder-Kanals mit Vorschlägen an die Hand zu gehen, wie die hohen Kanalstufen, mit denen die Wasserscheide zwischen beiden Strömen überstiegen werden soll, am zweckmäßigsten zu überwinden sein werden. Von diesen Kanalstufen ist die bei Prerau vorgesehene dem Ausschreiben zu Grunde gelegt, wo bei einer Steigung des Geländes von etwa 1 : 30 eine Höhe von rund 36 m zu erklimmen ist.

Der Kanal ist bestimmt für Schiffe beliebiger Abmessungen bis zur Größe der auch für unsere Kanäle maßgebenden (600 t-)Schiffe von rund 67 m Gesamtlänge, 8,2 m Breite und 1,8 m Tiefgang und einer Ladehöhe bis zu 4,5 m über dem Wasserspiegel. Die Leistungsfähigkeit des Kanals soll 30 aufwärts und

30 abwärts gehende Schiffe innerhalb 24 Stunden aufweisen, also soll die Hebevorrichtung etwa alle 20 Minuten zur Aufnahme eines oder allenfalls alle 45 Minuten zur Aufnahme zweier Schiffe zur Verfügung stehen. Der Anforderung, mindestens in dieser zweiten Form, würde auch die gute alte Kammerschleuse gerecht werden. Eine Kammerschleuse von 36 m Hubhöhe zu bauen, muß als möglich angesehen werden; sie würde allerdings wohl nicht aus Mauerwerk, sondern als Beton-eisenbau herzustellen sein, in der Weise, daß die Seitenwände auch oberhalb der Durchfahrthöhe durch Querriegel versteift würden. Der Entwurf eines solchen Baues allerdings für nur 20 m Hubhöhe ist bereits eingehend bearbeitet worden. Ist also eine Kammerschleuse für 36 m Gefälle bau- und betriebstechnisch möglich, so spricht gegen ihre Anwendung lediglich der übermäßige Wasserverlust bei jeder Schließung, der sei es an aufzuwendender Pumpenleistung, sei es an verlorengehender Turbinenleistung, unter Voraussetzung un-

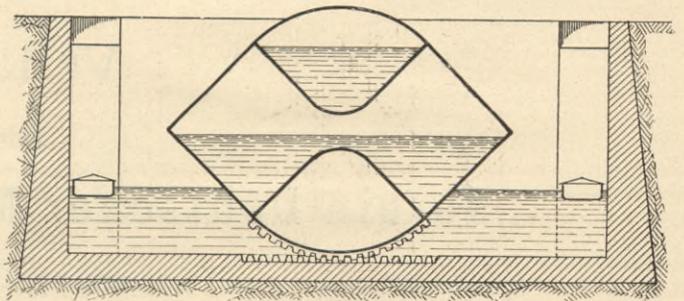
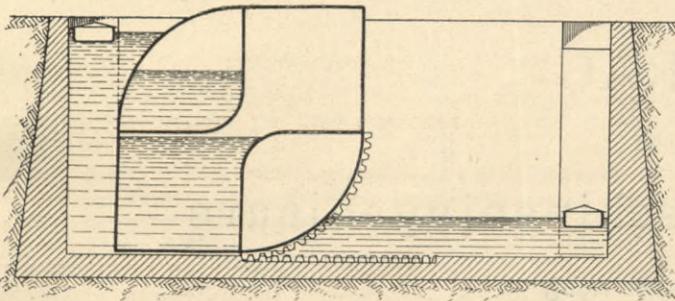
unterbrochenen Betriebes einer Leistung von rund 2000 Sekundenpferdestärken entspricht. Die verlorene Arbeit bei jeder Schließung beträgt rund 12 Millionen Pferdestärken. Geeignete Mittel, diese Verluste möglichst zu verringern, sind Gegenstand des Ausschreibens, das jedoch von der Anordnung einer Schleusentreppe, des ältesten und bekanntesten Mittels dazu, ausdrücklich absieht, weil dafür eine andere Linienführung des Kanals geeigneter sein würde; es soll vielmehr das ganze Gefälle in einer Stufe überwunden werden.

Von den Vorschlägen, die unter Beibehaltung der Kammerschleuse lediglich deren Wasserverbrauch vermindern wollen, betrifft der einzige bisher ausgeführte die Anordnung eines oder mehrerer Seitenbecken, Sparbecken genannt, die neben der Kammer stufenweise zwischen Ober- und Unterwasser eingeschaltet sind, beim Entleeren der Schleuse soviel Wasser aufnehmen, als ihre Höhenlage erlaubt, und beim Wiederauffüllen der Schleuse dieses Wasser mit möglichst geringem Höhen-

Wertvoller ist der Vorschlag des Oesterreichers Tlpl, der beim Entleeren der Kammer das abfließende Wasser benutzt, um mittels Strahlpumpenwirkung, die allerdings durch gewöhnliche Pumpen unterstützt werden müßte, Wasser aus der unteren Haltung in die obere hinaufzupumpen; ähnlich wird zur Füllung der Kammer das Oberwasser nicht unmittelbar eingelassen, sondern durch Rohre so in das Unterwasser und von da in die Kammer geführt, daß eine erhebliche Menge Wasser aus der unteren Haltung durch Strahlpumpenwirkung mit in die Schleusenammer hineingerissen wird. Der geistreiche und als Aushülfsmittel vielleicht ausbildungsfähige Gedanke wird in seinem Erfolge wesentlich beeinträchtigt durch den viel zu niedrigen Wirkungsgrad solcher Wasserstrahlpumpen, der selbst unter günstigen Betriebsverhältnissen, die hier keineswegs vorliegen, 25 v. H. selten übersteigt.

Bewegliche, maschinelle Hülfsvorrichtungen zur Wasserersparung bei Kammerschleusen sind von dem

Abb. 1.



Doppelkammerschleuse von Tentschert.

Oesterreicher Tentschert und dem preussischen Bauinspektor Schnapp in Vorschlag gebracht.

Tentschert trennt mittels eines riesigen Rollkörpers (Abb. 1)\* das zur Schließung in einer Kammer notwendige Wasser von dem Wasser in einer anderen gleich großen Kammer, die auch wieder als Schleuse ausgebildet sein kann, so daß eine doppelte Schleusenstraße entstehen würde. Der Rollkörper ist so eigenartig gestaltet und durch Wasserfüllung so eigenartig beschwert, daß das Moment, mit dem diese Wasserfüllung den Rollkörper zu rollen trachtet, in jedem Augenblicke demjenigen gleich ist, das von dem Druckhöhenunterschied in beiden Kammern herrührt. Es genügt also eine nur Reibungshindernisse überwindende Kraft, um das Wasser in der einen Kammer bis zum Oberwasserspiegel aufzustauen und in der andern Kammer bis zum Unterwasserspiegel zu senken. Der Rollkörper muß zu diesem Zwecke einen Durchmesser von weit mehr als 36 m, etwa von 50 m erhalten, und soll dabei während der Rollung an den beiden Stirnseiten sowohl wie an der etwa 70 m langen Unterkante dauernd dicht halten, was unausführbar sein dürfte, zumal der Kammerboden sich gegen Verunreinigungen, Sandablagerungen und dergleichen nicht genügend schützen läßt. Auch die Riesenkammer von 50 m Höhe und 100 m Breite bei 70 m Länge dürfte Bedenken erregen. Die Tentschertsche Doppelkammerschleuse muß danach als ungeschlecht bis zur Unausführbarkeit, und mit schwersten maschinentechnischen Mängeln behaftet bezeichnet werden.

Wesentlich wertvoller ist der geistreiche Vorschlag von Schnapp (Abb. 2). Durch Niederdrücken eines riesigen Schwimmers innerhalb der zu dem Zwecke gewaltig vergrößerten Kammer wird der Wasserspiegel darin gehoben und zwar um so rascher im Vergleich zur Schwimmerbewegung, als die vom Schwimmer in Anspruch genommene Wasseroberfläche größer ist als die freie Wasserfläche. Soll dabei das Schwimmer-

verlust wieder abgeben. Die Anlage einer Sparschleuse erfordert große Bauflächen; ihr Betrieb wird durch das Öffnen und Schließen der Sparbecken sehr umständlich; zudem läßt sich theoretisch zwar beliebig viel, in Wirklichkeit nicht wohl mehr als die Hälfte des Wassers ersparen.

