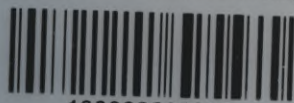


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299320

Deutsch - Oesterreichisch - Ungarischer Verband  
für Binnenschifffahrt.

Verbands-Schriften.

No. XXXIV.

Die weitere Entwicklung der  
Hebewerke.

Oberingenieur **Gerdau-Düsseldorf.**

Hierzu auf Wunsch eine Beilage:

Beschreibung des für den Kanal Schwerin-Wismar projektirten Schiffs-  
Hebewerkes mit geneigter Ebene  
(soweit der Vorrath reicht).

Ueberreicht von  
Central-Verein  
für Hebung der deutschen Flöß-  
und Kanalschifffahrt  
BERLIN.  
Berlin 1898.

Siemenroth & Troschel.

Lützowstrasse 106 I.

# Tabellarische Nachrichten

über die

## flössbaren und die schiffbaren Wasserstrassen des Deutschen Reiches.

Bearbeitet von

**Victor Kurs.**

**Erläuterungen** zu der von demselben Verfasser entworfenen und gezeichneten **Karte der flössbaren und der schiffbaren Wasserstrassen des Deutschen Reiches** in 1:1000000, auf 4 Blättern.

---

1895. X u. 188 S. gr. Fol. nebst 4 Kartenblättern. — Preis 25 Mk.  
Die Tabellen ohne Karten 15 Mk. — Die Karten ohne Text 12,50 Mk.

---

Die Karte enthält in **möglicher Vollständigkeit alle flössbaren und alle schiffbaren Wasserstrassen** des Deutschen Reichs. Jene sind zum ersten Male, diese noch nicht in gleicher Vollständigkeit zusammengestellt, indem unter Andern das in andern Veröffentlichungen fehlende oldenburgische Kanalnetz und die im Um- oder Neubau befindlichen, sowie die projektirten Wasserstrassen eingezeichnet sind.

Der **Masstab**, 1:1000000, ist gross genug, um auch kleinere Wasserstrassen noch genügend kenntlich zu machen, und auch, um das **Eintragen etwaiger Konkurrenz- oder neuer Projekte zu erlauben**. Letzteres wird dadurch erleichtert, dass die Parallelkreise der Karte identisch sind mit den nördlichen und südlichen Begrenzungsrandern der Generalstabskarten.

Die **Farben** der Wasserstrassen lassen sofort erkennen, ob diese nur flössbar oder auch schiffbar sind, und — im letzteren Falle — welche Leistungsfähigkeit sie haben, ob sie nämlich für Schiffe von 100 Tonnen, 100—150, 150—300, 300—400 oder über 400 Tonnen Tragfähigkeit benutzbar sind.

Man kann also **mit einem Blick sehen**, ob und wie man mit einem Fahrzeug von bestimmter Tragfähigkeit von einer Wasserstrasse des Deutschen Reichs zur andern gelangen kann.

Durch kleine Querstriche von der Farbe der Wasserstrassen sind deren **Schiffahrtsschleusen**, und zwar an richtiger Stelle gemacht. Jede Wasserstrasse ist mit einer **farbigen Streckennummer** versehen, unter der die Tabellarischen Nachrichten nähere Auskunft geben.

Das **gesamte Eisenbahnnetz** ist völlig deutlich und möglichst genau in die Karte eingetragen, so dass diese in mancher Hinsicht eine Eisenbahnkarte ersetzt und jedenfalls über die gegenseitigen Beziehungen von Wasserstrassen und Eisenbahnen Aufschluss giebt.

Deutsch - Oesterreichisch - Ungarischer Verband  
für Binnenschifffahrt.

---

Verbands-Schriften.

No. XXXIV.

---

Die weitere Entwicklung der  
Hebewerke.

---

Oberingenieur **Gerdau-Düsseldorf.**

---

Hierzu auf Wunsch eine Beilage:  
Beschreibung des für den Kanal Schwerin-Wismar projektirten Schiffs-  
Hebewerkes mit geneigter Ebene  
(soweit der Vorrath reicht).



**Berlin 1898.**  
Siemenroth & Troschel.  
Lützowstrasse 106 I.



818253-11

Jan 3-12/2018

## **Die weitere Entwicklung der Hebewerke.**

Oberingenieur Gerdau-Düsseldorf.

---

Von dem Vorstande des Verbandes bin ich freundlichst ersucht worden, einige Mittheilungen über die weitere Entwicklung der Hebewerke zu machen. Diesem Wunsche komme ich sehr gerne nach.

Bei der immer kräftiger hervortretenden Nothwendigkeit, unsre Wasserstrassen im Inlande auszubauen, und besonders bei den Verkehrskanälen, die die Wasserscheiden unsrer grossen Stromgebiete überschreiten, ist die Frage nach den Einrichtungen zur Ueberwindung hoher Gefällstufen eine der wichtigsten. Diese Frage ist in den letzten Jahren oft und lebhaft erörtert worden. Die Bestrebungen, die beste technische und wirthschaftliche Lösung hierfür zu finden, bewegen sich in drei Richtungen:

- erstens sucht man die bekannte Kammerschleuse den Erfordernissen hoher Gefällunterschiede anzupassen,
- zweitens die verticalen Schiffshebewerke für hohe Gefälle weiter auszubilden und
- drittens die Schiffbeförderung auf geneigter Ebene zu vervollkommen.

