

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 5/6 (1885)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Verkehr auf Flüssen und Canälen  
**Autor:** Pestalozzi, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-12927>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Verkehr auf Flüssen und auf Canälen. Von Professor Karl Pestalozzi. (Fortsetzung.) — Die Touristenbahnen am Luganersee. (Schluss.) — Bericht der vom Central-Comité des schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins zur Prüfung der Verhältnisse an der Bauschule des eidg. Polytechnikums niedergesetzten Commission. — Aus der schweizerischen Eisenbahnstatistik. — Patentliste. — Miscellanea:

Eisenbahn Como-Varese. Niagara-Park. Auszeichnungen an Techniker. Seereise eines Baggers. Postgebäude in Luzern. Postgebäude in St. Gallen. Postgebäude in Interlaken. Eine neue eiserne Strassenbrücke über die Oder bei Cosel. Die technische Hochschule zu Hannover. — Concurrenzen: Schulhausbaute in Lausanne. Wasserturm in Mannheim. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

## Verkehr auf Flüssen und auf Canälen.

Von Professor *Karl Pestalozzi*.

(Fortsetzung.)

### 2. Wasserstrassen.

Die in Vorhergehendem enthaltenen Andeutungen über die Bedürfnisse der Schifffahrt lassen folgende Arten von Wasserstrassen erkennen: natürliche Wasserstrassen, künstliche Wasserstrassen.

Zu den natürlichen Wasserstrassen zählt man Seebuchten, Flussmündungen, Flüsse, Binnenseen.

Künstliche Wasserstrassen sind: die Canäle und die canalisirten Flüsse.

Auf den meisten Flüssen ist die Schifffahrt erst durch Correctionen sicher gestellt worden. Im unregelmässigen Strome bilden Sandbänke Hindernisse und Gefahren, welche um so bedeutender werden, je grösser die Veränderlichkeit der Ablagerungen ist. Durch Herstellung des Normalprofils werden die Gefahren beseitigt. Ist dabei die Wassertiefe genügend und die Geschwindigkeit nicht zu gross, dann kann man dem Fluss den natürlichen Lauf lassen und findet nicht nur das Fahrwasser, welches den bisherigen Verhältnissen entspricht; in den meisten Fällen gestattet die Flussregulirung eine bedeutende Vergrösserung der Schiffe.

Oft erscheint das Verkehrsbedürfniss, die grossen Schiffe der untern Flussgegenden in diejenigen Strecken aufwärts gehen zu lassen, in welchen deren Eintauchung grösser ist als die Normaltiefe. Um daselbst den Fluss diesen Schiffen zugänglich zu machen, erhöht man den Wasserspiegel durch Einbau von Stauwerken. Diese vergrösserte Wassertiefe entspricht einem grössern Profil, dieses einer kleinern Geschwindigkeit, was ebenfalls für die Schifffahrt günstig ist. Die Stauwerke bilden senkrechte Abfälle, welche man mit Schleusen umgeht. Wenn der Höhenunterschied nicht gross ist, dann verwendet man für zu Thal gehende Schiffe ein bewegliches Wehr, welches während ihrem Durchgang geöffnet bleibt. Mehr noch als diese Schiffsdurchlässe verwendet man auf Flüssen, auf welchen Holzflösserei betrieben wird, die Flossdurchlässe.

Ein in der angedeuteten Weise canalisirter Fluss erscheint in seinen durch Wehre abgetheilten Strecken, denen man ein vermindertes Gefäll gegeben hat, mit ihren Verbindungen durch Schleusen, ganz ähnlich wie die staffelförmig übereinanderstehenden horizontalen Haltungen eines Schifffahrtscanales. Die Stauwerke sind gewöhnlich zusammengesetzt aus einem festen Wehr, welches nur zur Zeit der Hochwasser geöffnet wird, aus einem solchen, welches als Schiffsdurchlass dient und aus einer Schifffahrtsschleuse. Die beiden beweglichen Wehre sind in der Regel verschiedener Construction, weil der Schiffsdurchlass so eingerichtet sein muss, dass die Flussbreite, welche er einnimmt, beim Öffnen ganz frei wird; ferner muss diese Operation, und ebenso das Schliessen, rasch vor sich gehn. Wenn dagegen am beweglichen Hochwehr einzelne Constructionstheile stehen bleiben, so sind damit gewöhnlich für den Abfluss keine Nachteile verbunden; auch hat man in Flüssen, welche der Schifffahrt dienen, kein so rasches Steigen und Fallen des Wasserspiegels zu fürchten, dass beim Öffnen und Schliessen grosse Eile geboten ist. Man hat daher bei der Wahl der Construction für diesen Theil des Stauwerkes mehr auf Festigkeit als auf leichte Handhabung zu sehen.

Nur ausnahmsweise bei einseitigem Verkehr, wenn die Schiffe beladen flussabwärts und leer aufwärts gehen, kann eine mässige Strömung der Schifffahrt nützlich sein. Wenn aber nach beiden Richtungen Güter befördert werden, dann überwiegen die Hindernisse bei der Fahrt zu Berg die Erleichterungen, welche die Thalfahrt bietet. Starke Strömung

ist unter allen Umständen nachtheilig und verursacht nicht selten Unglücksfälle. Die *Schifffahrtscanäle* erhalten deshalb ein verschwindend kleines Gefäll; dasselbe wird nur so gross als es nothwendig ist, um, für Erhaltung der erforderlichen Tiefe, das Wasser zuzuführen. Nur selten sind die Zuflüsse so bedeutend, dass die Abweichung des Wasserspiegels von der Horizontalen bemerkt werden kann. Nur dann wenn der Canal zwei Gewässer, die zu gleicher Höhe sind, verbindet, bleibt die Horizontale in der ganzen Ausdehnung eingehalten. Gewöhnlich kann man aber Steigungen und Gefälle nicht vermeiden. Wo sie vorkommen, besteht der Canal aus horizontalen „Canalhaltungen“, durch senkrechte Abfälle mit einander verbunden. An den Verbindungspunkten befinden sich die Schleusen zur Vermittelung des Aufsteigens oder des Herabgehens der Schiffe von einer Canalhaltung in die andre.