Das gleiche Ziel vermeint das Patent Rudolf ohne jede bauliche Aenderung, lediglich durch eine zweckmäßige Betriebsweise erreichen zu können. Beim Entleeren der Kammer soll etwa die obere Wasserhälfte in das Oberwasser aufgepumpt werden und nur der Rest ins Unterwasser ablaufen; dieser Rest soll zum Wiederauffüllen zurückgepumpt werden, so daß dann die Kammer halb gefüllt sein würde; darauf erst soll die obere Wasserschicht vom Oberwasser aus zugelassen werden. So ließe sich allerdings die Hälfte des als Arbeit ausgedrückten Wasserverlustes ersparen. Da aber diese Arbeit in weit weniger als der Hälfte der Zeit geliefert werden muß, die im gewöhnlichen Betriebe zur Verfügung stehen würde, so wird die Pumpenleistung erheblich größer als gewöhnlich, die Pumpenanlage also erheblich teurer, und ihr Betrieb nur unter ganz besonderen Verhältnissen billiger.

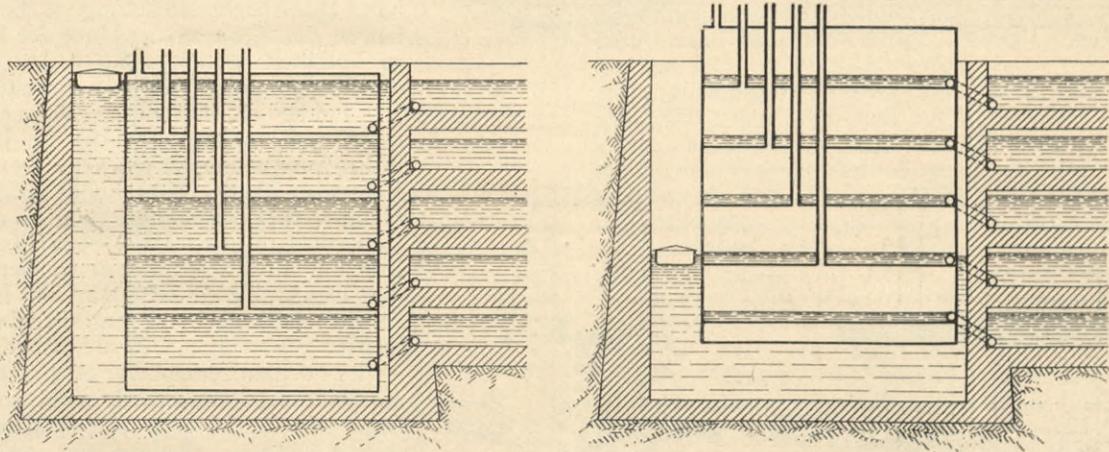
\* Um einen unmittelbaren Vergleich der sich bei den verschiedenen Vorschlägen ergebenden Abmessungen zu ermöglichen, sind sie alle für die gleiche Hubhöhe von 36 m, und für die gleiche Schiffsgröße in gleichem Maßstabe (rund 1 : 1500) gezeichnet.

gewicht mit seinem Auftrieb im Gleichgewicht bleiben, so muß der Schwimmer entsprechend belastet werden. Zu dem Zwecke fließt Wasser von wagrecht übereinander liegenden in die Ufermauern eingebauten Becken in ebenso viele Becken über, in die der Schwimmer geteilt ist; den umgekehrten Weg nimmt das Belastungswasser beim Heben des Schwimmers, wodurch also der Kammerwasserspiegel gesenkt wird. Die Verbindung zwischen den festen und den beweglichen Becken stellen Gelenkrohre her. In diesen Gelenkrohren, für die ein Ersatz bisher nicht gefunden zu sein scheint, liegt der schwache Punkt der Erfindung. Soll zum Beispiel die Schwimmerhubhöhe den vierten Teil der Schleusenhubhöhe betragen, wie in der Abb. 2, so sind bei einer Durchflusgeschwindigkeit von 2 m in der Sekunde bereits rund 130 Rohre von 1 m Durchmesser erforderlich. 260 Rohrgelenke von dieser Größe unter Wasser betriebsfähig zu erhalten, wird schwerlich

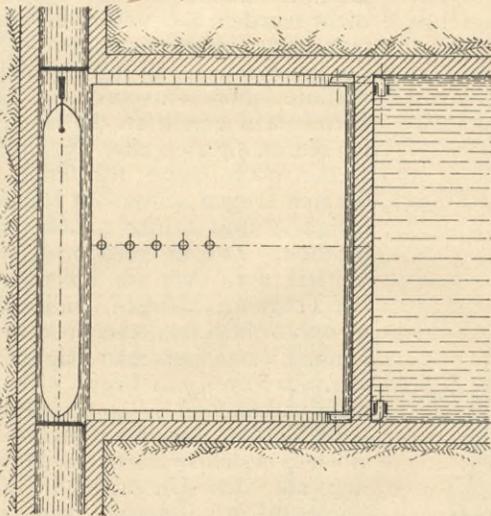
Wesentlich verschieden von allen diesen Vorschlägen sind die Schiffshebwerke im engeren Sinne; bei ihnen wird das Schiff in einem besonderen Behälter gebettet, der unter Vermeidung eines sich hebenden und senkenden Kammerwasserspiegels die Hubbewegung infolge auferen an dem Behälter selbst angreifenden Antriebes ausführt. Damit dieser äußere Antrieb nur ein Mindestmaß an Kraftleistung erfordert, muß das Gewicht der gesamten zu hebenden Last in jedem Augenblicke durch irgend welche Gegenkräfte möglichst aufgehoben sein, so daß nur Reibungswiderstände zu überwinden bleiben.

Bei lotrechten Hebwerken ruht das Schiff stets in einem Wassertroge, der ebenso wie die beiden Kanalhaltungen durch Tore verschlossen gehalten wird; diese Tore werden nur zur Aus- und Einfahrt der Schiffe geöffnet, wenn also der Trog an eine der Haltungen angefahren und wasserdicht an sie angeschlossen ist.

Abb. 2.



Schleuse mit Verdrängungsschwimmer von Schnapp.



möglich sein. Zudem bleiben gegenüber der Größe der Schleusenammer fast die gleichen Bedenken bestehen, wie bei dem vorhergenannten Vorschlage von Tentschert.

Was den hier vorgeschlagenen Abänderungen oder Ergänzungen der gewöhnlichen alten Kammerschleuse mit gewissem Recht Gönner verschaffen kann, das ist die verhältnismäßig geringe Abweichung vom Althergebrachten, die Vermeidung eines Sprunges ins Dunkle. Bei Versagen der Hilfsvorrichtungen kann zudem, so lange der Wasservorrat in der oberen Haltung reicht, oder doch ersetzt werden kann, der Schleusenbetrieb ungestört fortgesetzt werden; wir haben dann die alte Kammerschleuse mit ihrem großen Wasserverbrauch einerseits und ihrer großen Betriebssicherheit andererseits vor uns; ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Unter Voraussetzung unveränderlicher Wasserstände in den Haltungen bleibt die Last so stets unverändert, gleichgültig ob ein schweres Schiff oder gar kein Schiff im Troge sich befindet, weil ja jedes Schiff soviel Wasser verdrängt, wie es selbst wiegt. Auch bei veränderlichen Wasserständen läßt sich der gleiche Vorteil erreichen, wenn man den Trog entsprechend höher oder niedriger an die Haltungen anfährt. Die dann also stets gleiche Last kann nun ausgeglichen werden entweder durch Gegengewichte oder durch Auftrieb. Die Gegengewichte können ihre Wirkung übertragen durch Prefswasser, durch Seile oder durch starre Hebel. Die oft ausgeführten Prefswasserhebwerke fallen für unsere Zwecke außer Betracht; sie sind weder solchen Lasten noch solchen Hubhöhen gewachsen. Allerdings war es von eigenartigem Reize für mich, vor wenigen Monaten bei Anderton am Weaver jenes erste Prefskolbenhebewerk vor mir auftauchen zu sehen, das den Ausgangspunkt des gesamten Schiffshebewesens darstellt. Vor den Seilhebwerken (Abb. 3) mit ihren zahllosen schwerbelasteten Seilen, Rollen und Zapfen und allen deren Bewegungswiderständen und mit den schwerfälligen Führungen für den Trog, hat Riedler in seinem bahnbrechenden Bericht über den früheren österreichischen Wettbewerb für Hebwerke von 100 m Hubhöhe schon wohl mit vollem Recht gewarnt. Eine Aufhängung der Gegengewichte an starren Hebeln, die im Vergleich dazu manche Vorteile haben würden, ist zwar vorgeschlagen, jedoch ist die Uebersetzung von den schwingenden Hebeln mit solchen Schwierigkeiten verbunden, daß die Nachteile überwiegen.