Die Wahl ist um so schwerer, als alle drei Arten, die ja im grossen und ganzen als bekannt vorausgesetzt werden dürfen, in technischer Hinsicht für die gedachten Zwecke verwendbar sind. Die Unterschiede ihrer Brauchbarkeit liegen zunächst im Terrain, dann in den Anlagekosten, in den Betriebskosten, in der Schnelligkeit der Beförderung und in der Sicherheit des Betriebes. Ich kann leider auf alle Einzelheiten hier nicht eingehen, da es zu weit führen würde. Es genügt auch die Anführung der Einzelheiten, um zu zeigen, dass man nicht einseitig das eine oder das andre System empfehlen darf, sondern jeden Fall auf die Wahl zu prüfen hat. Diese Sonderheiten lassen aber auch eine weitgehende Meinungsverschiedenheit zu, solange nicht bestimmte Ergebnisse der

Erfahrung vorliegen; dazu kommt noch, dass alle drei Richtungen einzeln wieder ihre besondern und verschiedenen constructiven Ausbildungen haben. Es ist also nicht zu verwundern, dass jede Richtung und sogar jeder besondere Zweig dieser Richtungen zahlreiche Vertheidiger und Gegner hat. Die Sache wird aber bedeutend einfacher, wenn man festhält, dass die Kammerschleuse höchstens bis zu 10 m Gefälle, die senkrechten Hebewerke von 10 bis etwa 25 m und die Hebewerke auf geneigter Ebene erst bei Gefällen über 25 m zweckmässig angewendet werden. Ferner ist zu beachten, dass es unbestreitbar vortheilhaft ist, die Haltungen eines Kanals möglichst lang zu machen, um wenig Unterbrechungen in der Beförderung der Fahrzeuge und wenig Wechsel in der Beförderungsart zu erhalten. Die Kanallinien und die Längsprofile sind also möglichst so zu wählen, dass die Gefälle an einzelnen Stellen zusammengelegt werden. Die Frage nach der richtigen Wahl des Mittels zur Ueberwindung der Gefällstufe ist dann an Hand obiger Eintheilung der Gefällhöhen weniger schwer.

Es kann allerdings die Frage entstehen, ob es nicht zweckmässiger wäre, auch grosse Gefällstufen z. B. von 25 m etwa durch 3 hinter einander liegende Schleusen statt durch ein senkrechtes Hebewerk, oder eine Gefällstufe von 100 m statt durch eine Schiffbahn auf geneigter Ebene durch 4 lothrechte Hebewerke oder durch 10 bis 12 Schleusen zu überwinden. Zur kritischen, wenigstens theilweisen Lösung dieser Fragen Anlass gegeben zu haben, ist das Verdienst der Wettbewerb-Ausschreibung des Donau-Moldau-Elbe-Kanal-Vereins gewesen. Die bei diesem Wettbewerbe entstandenen Arbeiten und Untersuchungen haben überzeugend zu dem Gutachten geführt, dass die Ueberwindung einer Gefällstufe in einem Zuge das richtige ist. Dies ist allerdings in dem betreffenden veröffentlichten Gutachten des Preisgerichtes, das von Herrn Geheimrath Riedler sehr eingehend und klar aufgestellt und begründet worden ist, nicht direkt zum Ausdruck gekommen, sondern in dem Gutachten ist etwas einseitig lediglich auf das grosse Gefälle von 100 m Bezug genommen worden.

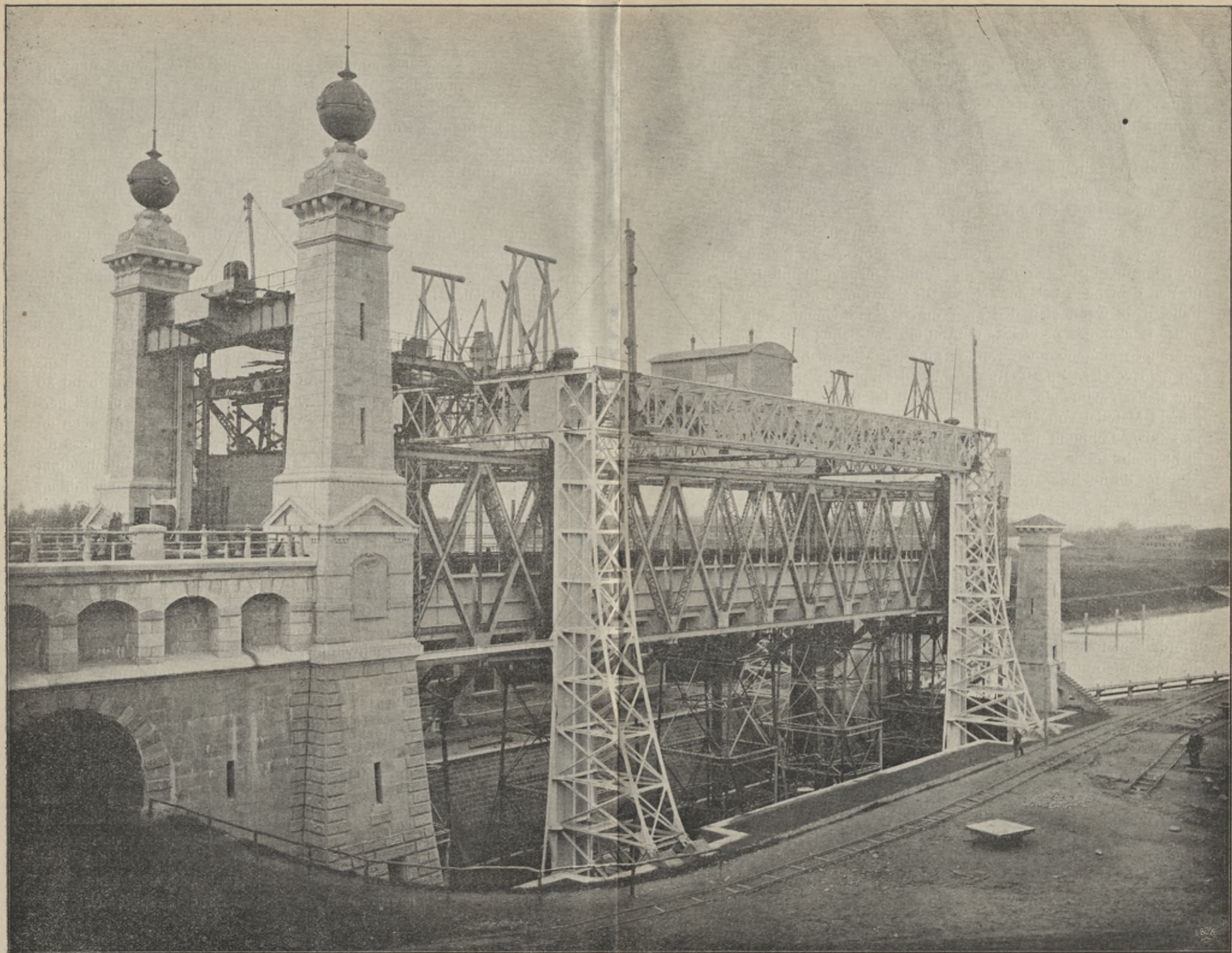
Es wäre vielleicht besser gewesen, sich hiervon frei zu machen und den Kernpunkt der Sache, jedes Gefälle in einem Zuge zu nehmen, in den Vordergrund zu stellen. Dann hätte man besser die Klippe vermieden, zu Gunsten der geneigten Ebene, die für die grossen Hubhöhen passt, alle andern Einrichtungen und besonders die senkrechten Hebewerke ungerecht so gründlich abfällig zu beurtheilen.