Es gibt Canäle, welche neben der Schifffahrt auch noch andern Zwecken dienen. Hiebei kommt namentlich die Entwässerung und Bewässerung von Grundstücken in Betracht. Die Ländereien kann man oft auf grosse Strecken trockenlegen, ohne Wassermassen weiter befördern zu müssen, welche im Vergleich zu den für die Schifffahrt nothwendigen Querschnitte bedeutend sind. Man erreicht demnach den Doppelzweck ohne starke Strömung in den Canälen. Holland liefert hiezu die schönsten Beispiele. Uebrigens haben auch in andern tief gelegenen Ländern in gleicher Weise die Schifffahrtscanäle der Landwirthschaft wesentliche Dienste geleistet. An vielen Orten erhöht man den Nutzen wesentlich durch Torfausbeutung, welche der Urbarmachung vorgeht.

Minder vortheilhaft erweist sich die Verbindung der Bewässerung mit den Schifffahrtscanälen; obwohl auch für diese Benutzungsart namentlich in Italien, Deutschland und Ungarn schöne Beispiele sich finden. Doch sind die hiebei zu fördernden Wassermengen so gross, dass für den Schiffsverkehr schädliche Strömungen nicht vermieden werden können. Man hat deshalb auf einzelnen italienischen Canalstrecken, welche ursprünglich für den Doppeldienst eingerichtet waren, auf die Schifffahrt verzichtet und der grosse Cavour-Canal ist von vorneherein ausschliesslich für die Bewässerung angelegt worden.

Aus dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, dass Canäle mit Strömung, welche sich ähnlich gestalten wie ein canalisirter Fluss, nur ganz ausnahmsweise in Betracht fallen. Ueberall wo der Verkehr bedeutend ist, sind die Canalhaltungen horizontal oder wenigstens nahezu horizontal.

Die Manigfaltigkeit der Bedürfnisse der Schifffahrt verursacht auch eine bedeutende Verschiedenheit der Canalquerschnitte. Dabei unterscheidet man zwei Hauptgruppen: Die *Seeschifffahrtscanäle* und diejenigen *Canäle, welche ausschliesslich der Binnenschifffahrt dienen*. Die Zahl derjenigen Canäle, auf welchen die grössten Seeschiffe verkehren, ist noch nicht bedeutend; dagegen dienen viele und grosse Canalstrecken kleineren Seeschiffen und Wattschiffen. Von den eigentlichen Binnencanälen unterscheidet sich diese Art der Wasserstrassen namentlich durch grössere Tiefen; im Uebrigen aber auch, entsprechend der Bauart der Schiffe, durch verhältnissmässig kürzere Schleusenammern.

Ein Seecanal ist entweder *Verbindungs canal* zweier Meere, oder er wird angelegt um einen Handelsplatz mit der offenen See zu verbinden. Im letztern Falle nennt man ihn *Sack canal*. Beide Arten sind mit Bezug auf Tiefgang, Breiten und Schleusendimensionen den grössten Schiffen anzupassen, auf deren Verkehr man rechnen muss. Die Tiefen sind deshalb sehr verschieden, je nach den Bedürfnissen. Der Suez-Canal z. B. ist 8 m tief und für den Panama-Canal sind 8,5 bis 9 m Tiefe projectirt. Die schwedischen Canäle dagegen dienen einem Tiefgang von höchstens 2,85 m

und in Schottland finden sich noch geringere Tiefen in Canälen, welche von kleinen Seeschiffen befahren werden.

Die eigentlichen Binnencanäle baut man nach bestimmten Regeln, welchen auch Form und Dimensionen der Schiffe anzupassen sind. Zur Ausnahme hievon geben gewöhnlich nur Localverhältnisse Anlass. Wenn eine Stromschnelle zu umgehen ist, so muss man selbstverständlich die betreffenden Canal- und Schleusendimensionen den betreffenden grössten Flussschiffen anpassen. Uebrigens führen diese und ähnliche ausserordentliche Fälle nicht zu so grosser Manigfaltigkeit, wie man dieselbe bei den Seecanälen findet, weil der Tiefgang der Flussschiffe viel weniger verschieden ist, als derjenige der Seeschiffe. Man hat, bei Zusammenstellung der schiffbaren Flussstrecken, in Frankreich und in Deutschland übereinstimmend für die mittlere Wassertiefe 2 m gefunden und gestützt hierauf für die Abmessungen der Canäle drei Classen angenommen, von welchen diejenige mit 2 m Wassertiefe die mittlere ist. In Deutschland ist in neuerer Zeit festgesetzt worden: für die 1. Classe 2,50 m, für die 2. Classe 2,00 m und für die 3. Classe 1,50 m Wassertiefe. In England hat man sich für die Tiefen an keine Normal-Dimensionen gehalten, dagegen lassen sich für die Schleusenbreiten ebenfalls drei Classen unterscheiden. Im Allgemeinen sind die Tiefen und alle übrigen Canal- und Schleusendimensionen etwas kleiner als in Frankreich und in Deutschland. Zur Vergleichung sind in Folgendem die Schleusenbreiten zusammengestellt:

	England.	Frankreich.	Deutschland.
1. Classe	6,00 m	7,80 m	7,50 m
2. Classe	4,60	5,20	6,25
3. Classe	2,30	2,70	4,60

Es ist noch zu bemerken, dass man einzelne Canäle in ausgedehntem Masse für die Flösserei benutzt und dass zu diesem Dienste jeder Canal verwendet werden kann.