Die Auswuchtung der Last durch Auftrieb ist in verschiedenen Formen vorgeschlagen, mit den glänzendsten Mitteln am Henrichenburger Hebewerk zur Ausführung gebracht worden. Der Trog stützt sich dort (Abb. 4) auf eine Anzahl Schwimmer, die in tiefe Schächte derart eintauchen, daß sie stets unter Wasser

bleiben, ihr Auftrieb sich also nicht oder doch nur unbedeutend verändert. Gerdau, dessen hohe Verdienste um die Erbauung dieses Hebewerkes bekannt sind, nimmt indessen selbst die Grenze der Anwendungsfähigkeit dieser Bauweise bei 20 m Hubhöhe an. Einerseits würden bei größeren Hubhöhen, die ohnehin schon nur in besonders günstigem Boden möglichen Ausschachtungen für die Schwimmer unerschwingliche

als Gegengewichtskraft zu verwenden, ausgenutzt werden könnte, unter Vermeidung der Mängel des Henrichenburger und ähnlicher Schwimmerhebewerke, machte ich mir klar, daß dessen schwerfällige Führungsvorrichtungen wesentlich bedingt werden durch die übermäßig hohe Lage des Schwerpunkts des schwimmenden Systems, das von jedem Windstöße aus seinem labilen Gleichgewicht heraus gegen die Führungsständer geworfen wird. Der Versuch, den Schwerpunkt tiefer zu legen, führte dazu, den Trog selbst als Schwimmer auszubilden, und damit zu einer völlig veränderten Anordnung.

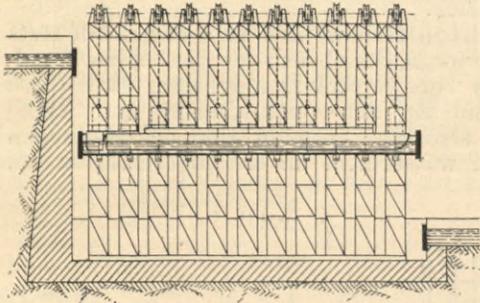
Der am besten als Trommel ausgebildete völlig geschlossene Trog, der an den Stirnwänden mit dichtenden Toren versehen ist, bewegt sich nämlich auf und nieder in einer Wasserkammer, (Abb. 5) die nicht nur gegen das Unterwasser, sondern auch gegen das Oberwasser völlig gedichtet sein muß und einen den Oberwasserspiegel noch um einige Meter überragenden Wasserspiegel hält. Die Anschlußdichtungen, die beim Anfahren der Trommel an einer der Haltungen in Tätigkeit treten, müssen hier natürlich die Toröffnungen allseitig umschließen.

Leider ist nun dieser Vorschlag nicht mehr neu, vielmehr bereits im Jahre 1792 in England patentiert worden. Der damalige Vorschlag hatte allerdings noch einige Mängel, auf deren Beseitigung aber zu allem Ueberflufs im Jahre 1891 ebenfalls schon in England ein Patent erteilt worden ist. Ja, die Tauchschleuse ist sogar im Jahre 1794 bereits ausgeführt worden, allerdings nie in Betrieb genommen, weil die damaligen Mittel — der Portlandzement war noch unbekannt — zur Dichtung der Kammer nicht ausreichten. Daß wir heute eine solche Kammer herstellen können, glaubten wir vorhin schon bejahen zu sollen. Dann spricht gegen diesen Vorschlag nur die gewiß nicht zu unterschätzende Gefahr, daß der Trog undicht werden und untergehen könnte. Läßt sich diese Gefahr beseitigen — und der Bau der ja unendlich viel mehr gefährdeten Unterseebote gibt entsprechend abzuändernde Mittel dazu genug an die Hand —, so halte ich diesen ältesten aller Vorschläge für Hebewerke noch heute für einen der brauchbarsten, wegen seiner fast völligen Reibungslosigkeit und seiner unübertrefflichen Einfachheit. Zudem weist auch er wieder den Vorteil auf, daß im Falle des Versagens der Trogeinrichtungen, die Kammer wie eine gewöhnliche Kammerschleuse benutzt werden kann. Verzichtet man dagegen auf diesen Betriebsvorteil, so ergibt sich im Vergleich zu gewöhnlichen Schleusenammern der bauliche Vorteil, daß die Kammerwände — gewisse Vorsichtsmaßregeln vorausgesetzt — nur auf den Unterschied zwischen dem dauernden inneren Wasserdruck und dem äußeren Erddruck berechnet werden brauchen.

Bei Schräghebewerken, die früh schon mit den lotrechten Hebewerken in Wettbewerb traten, erfolgt die Lastausgleichung stets durch Gegengewichte mittels Seilen und Rollen. Vorschläge zu anderer Form der Kraftaufspeicherung sind zwar früher gemacht, scheinen aber heute mit

Recht vergessen zu sein. Man unterscheidet bei Schräghebewerken Längsbahnen und Querbahnen. Bei Querbahnen, die natürlich ihrer Breite wegen zunächst eine teurere Fahrbahn erfordern, kann dieser Nachteil durch stärkere Steigung, die die Behälterkonstruktion hier erlaubt, und dadurch kürzere Länge wieder wettgemacht werden. Ihr wesentlicher Vorteil ist die leichte Möglichkeit, die stumpfen Kanalenden um ungefähr eine Schiffslänge zu verlängern (vergl.

Abb. 3.



Seilhebewerk.

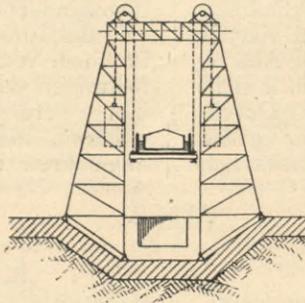
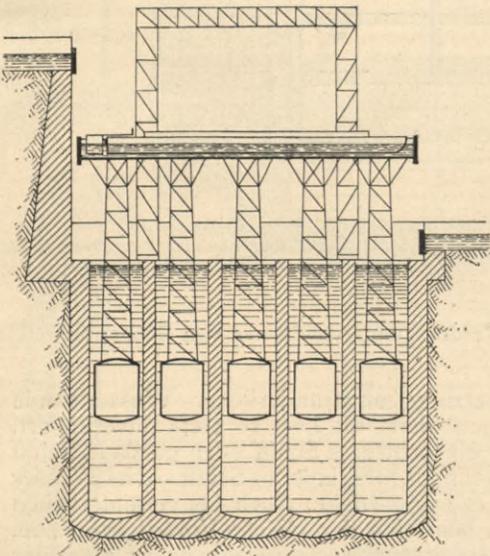


Abb. 4.



Schwimmerhebewerk.

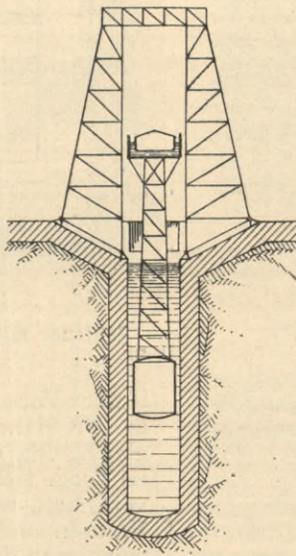
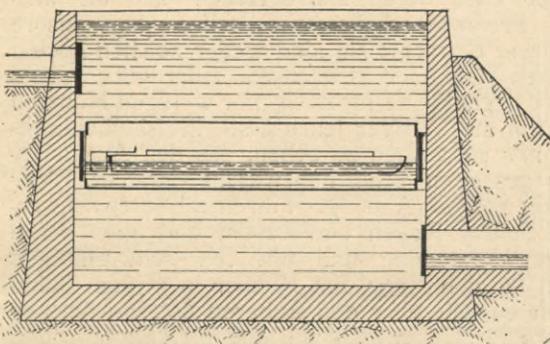
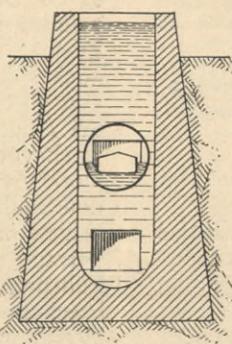


Abb. 5.