Ich kann hier nun in Bezug auf die Mittheilungen über die weitere Entwicklung der Schiffshebwerke direkt einsetzen.

Ich will dabei zunächst nicht von dem, was projektirt ist, ausgehen, also Konstruktionen, die zum Theil noch schweben, sondern von bestimmten Ausführungen, und da ist das neueste und vollkommenste, was wir augenblicklich haben, das senkrechte Schwimmerhebewerk, wie es bei Henrichenburg am Dortmund-Ems-Kanal ausgeführt ist. Man kann heute, nachdem es soweit betriebsfertig ist, dass sein Gang eingehend probirt werden konnte, sagen, dass es in jeder Hinsicht ein Erfolg ist. Das, was ausschlaggebend ist für die senkrechte Hebung, die Erhaltung der horizontalen Lage des Troges, der leichte Gang des Bewegungsgetriebes und die rasche Bewegung und Hemmung der gewaltigen Massen, vollzieht sich in Henrichenburg mit einer kaum erwarteten Genauigkeit und Ruhe. Es ist in der That ein erhebender Eindruck, diesen gewaltigen Körper, der das Schiff schwimmend zu tragen hat, mit grosser Geschwindigkeit in aller Ruhe und Sicherheit sich senken und zumal sich heben zu sehen. Wir haben an Hand dieser vorzüglichen Ergebnisse die volle Sicherheit, dass für mittlere Hubhöhen der Hebwerke hier die bestimmende Entscheidung liegt, und das in Zukunft kaum ein Zweifel verbleiben wird, an der Zweckmässigkeit der senkrechten Schwimmerhebwerke für die genannten Verhältnisse, also 10 bis 25 m Hub, unter denen die Ausführung noch zulässig ist. Das senkrechte Hebewerk ist ja auch unzweifelhaft der geneigten Ebene vorzuziehen, solange kein grosser Hub in Frage kommt. Im Vergleich mit der geneigten Ebene ist die Wegstrecke zwischen dem Oberhaupt und dem Unterhaupt die kürzeste, die Gewichtsausgleichung der bewegten Massen ist durch die Schwimmer die vollkommenere und einfachere, die Widerstände der Bewegung sind ganz gering und die Schleungsdauer ist äusserst kurz.

Die Anlagekosten in Henrichenburg bei sehr gediegener baulicher Ausstattung sind mit  $2\frac{1}{2}$  Millionen Mark einschliesslich des Kanalanschlusses für das Ober- und für das Unterhaupt verhältnissmässig niedrig. Jedenfalls stellt sich eine geneigte Ebene bei gleicher, also mittlerer Gefällhöhe, hier 16 m, höher. Der Vortheil der geneigten Ebene kommt ja erst bei grössern Gefällen dadurch zur Geltung, dass zu den für alle Gefällstufen gleichen Grundkosten für das Ober- und für das Unterhaupt und für die Betriebs- und Maschinenanlagen sammt Schiffstrogwagen und Ausgleichung für die grössere Höhe nur noch die längere Bahn hinzukommt.



**Schiffshebewerk zu Henrichsburg.** Seitenansicht vom Oberhaupt nach dem Unterhaupt gesehen. Der Trog befindet sich vor dem Oberhaupt.

Die in England, Frankreich und Belgien ausgeführten senkrechten Hebewerke mit einem unter hohem hydraulischem Drucke stehenden Mittelstempel mögen ja ihr bedenkliches und ihre Betriebsgefahren haben, aber bei dem Schwimmerhebewerke ist dies vollständig ausgeschlossen. Die Sicherheit ist sogar durch die angewendeten Schraubenspindeln vollkommen.

Ich erlaube mir hier die Mittheilungen des Preisgerichtes im Wettbewerb eines Hebewerkes für den Donau-Moldau-Elbe-Kanal in Bezug auf die Schraubenspindeln des Henrichenburger Schiffshebewerkes in einigen Punkten zu berichtigen. Es heisst darin, dass im ungünstigsten Falle die Schraubenspindeln mit 1500 kg für den qcm hoch belastet seien. Die Belastung im ungünstigsten Falle, d. h. wenn sich der Trog durch einen Unglücksfall ganz entleert, also der verbleibende Auftrieb der Schwimmer von den Schrauben aufgenommen werden muss, beträgt nicht 1500 kg für ein qcm sondern nur 950 kg qcm. Diese allmählich auftretende nur statisch wirkende grösste Belastung im Falle einer Gefahr ist für ein Material von einer Bruchfestigkeit von etwa 5000 kg qcm und 30% Dehnung und 2250 kg qcm Elasticitätsgrenze gewiss nicht hoch.