Je nach den Constructionsbedürfnissen für den Anschluss an die Unebenheiten des Bodens unterscheidet man: Canäle mit mehreren Haltungen, Canäle mit einer Haltung, jedoch entweder an beiden Enden oder nur an einem Ende mit einer Schleuse versehen, und drittens frei auslaufende Canäle. Unter den Canälen mit mehreren Haltungen nennt man diejenigen, welche in der Thalsole gleichlaufend mit einem Flusse angelegt sind, *Seitencanäle*. Wenn ein Canal zur Ueberwindung eines localen Gefälls z. B. an einer Stromschnelle, an einem Wasserfall oder an einem Wehr den Fluss verlässt und in denselben an einer andern Stelle wieder einmündet, nachdem das Schifffahrtshinderniss durch mehrere Schleusen überwunden ist, dann nennt man ihn *Umgebungscanal*. Canäle, welche eine Wasserscheide überschreiten, durchschneiden die Letztere in einem Punkte, welcher *Theilungspunkt* genannt wird. Es ist oft schwer der daselbst befindlichen obersten Canalhaltung die für den Betrieb erforderliche Wassermenge zuzuführen und zuweilen kommt es vor, dass man aus grossen Entfernungen nach Sammlung des Wassers in Reservoirien dasselbe zuleiten muss. In dieser Beziehung sind die Anlagen des Ostcanals in Frankreich ein hervorragendes Beispiel.

Am günstigsten gestalten sich die Verhältnisse, wenn es möglich ist die oberste Canalhaltung so tief in die Wasserscheide einzuschneiden, dass ihre Wasserspiegelhöhe mit dem tiefsten Wasserstande eines Sees übereinstimmt, wie das am Götha-Canal in Schweden der Fall ist, dessen oberste Canalhaltung durch den bedeutenden Wiken-See gebildet wird.

Canäle ohne Schleusen können nur dann in Anwendung kommen, wenn zwei gleich hohe Gewässer mit einander zu verbinden sind. Aenderungen im Wasserstande sind dabei nicht ausgeschlossen; allein sie dürfen nicht bedeutend sein, denn die gleichen Schwankungen finden auch im Canale statt. Steigt und fällt der Wasserspiegel an beiden Enden langsam, gleichzeitig und um dasselbe Mass, wie das der Fall ist, wenn der Canal an einem See als Wegabkürzung eine Halbinsel durchschneidet, dann kann die betreffende Anlage zweckmässig sein; allein, sobald eine der genannten Bedingungen nicht erfüllt wird, so entstehen

Strömungen und dass diese nicht bedeutend werden dürfen, ist früher schon angedeutet worden. Unveränderliche Wasserspiegelhöhen finden sich öfter am Meer als an Flüssen und Seen im Binnenlande und deshalb sind auch die Canäle ohne Schleusen in ihrer grossen Mehrzahl Seecanäle mit Endpunkten an Meeren, welche an den betreffenden Stellen von Fluth und Ebbe nicht beeinflusst werden. Unter den vielen Beispielen, die hier angeführt werden können, mag es genügen, den Suez-Canal zu nennen.

Da wo ein Canal in das Meer ausmündet, bei Ebbe und Fluth, oder in einen Fluss, oder in einen See, wo aus andern Gründen im Laufe der Zeit der Wasserspiegel steigt und sinkt, daselbst muss die angrenzende Canalhaltung von diesen Schwankungen unabhängig gemacht werden. Das Mittel hiezu ist eine Schleuse, welche man in dieser Verwendung *Regulierschleuse* nennt. Diese Einrichtung ist unter Umständen nur auf einer Seite anzubringen. Der Panamacanale zum Beispiel wird im Osten frei ausmünden, im Westen dagegen muss man zur Trennung vom Stillen Ocean eine Regulierschleuse anbringen. Wo ein See in die Canalanlage eingeschaltet ist, wie es oft, namentlich in Schweden vorkommt, da wird die zunächst unterhalb befindliche Canalhaltung seinem Niederwasserstande angepasst, jedoch bei höhern Wasserständen durch eine Regulierschleuse getrennt. Letztere bleibt nur so lange offen, als man ohne Nachtheil das Steigen des Wasserspiegels in der Canalstrecke dulden kann. Dann wird sie geschlossen und der See bildet während der Dauer höherer Wasserstände eine eigene Haltung.

In tief gelegenen Ländern kann es vorkommen, dass man, um die angrenzenden Grundstücke zu entwässern, den Canalwasserspiegel tiefer legt als das Meer und um sein Steigen zu hindern, nach Abschluss der Mündungen durch Schleusen, Pumpwerke verwendet. Holland liefert hiefür die schönsten und auch die zahlreichsten Beispiele. Der Normalspiegel des Amsterdamer Seecanals liegt um 3,9 m tiefer als die höchstbekannte Sturmfluth der Nordsee, in welche er einerseits und um 3,0 m tiefer als die Zuidersee, in welche er andererseits ausmündet.