Tauchschleuse nach Robert Welden.



Kosten verursachen, andererseits schwebt das hohe senkrechte Oberhaupt in ständiger Gefahr, unterspült zu werden. Diese Gefahr besteht mehr oder weniger bei allen lotrechten Hebewerken; am geringsten ist sie infolge günstiger Abstützung des Oberhauptes bei einem anderen Auftriebhebewerke, der sogenannten Tauchschleuse. (Abb. 5.)

Als ich vor einigen Monaten mich mit der Frage beschäftigte, wie der großartige Gedanke, den Auftrieb

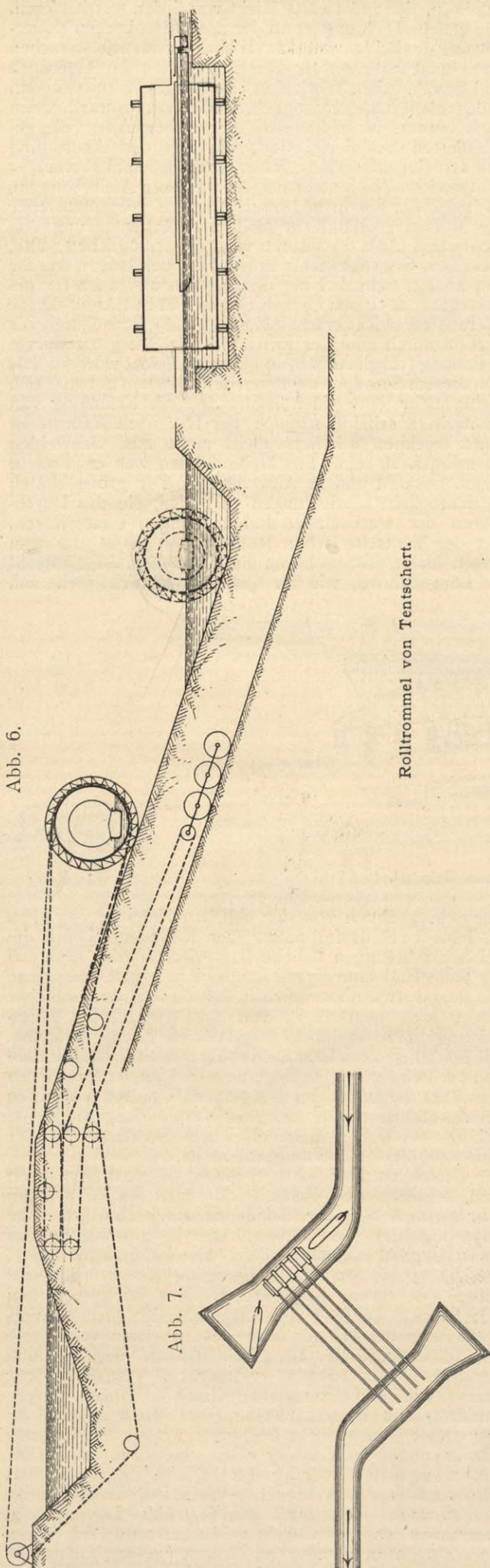


Abb. 7), so daß während der Ausfahrt des einen Schiffes gleichzeitig ein anderes in den Trog einfahren kann, wodurch ganz erheblich an Zeit gespart wird, die der eigentlichen Hubbewegung zu gute kommen kann.

Am nächsten verwandt sind den lotrechten Hebewerken Schräghebwerke solcher Art, wie sie in dem Wettbewerb für den Donau—Moldau—Elbe-Kanal einerseits von Haniel u. Lueg als Längsbahn, andererseits von 5 vereinigten Böhmisches Maschinenfabriken als Querbahn bearbeitet und in dem berühmten Riedler'schen Prüfungsbericht eingehend gewürdigt sind. Jener Wettbewerb verlangte Entwürfe für die etwas theoretisch gegriffene Hubhöhe von 100 m, für die Riedler wohl mit vollem Rechte nur Schräghebwerke für geeignet erklärte. Ob er das bei der unserer Besprechung zu Grunde liegenden Hubhöhe von 36 m ebenfalls tun würde, erscheint mir zweifelhaft angesichts der großen Nachteile, die wir mit Schräghebwerken in Kauf nehmen. Nicht als ob sich unüberwindliche Schwierigkeiten ihrer Ausführung entgegenstellten, wohl aber ergeben sich Komplikationen, das heißt Betriebsgefahren, und wahrscheinlich erhöhte Kosten. Hier erhebt sich nämlich zum ersten Male eine Frage, die bei lotrechten Hebewerken gar nicht aufgeworfen wurde, die Forderung einer gleichmäßigen Druckverteilung. Die starre Last von 2000 t und mehr soll auf Räder oder andere Laufmittel abgesetzt werden, ohne daß sich bei den unvermeidlichen Wasserschwankungen im Trog und bei den unvermeidlichen Unebenheiten einer noch so vorzüglich gebetteten und gepflegten Bahn unzulässige Drücke auf einzelne dieser Organe häufen. Vorschläge dazu sind genug vorhanden. Einige wollen den Trog in kürzere Teile gliedern, die untereinander gelenkartig verbunden sind. Damit würde geholfen werden können, doch ist mir eine brauchbare Trogkonstruktion derart noch nicht zu Gesicht gekommen. Andere schalten zwischen den Trog und die Laufmittel Druckwasser oder andere weniger geeignete Druckübertragungsmittel ein, oder benutzen das in Gleitschuhen gehaltene Druckwasser zugleich als Laufmittel. Von allen diesen Vorschlägen scheint sich nur der zu halten, wonach der Trog auf einer Reihe von unter sich in Verbindung stehenden Prefswassercylindern ruht, deren Kolben auf gewöhnlichen Radgestellen befestigt sind, wie sie aus dem Eisenbahnbetrieb unter schwierigeren Verhältnissen als brauchbar bekannt sind. Mit dem Undichtwerden eines einzigen dieser Druckwassercylinder ist jedoch der ganze Betrieb in Frage gestellt. Daß die Fortbewegung der ganzen Last auf Eisenbahnrädern ganz andere Bewegungswiderstände ergeben muß, wie die meisten lotrechten Hebewerke, vor allem die fast reibungslos arbeitende Tauchschleuse, sie aufweisen, liegt auf der Hand. Zudem werden umständliche Führungsvorrichtungen, Seile und Rollen für die Gegengewichte, Bremsen und ähnliche Sicherheitsvorrichtungen hier auch nicht vermieden, die Wasserschwankungen im Troge treten gegenüber allen anderen Hebewerken störend hinzu.

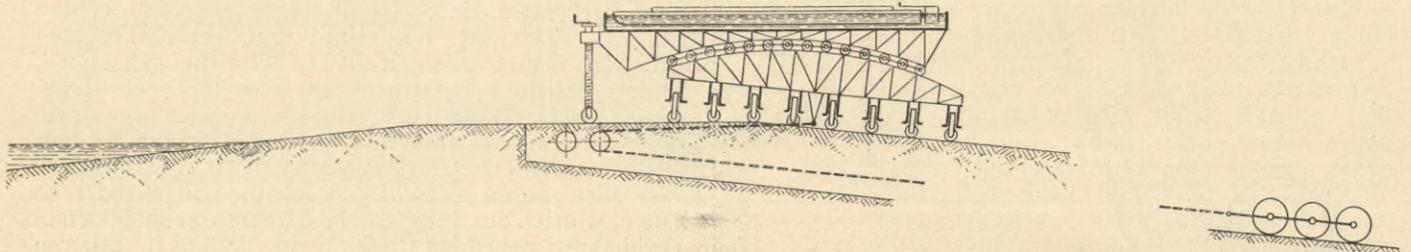
Einen völlig neuen Gedanken trug in diesen Stand der Frage derselbe österreichische Erfinder Tentschert hinein, von dem wir schon unter den Vorschlägen zur Wasserersparnis bei Kammer-schleusen hörten. Eine sonst geschlossene Trommel (Abb. 6) von etwa 70 m Länge und 20 m Durchmesser weist auf den beiden Stirnseiten kreisrunde, mit dem äußeren Umfange konzentrische, unverschlossene und auch nicht verschließbare Öffnungen auf, gerade groß genug, um dem Schiff die Ein- und Ausfahrt zu gestatten. Die Rolltrommel wird ins Unterwasser herabgerollt soweit, bis der in Trommel und Haltung gleiche Wasserstand die Einfahrt des Schiffes gestattet; beim Aufwärtsrollen wird dann solange Wasser aus der Trommel ausfließen, wie die Stirnöffnungen dies gestatten; in dieser Zeit ist das Schiff zwar immer in gleicher Höhe geblieben, aber immer tiefer in die aufwärtsrollende Trommel herabgesunken, in der es nun schwimmend erhalten bleibt, wenn die Trommel ihren Weg nach oben fortsetzt. Um den gleichen Vorteil der Ersparnis aller Verschlusstore und Dichtungsmittel auch für die obere Haltung zu sichern, führt Tentschert die Trommel noch über