Es dürfte hier auch gleich eine weitere Bemerkung zu den Mittheilungen des vorgenannten Preisgerichtes am Platze sein. Sie betrifft die Schwimmer des Henrichenburger Hebewerkes. Diese sind dort als nur scheinbar einfache Körper bezeichnet, die in Wirklichkeit allerhand versteckte Gefahren bergen sollen, und vor allem nicht probirt und von aussen nicht sichtbar sind und zu viele Niete hätten. Cylindrische Körper mit gewölbten Enden, wie die Henrichenburger Schwimmer es sind, in denen man alle erforderlichen Aussteifungen leicht anbringen kann, sind doch wohl die einfachsten und sichersten Schwimmkörper, die man sich denken kann. In Henrichenburg ist sogar die Möglichkeit vorhanden, durch Einführung von gepresster Luft in den innern Hohlraum der Schwimmer, auf welche Art sie auch probirt sind, sie jeden Augenblick vom Leckwasser zu befreien und sogar den äussern auf die Schwimmerwandung lastenden Wasserdruck durch den innern Gegendruck der gespannten Luft vollständig aufzuheben. Aber diese Vorsicht ist nicht einmal erforderlich. Sie kennen alle Schwimmkörper, die weniger einfach sind, die ganz andere Beanspruchungen auszuhalten haben, und bei denen niemand an eine Gefahr denkt; das sind die Schiffskörper. Es wird wohl niemand Anstand daran nehmen, dass bei unsern grossen



**Schiffshebewerk Henrichenburg.**

Blick in die Schleusenammer. Trog und Trogstützen

Oceandampfern etwa eine halbe Million Niete unter Wasser liegen, die auch nicht von aussen und meistens nicht einmal von innen sichtbar sind. Diese werden durch Seewasser, durch die Arbeit des Schiffes in schwerem Seegang und durch die Arbeit der gewaltigen Maschinen im Innern des Schiffskörpers ganz anders beansprucht, als die unter ruhiger Belastung befindlichen einfachen cylindrischen und aussergewöhnlich starken Theile der Schwimmer des Hebewerkes. Uebrigens können die Schwimmer auch von aussen in kurzer Zeit durch die vorgesehenen Pumpen zur Entleerung der Brunnen zugänglich gemacht werden und gleichsam wie ein Schiff gedockt werden. Diese Hauptträger des senkrechten Hebewerkes, die Schwimmer und die Schraubenspindeln, sind also durchaus sicher, einfach und leicht zu untersuchen und zu prüfen. Es ist also gar kein Grund vorhanden, sich hier der Schwarzmalerei hinzugeben, die auch wohl nur aus nicht eingehender Kenntniss der Sachlage entstanden ist. In Henrichenburg hat dann auch weder die Herstellung und Aufstellung der Schraubenspindeln noch die der Schwimmer zu irgend welchen Enttäuschungen oder besonderen Schwierigkeiten Anlass gegeben. Dass es bedeutende technische Leistungen sind, ist ja richtig, und dass diese nicht von jedem gleich richtig erfasst werden, mag ja sein. Im übrigen sind aber diese in Grösse und Verwendung hervorragenden neuen Elemente des Hebewerkes so glatt und ohne viele Umstände fertig geworden, dass wir nicht anstehen, hierin noch ein gutes Stück weiter zu gehen. Auch die Herstellung der Brunnenschächte ist an Hand der heutigen im Bergbau erprobten Verfahren völlig gesichert. Wenn der Baugrund weniger gut ist als in Henrichenburg, und selbst im Fliesssande würde das Abteufen der Brunnenschächte ohne grosse Schwierigkeiten erfolgen können. Man wird dann unter Vergrösserung der Schwimmer die Anzahl der Brunnen auf das geringste Maass, eventuell auf einen, beschränken.

In schlechtem Baugrunde ist es gewiss immer noch einfacher, einen kreisrunden Schacht abzusenken, als eine grosse rechteckige Baugrube herzustellen, wie die geneigte Ebene sie am Unterhaupte erforderlich macht,

Diese Ausführungen dürften nach den in den Mittheilungen des vorgenannten Gutachtens des Preisgerichtes des Donau-Moldau-Elbe-Kanal-Vereins enthaltenen allgemein abfälligen den That-sachen nicht entsprechenden Beurtheilungen des lothrechten Schwimmerhebewerkes wohl am Platze sein. Da dieses Gutachten eine

ziemlich weittragende Bedeutung hat und geeignet ist, die Entwicklung der Hebewerke zum Theil in ganz falsche Bahnen zu lenken, so ist die Gelegenheit, die Sache zur Ehre der vorzüglich gelungenen Ausführung des Henrichenburger Schiffshebewerkes zu berichtigen, ganz erwünscht gewesen.

Anders ist natürlich die Sache, sobald man über die Hubhöhe für die sich das lothrechte Hebewerk noch eignet, hinauskommt. Dann ist die geneigte Ebene bedeutend im Vortheil. Haniel & Lueg, die ja das Hebewerk in Henrichenburg bauen bzw. gebaut haben, und die sich auch an dem Wettbewerbe für die Entwürfe des Hebewerks im Donau-Moldau-Elbe-Kanal gegenüber den 5 vereinigten böhmischen Maschinenfabriken betheiligt haben, haben dies in ihren Entwürfen und Erläuterungen auch zum Ausdruck gebracht, indem von ihnen sowohl die Gefällstufe von 100 m mit vier übereinander gereihten senkrechten Hebewerken bearbeitet ist, wie auch mit einer geneigten Ebene von 100 m Gefällüberschreitung. Die Parallele, die sie dadurch gezogen haben, ist schon ohne weiters zu Gunsten der geneigten Ebene für diese Hubhöhe ausgefallen.