### 3. Schleusen.

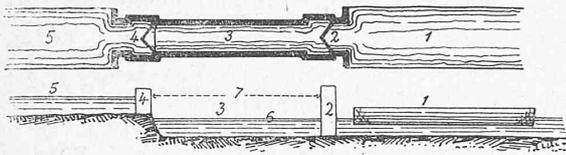
Die vorhergehende Uebersicht zeigt uns Wasserstrassen, welche den Schiffen freien Durchgang gewähren, und solche mit Abstufungen, deren Verbindung durch Vorrichtungen zum senkrechten Heben und Senken der Schiffe vermittelt werden muss.

Freien Durchgang gewähren den Schiffen, nebst dem Meer, die Binnenseen, die Flüsse mit mässiger Strömung und die frei ausmündenden Canäle. Als stufenförmige Anlagen erscheinen uns die übrigen Schifffahrtscanäle und die canalisirten Flüsse. Nur in Letztern kann man die abwärtsfahrenden Schiffe auch an der Uebergangsstufe, wenn diese nicht zu hoch ist, der Strömung überlassen und verwendet zu dem Zwecke die früher beschriebenen Schiffsdurchlässe. Man hat früher die Schiffe über schiefe, durch geeignete Construction und durch Wasserzufluss glatt gemachte Ebenen herunter gleiten lassen, auch wohl in umgekehrter Richtung mit und ohne Winden hinaufgezogen. Diese unvollkommenen Vorrichtungen kommen wohl jetzt noch hie und da zur Verwendung; allein einer weitem Besprechung sind sie nicht werth, wenn man bedenkt, dass die Schwierigkeiten bei Heben und Senken der Schiffe unter den Hindernissen, welche vortheilhafter Entwicklung der Binnenschifffahrt entgegenstehn, eines der grössten ist. Es waltet kein Zweifel darüber, dass das Bedürfniss, in dieser Beziehung, namentlich da, wo die Höhenunterschiede gross sind, Verbesserungen einzuführen, vorhanden ist. Diese Fortschritte werden sich hauptsächlich auf Zeitersparniss in Betrieben richten.

Um kleine Steigungen zu überwinden, wird wohl die Kammerschleuse das beste Hilfsmittel bleiben (s. Fig. 1). Bekanntlich wurde das Füllen der Kammer 3 von dem Wasserspiegel 6, welcher der unter Canalhaltung 1 entspricht, auf den mit der obern Canalhaltung 5 übereinstimmenden Wasserspiegel 7 früher fast ausschliesslich

durch mit Schieber verschliessbare Oeffnungen in den obern Thoren 4 und das Entleeren nach der untern Canal-

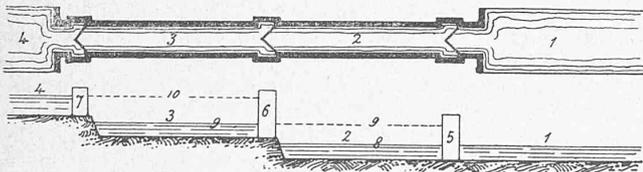
Fig. 1.



haltung 1 hin ebenso durch Oeffnungen in den untern Thoren 2 vollzogen. Jetzt gibt man, namentlich bei grössern Schleusen, den Umläufen, hinter den Seitenmauern oder auch unter der Sohle angebracht, den Vorzug, weil man ohne Spritzen und ohne nachtheilige Bewegungen des nach Oeffnen der Thore 2 in die Kammer 3 gebrachten Schiffes grössere Wassermengen, nachdem man die Kammer durch Schliessen der untern Thore 2 von der untern Canalhaltung 1 getrennt hat, kann einströmen lassen. Wenn man Seitenbassins für die Wasserersparniss verwendet, dann lassen sich diese durch die Umläufe leicht und zweckmässig mit den Schleusenkammern verbinden.

Die untern Thore 2 sind etwas höher als die Niveaudifferenz zwischen der Sohle in der untern Canalhaltung 1 und dem Wasserspiegel in der obern Canalhaltung 5 und der Wasserdruck, dem sie ausgesetzt sind, ist von dem Schleusenfalle, dessen Grösse mit dem Höhenunterschiede der beiden Wasserspiegel 6 und 7 (Fig. 1) übereinstimmt, abhängig. Man sieht, dass diese Thore bei grossem Tiefgange der Schiffe und bei gleichzeitig starkem Schleusenfall sehr grosse Dimensionen annehmen und bedeutendem Wasserdrucke ausgesetzt sind. Dieser Umstand beschränkt den Schleusenfall und zwingt oft dazu, die Schleusen rasch auf einander folgen zu lassen. Zu kurz dürfen die Canalhaltungen nicht werden, weil, da wo es geschehen ist, der Wasserspiegel oft so bedeutend sinkt, dass die erforderliche Tiefe für den Schiffsverkehr nicht mehr vorhanden ist. Diesen Uebelständen begegnet man durch Kuppelung zweier oder mehrer Schleusen, welche so angeordnet werden, dass je

Fig. 2.



die Oberthore 6 der untern Schleuse 2 (s. Fig. 2) als Unterthore der obern Schleuse 3 dienen.