Lageplan zu Abb. 6. 1 : 7500.

die Höhe des Oberwasserspiegels hinweg und rollt sie über einen trockenen Scheitel genau so abwärts in das Oberwasser hinein, wie vorher in das Unterwasser. Die ganze Anordnung weist groÙe Vereinfachung auf, Vermeidung der Räder und Zapfen mit ihren Betriebsschwierigkeiten und Reibungsverlusten; die Frage der gleichmäßigen Druckverteilung tritt in den Hintergrund. Schon in jener Versammlung des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins im April 1899, in der der Gedanke zum Vortrag kam, wurde jedoch darauf hingewiesen, daß die Lagerung der Trommel entlang einer Linie, oder in Wirklichkeit einer sehr schmalen Fläche nicht nur eine Konstruktionschwierigkeit für die eiserne Trommel bedeute, sondern vor allem Flächendrucke auf das Fundament absetze, die bei schlechtem Baugrund zu unausführbaren, bei gutem Baugrund zu immer noch fast unerschwinglichen Gründungen zwingen. Das war wohl der Grund, weshalb Tentschert die Schrägbahn sehr steil annimmt (etwa 1:3), wodurch ihre Länge ja beschränkt wird. Um so schwerer wiegend wird dadurch aber ein anderer Fehler der Anlage, der merkwürdigerweise lange Zeit überhaupt unerkannt geblieben ist. Ist nämlich die Trommel samt ihrem Inhalte für die Fahrt auf der Schrägbahn durch Gegengewichte richtig ausgewuchtet, so setzt sich ihrem Eintauchen in das Wasser in beständig wachsender Stärke der Auftrieb entgegen, oder wenigstens dessen Seitenkräfte in Richtung der Bahneigung. Aber selbst diese Seitenkräfte beträgt bei den von Tentschert zu Grunde gelegten Abmessungen nicht weniger als 600 t,

zuführen, der anderwärts leicht vermieden werden kann. Die gleiche Dichtung ist an der ausschwenkbaren Ueberführung des Bridgewaterkanals über den Manchesterschen Seeschiffskanal seit 10 Jahren stündlich im Gebrauch und bewährt sich, wie ich an Ort und Stelle zu erkunden Gelegenheit hatte, vorzüglich. Solchem erproben, wenn auch teuren, Maschinenteile gegenüber fallen die geschilderten Schwierigkeiten, die aus der Anordnung eines trocknen Scheitels sich ergeben, jedenfalls schwerer ins Gewicht. Noch mehr neigte ich dieser Auffassung zu, so lange nur die in mehreren Patenten geschützte über die Mafsen umständliche Seil- und Rollenführung von Tentschert (Abb. 6) bekannt war, die ermöglichen sollte, dieselben Gegengewichte sowohl für den langen wie für den kurzen Schenkel der Schrägbahn und auch für die Bewegung über den ebenen Scheitel zu benutzen. Diese überaus verzwickelt erscheinende Aufgabe ist indessen vor kurzem durch eine der Firma Haniel u. Lueg patentierte Erfindung (vergl. Abb. 8) so glänzend gelöst worden, daß von diesem Standpunkte gegen den trocknen Scheitel sich nichts mehr einwenden läßt. Seit der Erfindung von Tentschert scheint nämlich der Ruf nach Anordnung eines trocknen Scheitels nicht mehr zum Schweigen zu bringen zu sein. Für kleine Lasten war er ja schon längst bekannt und in Anwendung. Für groÙe schien es unmöglich, Einrichtungen zu finden, die das Durchfahren der wechselnden Bahneigungen ermöglichten. Mit der Tentschertschen Rolltrommel geriet das zum ersten Male, seitdem hören die Vorschläge dafür sowohl für Längsbahnen, wie für Querbahnen nicht mehr auf.

Abb. 8.



Längsbahn mit trockenem Scheitel.

das entspricht bei einer Rollgeschwindigkeit von nur einem halben Meter in der Sekunde (einer bei Schräghebwerken üblichen Geschwindigkeit) einer Leistung von 4000 PS in der Sekunde. Nun läßt sich diesem grundsätzlichen Fehler der Tentschertschen Erfindung allerdings auf mannigfache Art abhelfen, am einfachsten wohl durch eine dem allmählichen Anwachsen des Auftriebs genau folgende Aenderung der Bahneigung. Weil aber der Wasserstand in den Haltungen schwankt, müßte diese Krümmung für jeden Wasserstand anders liegen, also etwa das ganze unter dem höchstmöglichen Wasserstande gelegene Bahnstück schwimmend angeordnet sein, wie das in ähnlicher Weise bei Fahren bekannt ist. Steigt oder sinkt nämlich, wie für das österreichische Ausschreiben angenommen, der Wasserstand auch nur um 20 cm gegen den Mittelwasserstand, würden andernfalls noch immer außer den Bewegungswiderständen über 300 PS durch äußere Kraft zu überwinden sein. Ob es im Vergleich zu solchen Schwierigkeiten nicht doch noch einfacher wäre, die Rolltrommel, die dann auch geringeren Durchmesser erhalten könnte, mit den üblichen Toren zu versehen, und wie vorhin bei den lotrechten Hebewerken beschrieben, oben und unten ohne Eintauchung in das Haltungswasser dichtend an die Haltungen anlaufen zu lassen, erscheint mir sehr wahrscheinlich.

Es besteht nämlich kein Zweifel, daß unter den zahlreichen für die Herstellung dieser Dichtungen gemachten Vorschlägen brauchbare, ja sogar erprobte und bewährte Lösungen sich befinden. Die beim Henrichenburger Hebewerke angewandte Gummikeildichtung zum Beispiel hat sich trefflich bewährt; Auswechslungen haben bis heute noch nicht stattgefunden; kleine Ausbesserungen waren auf ganz bestimmten Anläß zurück-

Für Schrägbahnen von der üblichen Neigung von etwa 1:3 bis 1:8 dürfte außer der Rolltrommel nur die bei Schiffshellingen übliche Bauweise möglich sein, bei der jedes Rad eine eigene Laufschiene erhält, die solche Neigungsverhältnisse aufweist, daß die Achsen sämtlicher Räder sich unabhängig von der wechselnden Bahneigung stets in einer wagerechten Ebene befinden. Die bei der großen Last notwendig werdende große Zahl von schwierig zu verlegenden Schienen scheint so ernstliche Bedenken zu erregen, daß dieser Vorschlag verwunderlicherweise seit der Verwendung für kleine Schiffe bei einer ostpreussischen Seilebene in der Literatur nicht mehr aufgetaucht ist.