Ueber die geneigte Ebene schwebt insofern ein gewisses Dunkel, als Ausführungen, die annähernd an das herankommen, was wir heute brauchen, noch nicht bestehen. Die ältern Ausführungen am Oberländischen Kanal bei Elbing, die Nachbildungen dieser Ebene in Frankreich, ferner die Ausführungen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas reichen hinsichtlich Grösse und Vorkehrung für das zu befördernde Schiff nicht aus, um daraus über die endgültige Konstruktion der geneigten Ebene schlüssig zu werden.

Aus den zahlreichen, verbessernden Entwürfen und Projekten für die geneigte Ebene, die nach diesen Ausführungen und neuerdings aufgestellt sind, — ich zähle hierzu auch die Entwürfe, die aus dem Wettbewerbe für den Donau-Moldau-Elbe-Kanal entstanden sind — ist aber doch eine Grundlage geschaffen worden, worauf weiter gebaut werden kann. Jedenfalls dürfte darüber Klarheit entstanden sein, dass die Beförderung des Schiffes über die Ebene schwimmend geschehen muss, und dass die Unterstützung des so zu befördernden schweren Schiffswagens durch Laufräder und anscheinend auch durch Wälzungsrollen nicht zum Ziele führt, dass vielmehr die Gleitbahn als das richtige anerkannt werden muss.

Die Aufgabe, das Schiff „trocken“ über die Ebene zu führen, ist kaum weiter verfolgt worden; ob mit Recht oder Unrecht möge

dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist es sehr schwer in kurzer Zeit ein beladenes Schiff im Wasser so auf einem Gestelle zu lagern, dass es ausserhalb des Wassers keinen Schaden erleidet. Ferner ergeben sich Schwierigkeiten in der Ausgleichung der toten Massen beim Ausheben und Eintauchen des Schiffes am Unter- und Oberhaupt. Demgegenüber kommt der Vortheil geringerer Last kaum in Betracht, zumal da durch die Verwendung eines mit Wasser gefüllten Behälters für das Schiff allen Ansprüchen genügt ist, und die Beförderung rasch und einfach wird. Die beste Auflagerung des mit Wasser gefüllten Trogwagens ist nun wohl die Hauptaufgabe bei dem Entwurfe einer geneigten Ebene. Dass hierfür die Anwendung von Laufrädern und Rollen bedenklich erscheint, ist durchaus nichts neues, wenn man den Erfahrungen folgt, die an andern Orten mit der Auflagerung schwerer Lasten auf Rollen und Laufrädern gemacht worden sind, wie z. B. bei schweren Drehkrähnen, Rollbrücken u. s. w. Bei grossen Drehkrähnen war die Anwendung der endlosen Walzenkette eigentlich gegeben. Hier ist die Herstellung zweier konzentrischer Flächen, die auf der Drehbank bearbeitet werden, zwischen denen die Walzen zu laufen haben verhältnissmässig einfach, sie bieten die Sicherheit einer sehr genauen Ausführung, wie sie sonst nicht zu erreichen ist. Trotzdem zeigt der Betrieb solcher Krähne, dass ein annähernd gleichmässiges Tragen aller Rollen nicht zu erlangen ist, dass stets nur einzelne Walzen die Last aufnehmen. Je grösser also die Last ist, um so grösser ist auch der spezifische Druck auf die einzelnen wirklich tragenden Rollen.

Jedenfalls hat man die Schwierigkeiten, mehrere Wälzungsrollen gleichmässig zum Tragen zu bringen, so gross gefunden, dass bei schweren Belastungen, z. B. dem 150 bzw. 180 t Krahn in Hamburg und der Rollbrücke daselbst breite Laufräder im Schwingjoch gelagert angewendet sind, um, unter Zulassung grösserer Reibungswiderstände, die Sicherheit zu haben, dass alle Rollen tragen.

In allen Fällen ist die Beanspruchung der Rollen und Bahnen so bedeutend, dass nur die ganz geringen Geschwindigkeiten und die seltene Benutzung dieser Apparate eine starke Abnutzung verzögern. Wenn man einen derartigen schweren Rollengang in Bewegung sieht, sucht man unwillkürlich nach einer festen direkten Stütze zwischen dem bewegten Körper und der Bahn, die die Last aufnimmt, wenn eine der Rollen bricht. Ganz ähnlich wie bei den Wälzungsrollen zwischen zwei parallelen Ebenen liegt ja der Fall

bei den Kugellagern. Wir haben mit solchen Lagern eingehende Versuche angestellt, da wir diese für die Kopflager der grossen Schraubenspindeln am Henrichenburger Hebewerk anwenden wollten. Die Flächen, zwischen denen die gehärteten Stahlkugeln liefen, waren genau parallel auf der Drehbank hergestellt. Die Kugeln selbst hatten bei 38 mm Durchmesser unter sich eine grösste Differenz von  $\frac{1}{40}$  mm. Trotzdem genügte diese geringe Differenz, um von etwa 32 Kugeln nur 3 bis 4 zum Tragen zu bringen. Bei geringerer Belastung von etwa 8 bis 10 t auf die gesammten Kugeln lief alles sehr schön, da die tragenden 4 Kugeln die Belastung von 2 t noch aushielten. Bei einer Belastung von 30 bis 40 t brachen jedoch 2 bis 3 der Kugeln, die Belastung, gleiche Vertheilung auf alle Kugeln angenommen, wäre mit einer Tonne für eine Kugel nicht zu hoch gewesen. Da die Last aber nur auf wenige Kugeln kam, war sie für jede acht- bis zehnmal so gross, und der Bruch erfolgte. Wir haben dann die Kugellager nicht angewendet, sondern ebene Bahnen und sind gut dabei gefahren. Aus gleichen Gründen hat man auch bei schweren Krähen in der Neuzeit statt Laufrollen oder Wälzungsrollen ebene Gleitbahnen angewendet. Diese Anordnung ist, wie vorauszusehen war, ein voller Erfolg gewesen. Die Erfahrungen aus dem allgemeinen Maschinenbau gehen also dahin, schon in einfachen, nicht besonders schwierigen Fällen für sehr schwere Gesammtlasten — ich spreche nur von diesen — die Anwendung von Rollen in irgend einer Form zu vermeiden.