Der Betrieb ist nur eine Wiederholung desjenigen der einfachen Schleusen. Ein Schiff aus der untern Canalhaltung 1 geht nach Oeffnen der Thore 5 bei Wasserstand 8 in die Kammer 2. Nach Schliessen der Thore 5 wird durch Umläufe oder Schütze in den Thoren das Wasser von oben herunter aus der Canalhaltung 4 bezogen, um in den beiden Kammern 2 und 3 den Wasserstand 9 herzustellen. Hierauf Durchgang des Schiffes durch die geöffneten Thore 6, Schliessen der Letztern, Herstellen des Wasserstandes 10 in der Kammer 3 und Ausfahrt in die obere Canalhaltung 4 nach dem Oeffnen der Thore 7. Die Fahrt abwärts gestaltet sich in ähnlicher Weise von Schleusenkammer zu Schleusenkammer. Wenn eine Treppe viele gekuppelte Schleusen enthält, dann theilt man in Gruppen ein, welche durch Reservoirs unterbrochen sind, so dass Schiffe einander ausweichen können, welche gleichzeitig, die einen abwärts, die andern aufwärts durch die Schleusen gehn. So ist in Schweden am Götha-Canal die aus 11 Schleusen bestehende Treppe bei Berg- und Wreta-Kloster durch zwei Bassins in drei Gruppen, die eine aus sieben, die beiden andern je aus zwei Schleusen bestehend, getheilt. Auch bei Trollhätta ist die berühmte Schleusentreppe durch zwei Bassins in drei Gruppen getheilt von

denen die obere drei, von den beiden untern jede vier Schleusen enthält. Mit Hülfe der Bassins kann man die einzelnen Schleusengruppen unabhängig von einander benutzen und die Einhaltung der passenden Wasserspiegeln in den einzelnen Kammern leichter besorgen.

Obige Darstellung des Schiffsdurchganges über eine Treppe, welche nur aus zwei gekuppelten Schleusen besteht, zeigt schon genügend, wie gross die Zeitverluste an einem Canale mit starken Steigungen und Gefällen sind und wie sehr daran gelegen ist, durch zweckentsprechende Constructionen diese Zeitverluste zu vermindern. Das Bedürfniss ist in neuerer Zeit noch bedeutender geworden, weil mit Einführung der Dampfschiffahrt auf den Canälen und damit verbundener grösserer Transportgeschwindigkeit die Zeitverluste noch empfindlicher werden. Gleichzeitig sucht man, mit Rücksicht auf diesen Betrieb, bei neuen Anlagen die Canalhaltungen möglichst lang zu machen. Dabei concentriren sich die Gefälle noch mehr, als früher, so dass die Nothwendigkeit, Schiffe in bedeutenden senkrechten Abständen aufwärts oder abwärts zu bewegen, immer häufiger eintritt. Zugleich sind bekanntlich die Schiffe grösser geworden.

In neuerer Zeit sucht man die Schleusentreppen durch Constructionen zu ersetzen, welche eine raschere Bewegung erlauben und kommt dabei theilweise auf die alten Formen zurück; allerdings mit veränderten, den Bedürfnissen besser angepassten Constructionen. Es ist nicht zu läugnen, dass man in dieser Beziehung Fortschritte gemacht hat; allein ebenso muss zugegeben werden, dass das Ziel noch nicht erreicht ist und dass man noch keinen unbedingt zweckmässigen Ersatz für die Schleusentreppen kennt.

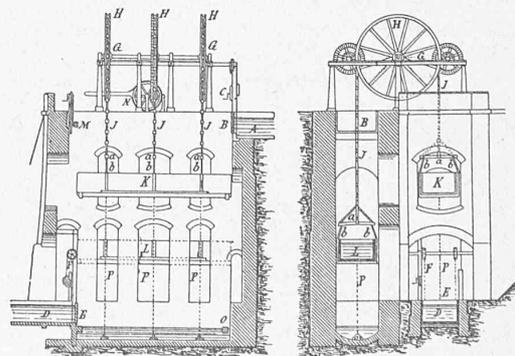
Die Verbesserungen, welche man anstrebt, schliessen sich folgenden Hauptformen an. Entweder fördert man die Schiffe senkrecht, oder es werden die beiden Canalhaltungen durch eine schiefe Ebene getrennt, auf welcher die Bewegung aufwärts und abwärts stattfindet. Auserdem sind zwei Transportarten zu unterscheiden. Die eine beruht auf einer theilweisen Nachbildung der Kammerschleusen. Die Kammer ist aber beweglich. Bei der andern Transportart wird das Schiff aus der einen Canalhaltung herausgenommen und in die andere wieder eingesetzt, nachdem es zu derselben im Trockenem befördert worden ist.

Diese Anordnungen sind Alle nicht neu. Auch die beweglichen Kammern hat man schon im 18. Jahrhundert in England verwendet. Doch kommt, als den Bedürfnissen des Verkehrs in befriedigender Weise genügend, erst die von James Green während der dreissiger Jahre des laufenden Jahrhunderts erbaute Schleuse dieser Art ernstlich in Betracht. Das Bauwerk ist im Grand-Western-Canal, welcher die Themse mit dem Severn verbindet, angebracht.

Ober- und Untercanal sind in der Nähe der Schleuse in zwei Theile, in deren Verlängerung die beweglichen

Fig. 3.

Fig. 4.



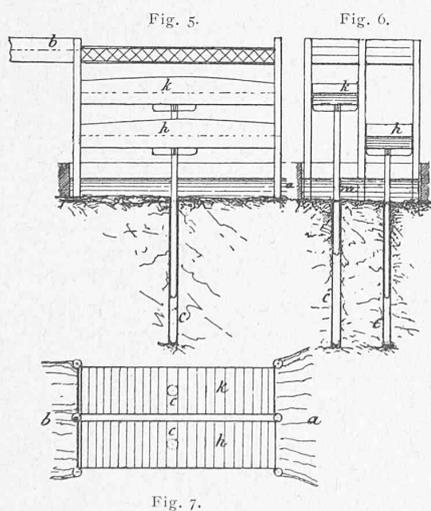
Kammern K und L (Fig. 3 und 4) passen, abgetrennt und an den Enden durch Fallen B und E geschlossen. Die beiden Kammern sind an Ketten I, welche über Rollen H gehn, aufgehängt. Die herabhängenden Ketten P dienen zur Ausgleichung der Gewichte. Die Enden der Schleusen-

kammern sind ebenfalls durch Fallen geschlossen. Passt die eine Kammer einerseits an die untere Canalhaltung *D*, dann stimmt die andere mit der obern *A* zusammen. Soll ein Schiff in die Kammer einlaufen oder hinausgehen, dann werden die Langwände wasserdicht an die Canalenden angeschlossen und die beiden Abschlussfallen aufgezogen.