Die neueren Vorschläge, soweit sie ernst zu nehmen sind, beziehen sich vielmehr nur noch auf Bahnen mit sehr geringer Neigung, bei denen durch eine gelenkige Lagerung der Prefskolben, die ja gewöhnlich das Zwischenglied zwischen dem Trog und den Laufrädern bilden, der Uebergang von einer Neigung zur andern ermöglicht wird. Die ebene Lage des Schiffes wird dann bei Querbahnen durch eine entsprechende geringe Vergrößerung des Troges und dessen etwas veränderte Gestalt erzielt. Bei Längsbahnen sind dagegen umständlichere Maßnahmen erforderlich. Haniel u. Lueg sowohl wie die Oesterreicher Kirsch u. Suppan hängen den Trog schwingend auf besonderem Gestelle auf (Abb. 8); er pendelt jedoch nicht frei, was wegen der Wasserschwankungen unzulässig wäre, sondern wird der wechselnden Bahneigung entsprechend eingestellt, was wiederum in recht sinnreicher Weise selbsttätig bewirkt werden kann. Als einfach wird man diese Lösung kaum bezeichnen wollen. Zudem verlängert die allen diesen Vorschlägen notwendig zu Grunde gelegte schwache Neigung von etwa 1:20 die Bahn so sehr und

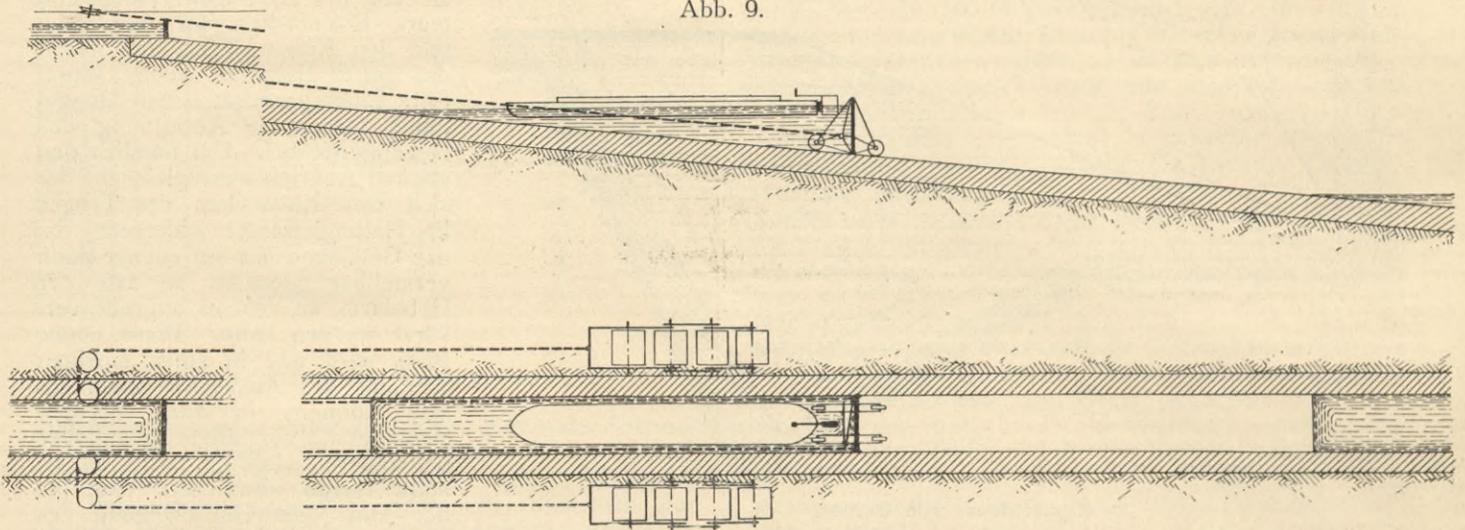
erhöht damit deren Kosten, zumal bei Querverführung des Troges, so erheblich, daß wohl wiederum der Vorteil des trocknen Scheitels zu teuer erkaufte erscheint. Außerdem müssen die Fahrgeschwindigkeiten in einer aller Wahrscheinlichkeit nach unzulässigen Weise auf 1 bis 1,5 m in der Sekunde gesteigert werden, damit die verlangte Leistungsfähigkeit des Kanals gewahrt bleibt. Andererseits tritt bei so geringer Neigung der Einfluß des Auftriebes auf den Trog so sehr zurück, daß, wenn die Bahn für einen mittleren Wasserstand richtig gestaltet ist, die bei anderen Wasserständen zu leistenden äußeren Kräfte innerhalb allenfalls zulässiger Grenzen bleiben.

Wir haben bisher stets vorausgesetzt, daß das Schiff im Wassertrog schwimmend befördert werden solle, und bei lotrechten Hebewerken ist davon mit Recht nie abgegangen worden. Bei Schräghebwerken tritt uns dagegen in einer Unzahl von brauchbaren und unbrauchbaren Vorschlägen der Gedanke entgegen, das Schiff auf Wagengestellen trocken zu verlagern. Bezweckt und erreicht wird damit eine sehr erhebliche Verringerung der Förderlast. Für diesen Vorteil hätten wir sehr beträchtliche Nachteile in Kauf zu nehmen. Während nämlich, wie vorhin schon bewiesen, der Wassertrog mit Schiff und ohne Schiff stets das gleiche Gewicht hat, also durch unveränderliche Gegengewichte

ihren Wasserinhalt nicht verliert, muß sie unten und an den beiden Seiten sich dichtend an die Umfassungsmauern legen, was sich schwerlich wird erreichen lassen; besondere Schwierigkeiten entstehen dann noch beim Anschluß an die untere Haltung, wo der Erfinder ein 70 m langes Stück Kanalwand, das als solches während des Schlusses der Talfahrt hat dichten müssen, einfach ausfährt, um dem Schiff den Ausgang frei zu geben. Lieber würde man dann wohl schon die ganze Schleusenkammer ins Unterwasser einfahren lassen. Die nähere Betrachtung dieser Schwierigkeiten und der recht wohl möglichen Besserungsvorschläge lohnt aber wohl nicht, wenn der Vorschlag auch einen immerhin beachtenswerten Versuch darstellt, die große Reibung bei einer Schrägbahn zu vermindern; in gewisser Weise liegt ja dieser Gedanke auch dem bekannten hydraulischen Schlitten von Haniel u. Lueg zu Grunde, nur in wenigstens möglicherweise ausführbarer Form.

Bis in die letzten Jahre hinein waren lotrechte und schräge Bewegungen die einzigen, die man für Schiffshebwerke in den Bereich der Möglichkeit gezogen hatte. Es ist jedoch noch eine dritte Bewegungsart, nämlich die auf einem oder mehreren Kreisbögen, also eine Schwingbewegung, ausführbar. In etwas abenteuerlicher Gestalt erscheint der Gedanke zunächst bei der „Kippschleuse“ des Franzosen Cardot (Abb. 10). Der

Abb. 9.



Geneigte Schleuse von Greve.

ausgewuchtet werden kann, müßten bei Trockenförderung bei jeder Hebung Gegengewichte ab- oder angekuppelt werden, und eine genaue Ausgleichung würde sich trotz dieser großen Umständlichkeit nicht erzielen lassen. Zudem muß im Allgemeinen dann der Schiffswagen in das Haltungswasser einfahren, wobei also wieder der Auftrieb störend auf die Auswuchtung der Last einwirkt, wie wir das bei der Besprechung des trocknen Scheitels sahen, der übrigens hier kaum zu umgehen ist. Soll er vermieden werden, so muß zum Anschluß an das Oberhaupt eine Kammer gebildet werden, die zur Ein- und Ausfahrt des Schiffes mit Wasser gefüllt, und dann zum Zwecke der Verlagerung des Schiffes und der Fortbewegung des Schiffswagens entleert wird. Im großen und ganzen scheinen alle die Vorschläge, die dem Moderufe: „Trockner Scheitel und trockne Förderung“ nachgehen, eher Nachteile als Vorteile gegenüber den zuerst geschilderten Schräghebwerken zu gewähren.