Bei der geneigten Ebene, die uns hier allein interessirt, dürfte keine Ungewissheit herrschen, in welcher Richtung die Unterstützung des schweren Schiffstrokes zu verfolgen ist. Das Gutachten im Wettbewerb für die Hebewerke am Donau-Moldau-Elbe-Kanal hat sich zwar günstig über die Wälzungsrollen, besonders solche in endloser Kette angeordnet, ausgesprochen, aber sich auch wohl einer eingehenden Kritik derselben enthalten.

Man bedenke nur, welche Anforderungen an eine solche Anordnung mit Wälzungsrollen, zumal bei quergefahrenem Trog, gestellt werden müssen. Es sind 4 Bahnen vorhanden, die äussern etwa 55 m von einander entfernt, und jede Bahn etwa 500 m lang. Die Oberflächen aller Bahnen müssen genau in einer Ebene liegen. Ganz abgesehen von spätern Senkungen und Veränderungen der Lage, ist es nicht zu erreichen, in schräg liegendem Gelände mathematisch genaue Ebenen von etwa 30000 qm Flächenausdehnung herzustellen. Ueber diese Bahnen



bewegen sich auf einem Rollensystem 4 andere am Schiffstrog befindliche Bahnen; auch diese müssen genau in einer Ebene liegen. Das ist bei der grossen Ausdehnung der Gesamtanordnung ebenfalls nicht erreichbar.

Man muss also schon einen weiten Spielraum für Ungenauigkeiten belassen, und der festgefügte Trog muss diesen Ungenauigkeiten folgen oder auch nicht; denn in solchen Fällen hört die Rechnung auf, und die richtige Belastung der Rollen ist dem Zufall überlassen. Es kommt noch hinzu, dass die Wälzungsrollen unter sich nicht mit genau gleichem Durchmesser hergestellt werden können. Mit Sicherheit werden unter jeder Bahn nur 2 Rollen tragen, im ganzen also 8 Rollen. Das Troggewicht von etwa 2400 t wird jede Rolle mit 300 t belasten; jedenfalls muss man damit rechnen. Selbst wenn ein Flächendruck von 1 t für ein qcm zugelassen wird, muss die Abflachung der Rollen bei 30 cm Breite 10 cm betragen: derartige Veränderungen der Rollen sind ausgeschlossen, sie werden vorher brechen, umso mehr als die Rollen durch die schräge Lage der Bahn ungünstig beansprucht sind, da die Kräfte nicht durch die Achse der Rolle gehen (Fig. 1\*).

Nun ist angeführt, dass die grösseren Rollen und auch Unebenheiten auf der Bahn sich rascher abnutzen als die kleineren Rollen und die zurückstehenden Theile der Bahn. Figur 2\*) zeigt eine solche Anordnung: Es dürfte ohne weiteres klar sein, dass die grössere Rolle a, die sich rascher bewegt, die durch Gelenkkette c mit ihr verbundene kleinere Rolle b mitschleppt und dadurch die kleinere Rolle (die hier absichtlich wesentlich kleiner gezeichnet ist), viel rascher verschleisst als die grössere.

Auch die Bahn wird durch die schleifenden Rollen stärker abgenutzt, und da ein steter Wechsel der Rollen stattfindet, die Bahn auch ungleich auslaufen.

Die Wälzungsrollen bieten also für die in Betracht kommenden bedeutenden Belastungen noch weniger die Sicherheit gleicher Lastvertheilung als die einfachen Laufrollen, die entsprechend eingestellt werden können. Die Schwierigkeiten nehmen zu mit der Anzahl der Bahnen.

Es führen diese Unzulänglichkeiten des Rollenbetriebes für schwere Lasten dazu, der Gleitbahn den Vorzug zu geben. Unzweifelhaft ist hier die sichere Auflagerung, die Vermeidung jeder Betriebsgefahr und die gleichmässige Lastvertheilung auf die Unterstützungen.

\*) Fig. 1 und 2 siehe Seite 19.

Durch die Anwendung einer zwischen den Trogstützen und Bahnen eingeschalteten, unter Druck stehenden Flüssigkeit — es kann Wasser, Oel oder Fett hierfür verwendet werden — kann der Widerstand auf der Gleitbahn auf ein zuverlässiges und zwar sehr geringes Maass gebracht werden.

Dieses System, das Haniel und Lueg auch für die geneigten Ebenen am Donau-Moldau-Elbe-Kanal vorgeschlagen haben, bewirkt ein thatsächliches Schwimmen des Schiffstrokes auf den Gleitbahnen. Ich darf nach den Veröffentlichungen, die über diesen Gegenstand stattgefunden haben, wohl voraussetzen, dass seine Einrichtung bekannt ist. Es möge dabei auf die Mittheilungen, die von mir seiner Zeit im Verein zur Hebung der Deutschen Fluss- und Kanal-Schifffahrt in Berlin gemacht worden sind — siehe Februarheft 1897 Zeitschrift für Binnenschifffahrt Seite 138 und folgende — verwiesen werden, und auf die Mittheilungen des Herrn Wasserbauinspektors Sympher über dieses System im Oktoberheft 1. Jahrgang 1897 Seite 2 und folgende, und ferner auf die Abhandlung „Neuere Schiffshebewerke“ von Herrn Geheimrath A. Riedler, Berlin, Polytechnische Buchhandlung A. Seydel.