Die Kammern bleiben gleich schwer, ob Schiffe darin sind oder nicht, und es besteht bei gleicher Höhe der Wasserspiegel in denselben Gleichgewicht. Soll nach Verschluss der Canal- und Kammerenden Bewegung eintreten, dann wird aus der untern Kammer Wasser herausgelassen, so dass die obere schwerer wird und mit Ueberwindung der Reibungswiderstände abwärts geht, sobald man die Sicherheitshemmung bei *M* losschraubt. Diese gemeinsame Bewegung der beiden Kammern wird durch eine Bremse *N* regulirt. Die Fallhöhe beträgt *10 m*. Die Schiffe sind *8 m* lang, *2 m* breit, besitzen einen Tiefgang von *0,70 m* und *8 t* Tragfähigkeit. Die Dauer einer Durchschleusung beträgt *3 Minuten*.

Damit erscheint für ganz kleine Schiffe die Aufgabe in befriedigender Weise gelöst. Allein wir haben gesehen, dass die Schiffe immer grösser werden. Auf kleine Dimensionen und geringe Tragfähigkeit rechnet man bei neuen Canalanlagen gar nicht mehr. Wollte man grosse Schleusen-kammern durch Aufhängen an Ketten in der Weise, wie in Fig. 3 und 4 angedeutet ist, beweglich machen, dann würde man auf grosse technische Schwierigkeiten stossen, die als unüberwindlich erscheinen, wenn man, wie es häufig der Fall ist, für Dampfschiffkammine und Mastbäume den Luftraum frei halten muss. Zur Ueberwindung dieser Schwierigkeiten hat man in neuerer Zeit hydraulische Hebevorrichtungen in Anwendung gebracht. Zuerst wurde im Jahr 1875 eine Schleuse nach diesem System in England, bei Anderton zur Verbindung des Flusses Weaver mit dem daselbst ganz in der Nähe befindlichen Trent and Mersey-Canale in Betrieb gesetzt. Die Construction scheint sich zu bewähren, obwol den 18. April 1882 einer der Presscylinder durch den Wasserdruck zerstört worden ist und in Folge dessen die eine der beweglichen Kammern in die Tiefe stürzen musste. Man glaubt die Ursache des Einsturzes gefunden zu haben. Namentlich wird die Entstehung des Risses den Längsrippen zugeschrieben, welche an dem Cylinder angebracht waren, und man hofft, dass schon die Weglassung dieser Verstärkungen genügen werde, um in Zukunft Unglücksfällen zu begegnen. Aehnliche Bauten kommen auch in Frankreich und in Belgien zur Anwendung.

Die allgemeine Anordnung der Schleuse bei Anderton ist durch Fig. 5, 6 und 7 angedeutet. *a* Unter canal, *b*



Obercanal, *b* und *k* bewegliche Schleusen-kammern, *c* Presscylinder.

Der Obercanal beginnt auf einer Brücke.

Die Kammern tauchen in die untere Canalhaltung ein.

Breite der Kammern *4,72 m*. Länge der Kammern *22,7 m*. Wassertiefe *1,5 m*. Tragfähigkeit der Schiffe *100 t*. Fallhöhe *15,33 m*.

Das Gesamtgewicht, welches zu heben ist, beträgt ohne Presskolben *235 t*.

Führung der Kammern an den Ecken längs der Säulen daselbst.

Die beiden Presscylinder sind durch eine Röhre mit einander verbunden. Die Verbindung kann durch einen Schieber unterbrochen werden, welcher geöffnet wird, wenn man die Kammern bewegen will. Um die Bewegung einzuleiten, wird der unten befindlichen Kammer Wasser entzogen. Dadurch gewinnt die obere Uebergewicht und drückt das Wasser aus ihrem Presscylinder in denjenigen der untern, welche in Folge dessen im gleichen Maasse aufwärts, wie die andere abwärts geht. Die Bewegung hört auf, wenn die schwerere abwärts gehende Kammer in den Unter canal eintaucht. Hierauf wird dieselbe ganz zum Einsinken gebracht, so dass nach Hinwegnahme der gegen *a* gerichteten Verschlussfalle das Schiff einfahren kann, indem man die Verbindung zwischen den beiden Presscylindern unterbricht und denjenigen der zu senkenden Kammer ganz entleert. Die Kammer, welche man gehoben hat, ist auch nicht zum Ende ihrer Bewegung gelangt. Um sie bis zu der Canalhaltung *b* zu heben, wird ihr Presscylinder mit einem zu der Gesamtanlage gehörenden, mit einer Dampfmaschine betriebenen Accumulator in Verbindung gebracht.