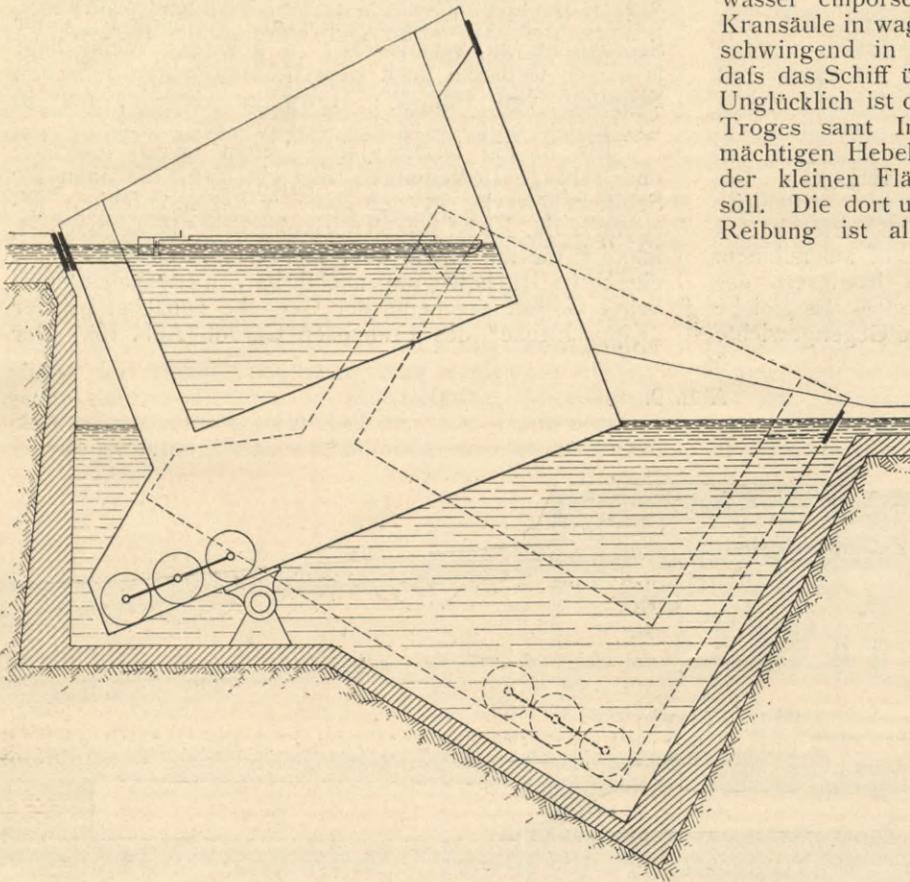
Den größten Gegensatz zu diesen Bestrebungen bildet eine eigenartige Schrägbahn, die als „geneigte Schleuse“ im Jahre 1885 von Greve bekannt gemacht worden ist (Abb. 9). Das aus der oberen Haltung kommende Schiff fährt durch ein gewöhnliches Obertor in eine gewöhnliche Kammerschleuse ein, deren untere Abschlusswand nunmehr auf einer Schrägbahn abwärts gleitet, den ganzen Inhalt der Schleusenkammer hinter sich festhaltend, und natürlich dieser Belastung entsprechend durch Gegengewichte entlastet. Damit sie

um ein Gelenk drehbare Schiffstrog wird in seiner obersten Stellung zum Anschluß an das Oberwasser durch den Auftrieb des mit dem Unterwasser in Verbindung stehenden Kammerwassers festgehalten. Ein Laufgewicht soll den Trog entgegen diesem Auftrieb zum Anschluß an die untere Haltung niederdrücken. Abgesehen von sonstigen Fehlern der Anlage, würden die Größe des Laufgewichtchens von rund 20 000 t und andere Abmessungen wohl doch zu unbequem sein.

Wem das Verdienst zukommt, den ersten brauchbaren Vorschlag zur Ausnutzung der Schwingbewegung gemacht zu haben, vermag ich nicht zu entscheiden, da das erste darauf erteilte Patent (Weißshuhn) aus mir unbekanntem Gründen gelöscht ist. Hier ist der Trog an einer Schar nur auf einer Längsseite des Troges aufgestellten Hebeln ausgewuchtet befestigt und beschreibt einen Kreisbogen, dessen Sehne den Abstand der auch wieder lotrecht über einander liegenden Haltungen bildet. Zur Verringerung der Reibung ist der Hebelpunkt als Hohltrummel ausgebildet, die in einem Wasserbecken schwimmt; natürlich kann eine gleichzeitige Zapfenlagerung schon aus Rücksicht auf den Winddruck nicht entbehrt werden. Auf dem gleichen Gedanken beruht das Patent der Augsburg-Nürnberg-Maschinenbau-Gesellschaft, dessen Zeichnung einer amerikanischen Schaukel nicht unähnlich ist (Abb. 11). Hier sind die Hebellängen auf das denkbar kleinste Maß, nämlich auf die halbe Hubhöhe heruntergebracht und durch gewaltige Vergrößerung des Durch-

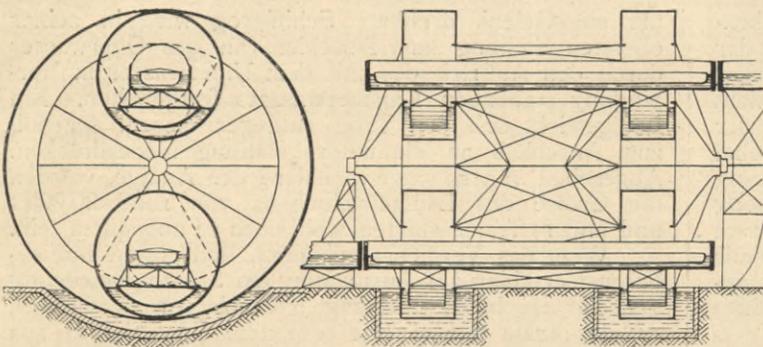
messers der den Hebeldrehpunkt bildenden Hohltrömmel ist die Möglichkeit geschaffen worden, auch das Gegengewicht als Schiffstrog auszubilden, womit die Leistungsfähigkeit des Hebewerkes verdoppelt ist, ohne daß die möglichen Störungsursachen damit ebenfalls verdoppelt oder nur nennenswert erhöht wären, wie das bei anderen Doppelhebewerken der Fall ist. Dieser Vorteil tritt für das Preisausschreiben jedoch sehr in den Hintergrund, weil sich die verlangte Leistungsfähigkeit mit einem Schiffstrog schon vollkommen erreichen läßt.

Abb. 10.



Kippschleuse von Cardot.

Abb. 11.



Amerikanische Schaukel von Augsburg-Nürnberg.

Wir haben hier aber zumal, wenn der eine Schiffstrog durch Gegengewichte ersetzt wird, das denkbar einfachste starrgliedrige System vor uns, das als einzige Führung der schwachen Zapfen in der Hebeldrehachse bedarf und, obwohl fast reibungslos ohnehin schon arbeitend, dem Kraftangriff noch überdies einen großen Hebelarm zur Verfügung stellt. Die Schwierigkeit, den Trog bei der Drehung wagerecht zu erhalten, ließe sich wohl noch einfacher lösen. Die Haltungsanschlüsse können dieselben sein, wie sie bei lotrechten Hebewerken erprobt sind. Das Hebewerk behält aber andererseits das hohe Oberhaupt mit seiner Unterspülungsgefahr. Zudem läßt sich eine Einstellung auf wechselnde Wasserstände

nur sehr schwierig erreichen, in der Patentbeschreibung selbst ist sie nicht vorgesehen.

Beide Mängel sind vermieden bei einem Vorschlage der Firma Haniel u. Lueg, die auf allen Gebieten des Schiffshebewesens mit geistvollen Vorschlägen bahnbrechend vorgegangen ist. Sie führt nämlich (Abb. 12) die stumpfen Enden der beiden Kanalhaltungen parallel nebeneinander, so, wie wenn sie durch eine steile Querbahn verbunden werden sollten (Abb. 7). Zwischen beiden ist ein Schwenkkran errichtet, dessen gewaltige Ausleger den gelenkig an ihm befestigten Trog mit seiner Wasserlast und dem Schiff aus dem Haltungswasser emporschwingt und nach einer Drehung der Kransäule in wagerechter Ebene um etwa 180°, niederschwingend in die andere Haltung eintaucht, so tief, daß das Schiff über den Trogrand abschwimmen kann. Unglücklich ist daran die Häufung der ganzen Last des Troges samt Inhalt, des Gegengewichtes und des mächtigen Hebels, also von insgesamt rund 6000 t, auf der kleinen Fläche, auf der die Drehung stattfinden soll. Die dort und in dem Hebeldrehpunkt entstehende Reibung ist allerdings durch Druckwasserentlastung

fast beseitigt; aber auch das ist eine umständliche und für die notwendig großen Durchmesser schwierig zu wartende Anordnung. Auch verursacht die Zusammenziehung der Last schwerfällige und teure Eisenbauten für den Trog und den Kranausleger, und macht das ganze Bauwerk wenig standfest. Einen grundsätzlichen Mangel bildet ferner die Anordnung des Gegengewichtes. Um nämlich den starken Auftrieb auszugleichen, der sich dem Eintauchen des Troges ins Haltungswasser widersetzt, ist das Gegengewicht auf ebener Bahn verstellbar gemacht, so daß der Hebelarm, an dem es angreift, verkürzt werden kann. Diese ebene Bahn wird nur in einer einzigen Stellung des Auslegers wagerecht sein können, in allen übrigen Stellungen, vor allem gegenüber der anderen Haltung, wird sie so stark davon abweichen, daß bei der Hin- oder Herbewegung des

Gegengewichtes gewaltige Arbeiten zu leisten sind.