Da für den bis jetzt leider nicht bewilligten Elbe-Wismar-Kanal ebenfalls ein Schiffshebewerk auf geneigter Ebene nach diesem System vorgeschlagen war, so ist vom Schwerin-Wismar-Kanal-Verein bei dieser Gelegenheit eine das in Frage stehende System eingehend behandelnde Schrift erschienen, die den dafür sich Interessirenden in einigen Exemplaren zur Verfügung steht.\*)

Es soll deshalb hier nur kurz angeführt werden, dass die Druckflüssigkeit in hohlen Stempeln, die gegen das Troggerüst und die Bahn abdichten, eingesperrt ist, und so ein Schwimmpolster für den Trog gebildet wird. Einer Abnutzung unterliegt nur die Dichtung, die auf der Bahn den Austritt der Flüssigkeit verhindert; ist diese dicht und haltbar, und kann die Gleitbahn so hergestellt werden, dass sie diesen Eigenschaften der Dichtung nicht hinderlich ist, so ist allen Anforderungen genügt, die man an diese Gleitschuhe stellen kann. Da nur eingehende Versuche hierüber Aufschluss geben können, so sind solche Versuche unverweilt vorgenommen worden.

Zunächst wurde ein auf 4 solchen Gleitstempeln ruhender Gewichtskasten von etwa 100 t Gewicht hergestellt und in die Gleitstempel Wasserdruck von 50 Atm. eingelassen. Die Stempel schlossen vollständig dicht an die Bahn an. Bei der Bewegung

\*) Als Anlage hierzu auf Wunsch erhältlich.

zeigten die Gleitstempel sich ebenfalls vollständig dicht; auch nach längerem Betrieb trat hierin keine Aenderung ein. Für den Versuch war als Bahn eine vorhandene Platte benutzt, die etwas zu schwach war und sich durchbog; trotzdem stellten sich die Stempel, die etwas vertikale Bewegung zulassen, richtig ein und regulierten selbstthätig den Abstand zwischen Bahn und Trogwagen unter stets gleich bleibender Belastung der einzelnen Stützpunkte.

Auch Versuche über den Gleitwiderstand wurden gemacht und mittels Dynamometer gemessen. Da, wie schon erwähnt ist, die Bahn stark durchgebogen und windschief war, so waren die Widerstände zur Bewegung der Last mit den Gleitschuhen, was erklärlich ist, verschieden; sie schwankten zwischen  $\frac{1}{150}$  und  $\frac{1}{350}$ , je nachdem die Last mitgehoben wurde oder niederging. Im Mittel war also  $\frac{1}{250}$  der Last als Zugkraft zur Fortbewegung derselben erforderlich. Um nun bestimmten Anhalt zu haben über die beste Dichtung für die Stempel, über die geeignetste Dichtungsflüssigkeit und über die Haltbarkeit der Dichtung beim Passiren der erforderlichen Stossfugen der Bahn, und genaue Werte über die Gleitungswiderstände bei verschiedenen Dichtungen und Flüssigkeiten zu erhalten, haben Haniel und Lueg einen neuen Versuchsapparat hergestellt, der über alle diese grundlegenden Fragen Aufschluss geben wird.

Da mit dem ersten Versuchsapparat und der direkten Gewichtsbelastung, wie es der praktischen Wirklichkeit entspricht, die Betriebsfähigkeit und der praktische Nutzen dieser Gleitstempel schon festgestellt war, so dient der zweite Apparat mehr theoretischen Versuchen und einem Dauerversuch in Bezug auf die Haltbarkeit der Dichtungen. Das Gewicht zur Belastung der Stempel ist daher auch ersetzt durch einen zweiten Gegenstempel, der den erforderlichen Gegendruck der Gewichtsbelastung herstellt. Der Apparat ist durch nebenstehende photographische Abbildung wiedergegeben. Die Versuche, die noch nicht ganz abgeschlossen sind, haben durchaus zufriedenstellende Ergebnisse ergeben.

In Bezug auf die Gleitschuhordnung ist es nun natürlich ganz einerlei, ob die geneigte Ebene eine quer oder eine längs befahrene ist.

Die Frage der längs- oder quer befahrenen Ebene hat aber allgemeine Bedeutung. Naheliegend ist jedenfalls die Verwendung der längsgeneigten Ebene, da diese Anlage direct in die Kanalachse fällt, ferner weisen alle Eigenschaften einer vorteilhaften Anlage und eines guten Betriebes darauf hin. Es ist leicht dieses

Hebwerk doppelschiffig auszuführen. Bei mässiger Geschwindigkeit für die Trogbewegung ist doch noch eine kurze Schleusungsdauer möglich. Die Ausdehnung der Bahn und zumal die des Ober- und Unterhauptes ist trotz doppelschiffiger Anlage ganz bedeutend geringer als bei der quergeneigten Ebene. Die doppelte Längsebene wird nicht teurer als die einschiffige Querebene. Die Neigung der Bahn kann wegen der grossen Leistungsfähigkeit der Doppelsebene betriebssicher angenommen werden, d. h. so, dass der Trog auf Metallstützen ruhend an jeder Stelle der Bahn ohne weitere Vorkehrung stehen bleibt. Die Führung des Troggestelles ist leicht erreichbar und schon durch die Längsanordnung gegeben. Der Verkehr und die Handhabung der Schiffe an den Haltungen ist einfach. Die Ausgleichung veränderlicher Wasserstände in den Haltungen durch den Trog ist leicht ausführbar. Ein doppelter Anschluss des Troges an den Haltungen ist unnötig. Der Wasserstau im Trog kann durch unschwer anzuordnende bewegliche Querwände unschädlich gemacht werden; im übrigen ermöglicht die geringe Fahrgeschwindigkeit des Troges eine unschädliche, gleichmässige Verzögerung oder Beschleunigung der Bewegung.