Die Schleuse bei Anderton dient schon bedeutend grössern Schiffen als diejenige am Grand-Western-Canal. Allein auch die Tragfähigkeit von *100 t* ist wenig, im Vergleiche zu dem, was man jetzt verlangt. Bei einem Theile der bestehenden und namentlich bei neu zu erstellenden Canalanlagen wird es sich darum handeln, Schiffe von mehr als *1000 t* Gewicht regelmässig und sicher zu heben und zu senken. Das erfordert Presscylinder, welche bedeutend stärker sind, als diejenigen, welche man bei Anderton verwendet hat. Bei neuern Anlagen wird, um grössere Widerstandsfähigkeit zu erlangen, Stahl in Anwendung kommen; allein, bei der bedeutenden Inanspruchnahme des Materials, welche hiebei in Aussicht genommen ist, haben in Frankreich gemachte Proben keine günstigen Resultate geliefert. Wol aber stellt die Combination zweier Metalle, von welchen das eine die Wasserdichtheit, das andere die Widerstandskraft liefern muss, die Möglichkeit, Presscylinder von bedeutenden Dimensionen bei Ueberwindung grossen Wasserdruckes anzuwenden, in Aussicht. Die Gesellschaft Cockerill in Seraing hat in Antwerpen ein Cylinderstück von *2,06 m* Durchmesser und *1,00 m* Länge ausgestellt. Dasselbe besteht aus einem Gusseisenkern, welcher mit warm aufgezogenen genau angepassten Stahlringen gebunden ist. Dieses Probestück hat bei Wasserdruckversuchen, welche man bis zu *131 Atmosphären* gesteigert hat, in vollkommen befriedigender Weise Widerstand geleistet. Die französischen Ingenieure haben einen Cylinder aus übereinander gelegten Stahlringen gebildet und, um ihn wasserdicht zu machen, mit einer continuirlichen nur *2,5 mm* dicken Kupferfütterung versehen. Ein Versuchscylinderstück durch Wasserdruck bis auf *170 Atmosphären* in Anspruch genommen, hat vollkommen widerstanden.

Neben den Bestrebungen, den einen Presscylinder zu verstärken, so dass derselbe einer beweglichen Kammer für grössere Schiffe entsprechen kann, ist auch die Frage angeregt worden, ob es nicht angehe, für eine und dieselbe Kammer mehrere Presscylinder zu verwenden. Die Anwendbarkeit dieses Systems für ganz langsame Bewegung steht ausser Zweifel, wie das von Clark erfundene hydraulische Dock beweist. Das erste Bauwerk nach diesem System ist in den Victoria-Docks in London erstellt worden. Dort werden die in zwei parallelen Reihen einander gegenüberstehenden Presskolben durch eine gemeinschaftliche von einer Dampfmaschine bediente Druckpumpe so langsam bewegt, dass für die Ausgleichung von Unregelmäßigkeiten

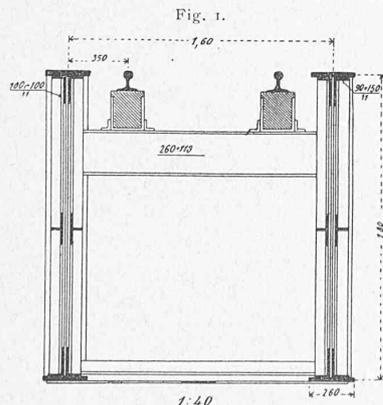
in der Bewegung genügend Zeit vorhanden ist, um jede ausserordentliche Inanspruchnahme einzelner Constructionstheile zu vermeiden. Eine hydraulische Schleuse aber muss rasch bewegt werden, sonst verliert sie ihre Vorzüge gegenüber den Kammerschleusen. Die Ausgleichung von Unregelmässigkeiten zur Vermeidung von Beschädigungen, bei Vertheilung der Last auf mehreren Presskolben, unter Einhaltung der erforderlichen Geschwindigkeit, ist eine Aufgabe, welche bis jetzt als ungelöst betrachtet werden muss. (Schluss folgt.)

## Die Touristenbahnen am Luganersee.

(Schluss.)

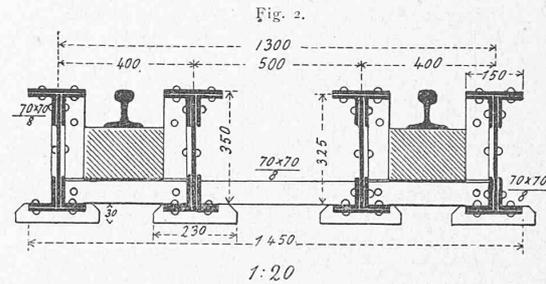
Gehen wir nun noch etwas auf die constructiven Eigenthümlichkeiten dieser beiden Bahnen ein. Beide sind, wie schon erwähnt, schmalspurig, und zwar beträgt die Spurweite im Lichten  $0,85\text{ m}$ , zwischen den Schienenmitten  $0,90\text{ m}$ ; die normale Breite des Unterbauplanums ist  $3,40\text{ m}$ , die Stärke der Schotterbettung  $0,35\text{ m}$ , die obere Breite des Schotters  $2\text{ m}$ . Die Schienen sind Vignoles-Schienen aus Stahl, je  $9\text{ m}$  lang,  $0,11\text{ m}$  hoch,  $22\text{ kg}$  pro laufenden Meter schwer; unter jeder Schiene ruhen 11 Querschwellen von  $1,60\text{ m}$  Länge,  $0,16\text{ m}$  Breite,  $0,13\text{ m}$  Höhe. Die Verbindung der Schienen unter sich geschieht durch Laschen mit je 4 Schrauben, und ihre Verbindung mit den Schwellen bei den Stössen durch Unterlagsplatten und Tirefonds, sonst durch Hakennägeln. Da eine Erweiterung des Geleises in den engen Curven wahrgenommen wurde, so musste derselben durch Anbringen einiger Stehbolzen zwischen den Schienen entgegengearbeitet werden; diese Massregel erwies sich auch an verschiedenen Stellen der geraden Strecken als zweckmässig, um Unregelmässigkeiten in der Schienenlage zu verhüten. Grosse Sorgfalt schenkte man den Uebergängen zwischen den geraden Strecken und den Curven; überall wurden parabolische Uebergangscurven eingeschaltet und man nahm darauf Bedacht, dass zwischen zwei entgegengesetzt gerichteten Curven immer eine geradlinige Strecke von mindestens  $7\text{ m}$  verblieb. Bei Curven von  $50$  bis  $70\text{ m}$  Radius wurde die Ueberhöhung der äussern Schiene zu  $7\text{ cm}$  angenommen.