Die Vorzüge der Anlage sind immerhin so bedeutend und so augenfällig, daß der Gedanke selbst in seiner jetzigen noch fehlerhaften Gestalt als ein großer Fortschritt bezeichnet werden muß. Zudem habe ich die Ueberzeugung gewonnen, daß sich die Fehler, nämlich die Häufung der Gesamtlast in einem Punkte, die mangelnde Standsicherheit, und die ungenügende Auswuchtung, werden vermeiden lassen; meine Vorschläge in der Richtung\*) sind jedoch zum Vortrage hier noch nicht ausgereift genug.

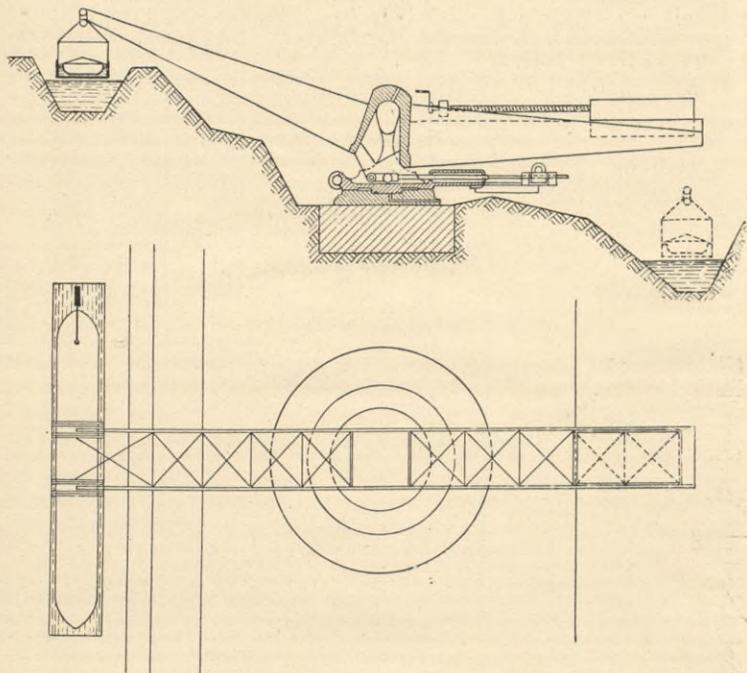
Damit möchte ich die Zahl der Ihnen vorzutragenden Vorschläge beschließen. Sollte mir der eine oder andere entgangen sein, so schadet das insofern nicht, als die Konstruktionstätigkeit in der Frage noch andauernd so geschäftig ist, daß jeder Tag uns neue Vorschläge

bringen kann; es kann also nur eine Abschlagszahlung sein, die ich Ihnen heute auf die große Summe geistreicher Gedanken, die am 31. März 1904 fällig ist, zu leisten im stande bin; es muß genügen, wenn wir die allgemeinen Richtungen erkennen, in der die Erfindertätigkeit auf diesem Gebiete gegangen ist. Zwei Gesichtspunkte werden Sie indessen bei der Beurteilung der Vorschläge vermissen haben. Ich habe Ihnen nämlich wenig oder nichts von den Kosten der einzelnen Anlagen sagen können. Ein Urteil darüber, wenn es nicht auf genauen Kostenanschlägen beruht,

\*) Inzwischen zum Patent angemeldet.

kann gar zu weit fehlgreifen, und mehr Verwirrung als Nutzen stiften; ein brauchbares Urteil ist auf Grund von Beschreibungen und Patentschriften nicht zu gewinnen. Aber einen zweiten Gesichtspunkt dürfen wir nicht außer Acht lassen, das ist die Frage, welchen Einfluss das Gelände auf die Wahl der Hebewerksart haben kann. Die Hebewerksstelle bei Prerau liegt auf einem Abhang mit dem mittleren Gefälle 1 : 30. Die Annahme liegt nahe, daß eine Schrägbahn mit der gleichen Neigung das Natürlichste sein müsse. Ein solches Hebewerk würde aber eine Länge von rund 1200 m erhalten, also bei 10 Minuten zulässiger Fahrtdauer die zweifellos

Abb. 12.



Schwenkkran von Haniel u. Lueg.

unzulässige Troggeschwindigkeit von 2 m in der Sekunde aufweisen müssen. Nehmen wir aus diesem Grunde die Steigung stärker, so vermindert sich die Ersparnis an Erdbewegung gegenüber einem lotrechten oder ähnlichen, sagen wir kurz ortsfesten Hebewerke sehr rasch, bei der üblichen Steigung von 1 : 3 bis 1 : 8 macht sie sich kaum mehr bemerkbar. Danach wäre ein Gefälle von 1 : 15 das vorteilhafteste, was in bezug auf Erdbewegung erreicht werden kann. Andererseits müßte für ein solches Hebewerk die ganze Bahnlänge von rund 600 m (bei trockenem Scheitel ist sie noch erheblich größer) mit einem Oberbau ausgerüstet sein, der die große Last von rund 2000 t an jeder Stelle aufzunehmen fähig sein muß, mit andern

Worten, wie Riedler wiederholt betont hat, mit einem Maschinenfundament. Bei Prerau ist der tragfähige Boden — schwerer Tonmergel — in 5 bis 10 m Tiefe anzutreffen. Unter solchen Umständen dürften die Gründungsbauten die Kosten der Erdbewegung reichlich wett machen. Die Gründung jedes ortsfesten Hebewerkes ist bei diesem trefflichen Baugrund ohne Schwierigkeiten zu erreichen, wenn wenigstens solche Häufung der Last, wie bei dem letztbeschriebenen Hebewerke, dem Schwenkkran von Haniel u. Lueg, vermieden wird; ich glaube danach, daß die Gelände-verhältnisse nicht das entscheidende Wort bei der Wahl der Hebewerksart sprechen können. Deren Wert kann also lediglich aus ihnen selbst heraus beurteilt werden.

Fassen wir dieses Urteil zusammen.

Die Versuche, die alte Kammerschleuse durch Betriebs- oder bauliche Anordnungen für große Hubhöhen lebensfähig zu machen, müssen als unzureichend oder ungeeignet bezeichnet werden, wir besprachen dabei unter Beiseitelassung der Schleusentreppe, die Sparschleuse, das Aufpumpen eines Teils des Kammerinhaltes in das Oberwasser, die Heranziehung des Unterwassers zur Kammerfüllung durch Strahlpumpenwirkung, ferner die ungefügte Doppelkammerschleuse von Tentschert (Abb. 1) und den Verdrängungsschwimmer von Schnapp (Abb. 2).

Die zweifellos ausführbare Schrägbahn, die für Hubhöhen von 100 m wahrscheinlich das einzige Auskunftsmittel sein würde, kann bei der vorliegenden Hubhöhe noch vermieden werden; sie ist mit so unerwünschten Eigenschaften behaftet, daß ihre Beschränkung auf immer größere Hubhöhen als Folge weiteren Fortschrittes der Maschinenteknik zu erwarten steht. Die Anordnung eines trocknen Scheitels und die Trockenförderung scheinen gegenüber den durch den Riedlerschen Bericht bekannt gewordenen Bauarten eher Nachteile als Vorteile aufzuweisen. Wir lernten kennen besonders die Rolltrommel von Tentschert als Querbahn (Abb. 6) und die Längsbahnen mit trockenem Scheitel von Haniel u. Lueg und von Kirsch u. Suppan (Abb. 8), dazu eine äußerst zweckmäßige Gegengewichtsführung von Haniel u. Lueg (Abb. 8). Endlich mehr als Kuriosum die geneigte Schleuse von Greve (Abb. 9).

Von den ortsfesten Hebewerken ergaben sich als ausbildungsfähig und große Vorteile versprechend der Schwenkkran von Haniel u. Lueg (Abb. 12) und in gewissen Grenzen auch die „amerikanische Schaukel“ von Augsburg-Nürnberg (Abb. 11). Wenn aber nicht die weitere Ausbildung dieser schwingenden Schiffshebewerke die Möglichkeit zeigt, ihre bisherigen Fehler zu vermeiden — wozu ich beizutragen hoffe — so scheint die altherwürdige Tauschschleuse (Abb. 5) als einziges in Betracht kommendes lotrechtes Hebewerk an genialer Einfachheit allen neueren Vorschlägen überlegen zu sein und zu verdienen, an ihrem 111. Geburtstag zu Prerau ihrem Erfinder als Denkmal aufgerichtet zu werden.





S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33086

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305765