Die quergeneigte Ebene hat demgegenüber nicht ein einziges zu ihrem Vorteil durchschlagendes Merkmal. Sie ist genau genommen noch einmal so teuer wie die Längsebene, denn die einfache Querebene erreicht die Leistungsfähigkeit der doppelten Längsebene nur durch künstlich erhöhte Geschwindigkeiten und unzulässig steile Rampen. Bei normaler Geschwindigkeit und Sicherheit gewährender Rampenneigung ist die Leistungsfähigkeit der Querebene nur halb so gross wie bei der doppelten Längsebene. Beim Gegengewicht können gleich vorteilhaft wirkende Bewegungs-Auflagerungen, wie sie sich am Trog befinden, der Kosten wegen nicht angebracht werden. Das Gegengewicht arbeitet daher unvorteilhafter als der Trog und leistet nichts. Daher ist es durch den zweiten leistungsfähigen Trog bei der Längsbahn ersetzt. Dieser kann in vielen Fällen auch als Reserve dienen, z. B. im Falle eines Fehlers an den Haltungen oder an den Trogthoren oder am Trog. Solange keine Störungen an den Bewegungsapparaten vorkommen, kann auf der Doppelbahn auch mit einem Troge gefahren werden. Die schmalen Bahnen der Längsebene sind viel leichter betriebsfähig zu erhalten als die über eine grosse Fläche ausgebreiteten Bahnen der Querebene.

Zur Herstellung einer genügenden Längsführung muss das Troggerüst der Querbahn künstlich in der Querrichtung verlängert

werden, wodurch eine kostspielige Unterschneidung des Ober- und Unterhauptes stattfindet, die überdies eine sehr grosse Ausdehnung erhalten und grosse Kosten verursachen. Diese Gründe dürften hinreichend für den Vorzug der Längsebene sprechen.

Aus dem vorher gesagten dürfte wohl jeder die Ueberzeugung gewonnen haben, dass die Vorarbeiten zur Ausführung einer geneigten Schiffsebene genügendes und zuverlässiges Material geliefert haben, um den Bau eines solchen Werkes vorzunehmen, und da ist der Wunsch auch wohl gerechtfertigt, recht bald Gelegenheit dazu zu haben. Wenn alle Kanäle gebaut werden, die projektirt sind, so wird es ja daran nicht mangeln. Aber das hat vielleicht noch gute Weile.

Inzwischen wäre es aber von grossem, allgemeinen Nutzen, wenn die betreffenden Staatsbehörden Gelegenheit geben würden, einmal ein solches Hebewerk auf geneigter Ebene auszuführen. Dabei kommt es ja nicht darauf an, dass die Hubhöhe nun gerade geeignet ist für die geneigte Ebene; selbst für geringere oder mittlere Hubhöhe, also unter 25 m ausgeführt, würde sie vollständig Aufschluss über ihre Zweckmässigkeit geben, und in diesem Sinne auch die Ausführung in einem solchen Ausnahmefall gerechtfertigt sein.

Hoffen wir also recht bald das Feld der Binnenschifffahrt auch auf diesem Gebiete auf eine erprobte und erweiterte Grundlage gestellt zu sehen.

B. Gerdau.



Fig. 1.

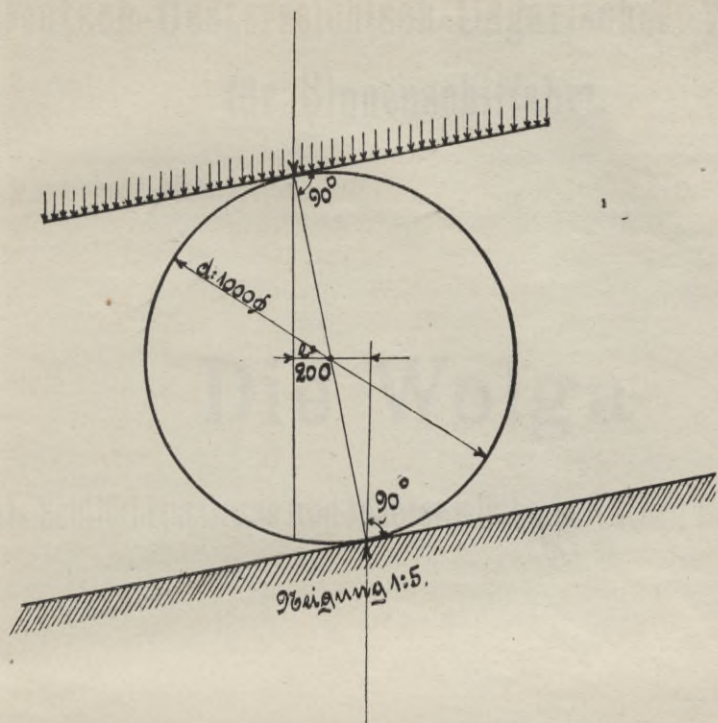
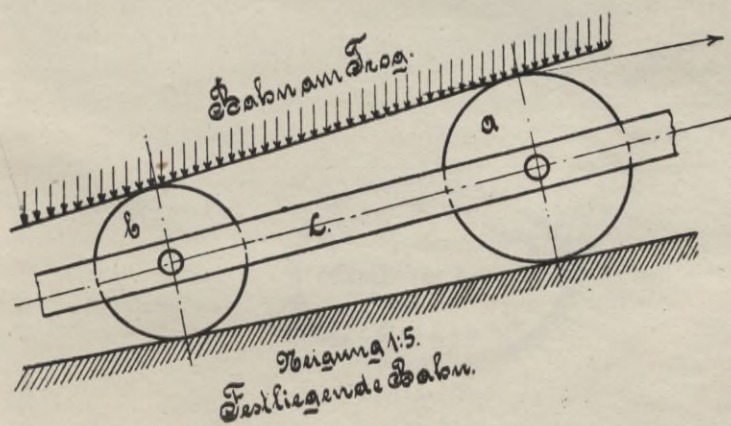


Fig. 2.



Siehe Seite 14.







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351916**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315766

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351757**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



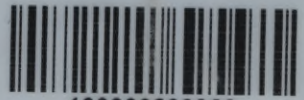
**II-351917**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315767

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299320

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351918**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315768

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351919**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315769

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351920**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



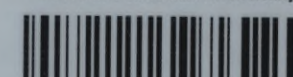
10000315770

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351921**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315771

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351922**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315772

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351923**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315773

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351924**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315774