Die grösstmögliche Oeconomie, so weit sie sich mit der Solidität des Baues und der Sicherheit des Betriebes vereinbaren liess, galt bei allen Arbeiten als Richtschnur und sie gelangte namentlich in der angenommenen Breite des Bahnkörpers von bloss  $3,40\text{ m}$  zum Ausdruck. Bei mehreren der grössern eisernen Brücken (über die Tresa, den Cuccio, den Bach von Cremonaga) sind die Hauptträger bloss  $1,60\text{ m}$  aus einander, wobei die Anordnung so ge-

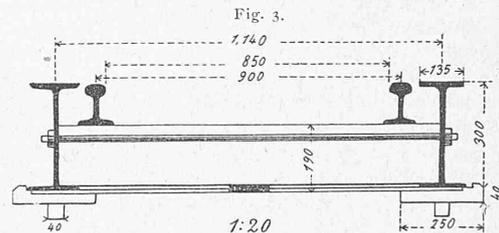


troffen wurde (Fig. 1), dass die Trägeroberkante im gleichen Niveau mit dem Schienenkopf liegt, so dass zwischen Träger und Schiene nur ein schmaler Zwischenraum bleibt, in welchem die Räder bei allfälliger Entgleisung zurückgehalten würden. Wie aus der Figur ersichtlich, liegen die Schienen zunächst auf Langschwellen auf und diese letztern auf

eisernen Querträgern, die an den Hauptträgern befestigt sind. War wie bei den Brücken über die Dovrana und den Rezzo die Constructionshöhe zu gering, so musste der Abstand der Hauptträger auf  $2,35\text{ m}$  festgesetzt werden, um das Passiren der Züge zu gestatten. Bei der  $5\text{ m}$  weiten Brücke über die Tarca, wo die Constructionshöhe ebenfalls



beschränkt ist, wird jede Schiene von einem doppelten Blechträger von  $350\text{ mm}$  Höhe gestützt (Fig. 2). Bei den Brücken von  $2$  und  $3\text{ m}$  Weite über geschiebführende Wildbäche ruhen die Querschwellen, welche die Schienen tragen, direct auf den untern Streckbäumen der Blechträger, welche ihrerseits durch eiserne Querstangen in ihrer gegenseitigen Lage



erhalten werden (Fig. 3). Die kleinern Durchlässe von  $1\text{ m}$  und  $1,50\text{ m}$  Weite sind entweder gewölbt, oder bei mangelnder Constructionshöhe offen mit hölzernen Längsbalken unter den Schienen angelegt.

Da alle Kreuzungen von Strassen und Wegen nach Vorschrift mit Barriären zu versehen waren, so konnte die Zahl der Bahnwärter nicht zu sehr vermindert werden. Es finden sich desshalb auf der Linie Menaggio-Portezza 9 und auf der Linie Ponte Tresa-Luino 12 Wärterhäuschen. Es ist noch zu erwähnen, dass in Portezza und Ponte Tresa Zollbureaux und an letzterem Orte auch eine Restauration eingerichtet, dagegen von dem Bau einer besonderen Wohnung für den Stationsvorstand abgesehen wurde.

Was das Rollmaterial anbetrifft, so hatte sich dasselbe der beschränkten Spurweite und den engen Curven möglichst anzupassen. Die über die Zugkraft und Leistungsfähigkeit der Maschinen angestellten Berechnungen haben die Nothwendigkeit dargethan, Locomotiven mit drei Triebachsen zu verwenden und jede Triebachse mit  $6\text{ t}$  Gewicht zu belasten. Die Breite ihres Rahmens ist  $1,86\text{ m}$ , die Grösse der Heizfläche  $45\text{ m}^2$ , der Durchmesser des Kessels  $1\text{ m}$ , die Breite des Herdes  $0,60\text{ m}$ . Der Tender wird auf der Maschine selbst angebracht und zwar unter der Plattform des Maschinenisten, da es den Betrieb allzu sehr erschwert hätte, einen besondern Tenderwagen mitzuführen. Die Locomotive (Fig. 4) hat eine Stärke von 135 Pferden, eine Rostfläche von  $0,70\text{ m}^2$ , einen Raddurchmesser von  $0,80\text{ m}$ , ein Gewicht von  $22\text{ t}$ , wovon  $4,5\text{ t}$  dem Tender zufallen. Zur Aushilfe auf der starken Steigung bei Menaggio und etwa bei feuchtem Wetter im Winter dienen Maschinen ohne Tender von  $18\text{ t}$  Dienstgewicht. Beide Typen sind von der Firma Kessler in Esslingen geliefert und können in der Ebene mit einer Geschwindigkeit bis zu  $30\text{ km}$  per Stunde fahren.

Die Personenwagen dieser Bahnlinien unterscheiden sich in zwei Classen, die in Bezug auf Bequemlichkeit und Luxus ziemlich stark von einander abweichen. Sie stammen sämtlich aus der Fabrik von S. Elena bei Venedig, haben eine Länge von  $10\text{ m}$  und verschiebbare Radachsen, um mit Leichtigkeit alle Curven passiren zu können. In den Wagen