

V. INTERNATIONALER BINNENSCHIFFFAHRTS-CONGRESS  
ZU PARIS — 1892

---

IV. FRAGE

---

12

DIE  
**SPEISUNGS-WASSERBEHÄLTER**  
DES CENTRUMS- UND BURGUNDER CANALS

---

BERICHTERSTATTER :

**FONTAINE**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Dijon

*F. Nr. 19383*

---



PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

---

1892

4512226



II-354157

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316740

# DIE SPEISUNGS-WASSERBEHÄLTER

DES CENTRUMS- UND BURGUNDER CANALS

---

BERICHTERSTATTER :

## FONTAINE

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Dijon

### I. — CENTRUMS-CANAL

Der Centrums-Canal besitzt zu seiner Speisung in der trockenen Jahreszeit zwölf Reservoirs mit einem Gesamt-Fassungsraume von etwa 21 850 000 Kubikmetern. Neun davon, welche die Wasserscheide speisen, rühren aus der Zeit der Erbauung des Canales, oder aus einer etwas späteren Zeit her (1788 bis 1856); nur zwei von ihnen besitzen einige Bedeutung: das von Torcy (2 580 000 Kubikmeter) und das von Berthaud (1 980 000 Kubikmeter). Zwei andere sind späteren Ursprungs: das von Montaubry (1859-1864, 5 050 000 Kubikmeter) und das von Le Plessis (1868-1870, 4 520 000 Kubikmeter), beide zur Speisung der Abhänge bestimmt. Das zwölfte endlich, das von Torcy-Neuf (1883-1887, 8 760 000 Kubikmeter), das letzte Reservoir der Wasserscheide und das bedeutendste von allen, ist ganz neu.

Auf einem grossen Theil des Laufes des Centrums-Canales findet man leicht sandig-thoniges Erdreich von vorzüglicher Qualität zum Thonschlag (zersetzten Sandstein oder Kerben, etwa 64 Theile Sand auf 56 Theile Thonerde). Es sind daher alle Reservoirs mit Abschlusswerken aus gestampfter Erde gebaut worden. Dies ist das billigste System, wenn man über gute Erde verfügt.

Bei allen Dämmen, die über 7 Meter hoch sind, wurde die Böschung an der Wasserseite mit Mauerwerk bekleidet, welches längs einer Reihe von Stufen angeordnet ist. Die letzteren werden durch aufeinanderfolgende, selbstständige, von einander durch beinahe horizontale Absätze getrennte Mauern oder Steindeckwerke mit einer Neigung von circa 45 Grad gebildet. Dieses Verkleidungssystem rührt vom Chef-Ingenieur Vallée her. Es hat zum Zwecke, auf einem durch seine Zusammensetzung und Ausführungsweise

möglichst hart und undurchdringlich gemachten Thonschlag eine Verkleidung herzustellen, deren Bestandtheile genügend fest sind, um den äusseren und inneren Einflüssen zu widerstehen, genügend isolirt, um das weitere Umsichgreifen von Schäden, falls solche allen Vorsichtsmassregeln zum Trotz vorkommen, zu hindern; genügend leicht zugänglich, um überall die bequeme Vornahme der Ausbesserung zu ermöglichen.

Die wichtigsten Einrichtungen aller dieser Reservoirs wiederholen sich insbesondere bei dem zuletzt erbauten, dem von Torcy-Neuf. Man war bestrebt, bei demselben alle, mit der wünschenswerthen Billigkeit vereinbaren Verbesserungen anzubringen. Im Folgenden soll in der Regel nur dieses, weitaus bedeutendste Reservoir angeführt werden, unter Hervorhebung jener Punkte, bezüglich welcher es von den älteren Reservoirs wesentlich abweicht.

Das, im Jahr 1887 beendigte Reservoir von Torcy-Neuf befindet sich, sehr nahe bei Creuzot, in Rothliegendem, oberhalb des Kohlenterrains. Es besitzt eine Oberfläche von 166 Hektar, einen Umfang von 15 Kilometern, eine Maximalstauhöhe von 14,50 Meter in der Seehöhe von 521 Metern. Sein Rauminhalt beziffert sich auf 8 767 000 Kubikmeter.

*Abschluss-Damm.* — Der geradlinige, an seinen beiden Enden gut in den Bergabhang eingebaute Abschlussdamm ist lediglich eine grosse Aufschüttung aus thonig-sandiger, stark gepresster oder zugerichteter Erde. Seine Länge im Niveau der Kappe beträgt 156,70 Meter. Seine Breite beträgt 5,50 Meter am Scheitel, 52,90 Meter an der Basis im Thalweg. Seine Maximalhöhe beträgt 16,50 Meter. Das Gesamtvolumen des Massivs beträgt ungefähr 129 000 Kubikmeter.

Die Böschung an der Wasserseite ist mit 50 Centimeter dickem Mauerwerk bekleidet, welches aus zugespitzten, auf Beton gelagerten Bruchsteinen besteht und eine Reihe von zehn aufeinanderfolgenden, je 1,50 Meter hohen, durch 90 Centimeter breite Absätze getrennten Steindeckwerken mit 45grädiger Neigung bildet. Die durch die Neigung eines jeden einzelnen Absatzes eingebrachte Höhe beträgt nur 10 Centimeter. Zwei von ihnen, welche die ganze Höhe des Dammes in drei gleiche Theile theilen, sind in einer Breite von 2 Metern angelegt.

Die äussere Böschung ist lediglich mit Akazien bis zu einer Höhe von etwa 5 Metern bepflanzt. Ihre Neigung ist  $2 : 2 \frac{3}{4}$ .

Die obere, 5,50 Meter breite Plattform des Dammes, liegt 1,80 Meter höher als das Stauniveau. Sie ist, wie die ganze obere Böschung, auf einer Breite von 4 Metern gemauert und von einer 1,20 Meter hohen Brustwehr überhöht, um die Wellen zum Stillstand zu bringen.

Der obere Böschungsfuss ruht auf einer 1,50 Meter dicken, verticalen Schutzmauer, welche mit 1 Meter in den Grundfels (Rothliegendes) eingebaut ist und sich über die ganze Dammlänge erstreckt. Die Maximalhöhe dieser Mauer beträgt 7 Meter.



Aufgrabung blossgelegten Felsen. Um die Wasserdichtheit an der Basis zu erhöhen, sind ferner in diesem oberen Theile als Schutzmittel gegen die 1 Meter tief in den Felsen eindringenden Sickerungen drei, zur Axe parallele Thonschlag-Verschlüsse angelegt worden.

Das Erdreich dieses oberen Massivs ist energisch zugerichtet worden, in aufeinanderfolgenden Schichten von 10, nach Vornahme der Zurichtung nur mehr 7,5 Centimeter Dicke. Man befeuchtete dasselbe mit Kalkweisse, wenn es zu trocken war, und versetzte es mit gebeuteltem Kalk, wenn es zu feucht war. Die Form der Steindeckwerke und Absätze wurde in der Masse des Thonschlages in Schutt zugeschnitten. Das Stampfen mit der Hand wurde nur gegenüber der Schutzmauer, an den Fundament-Schlusssteinen und gegenüber dem Durchlass der Zapfen angewendet. Zur Zurichtung wurden insbesondere geriefte, gusseiserne Walzen mit einem Durchmesser von 70 Centimeter verwendet, welche 700 Kilometer, bezw. mit Sand gefüllt 1200 Kilometer wogen und von Pferden gezogen wurden; ausserdem aber ward eine Dampfwalze verwendet, welche eigens zu diesem Zweck construiert wurde und die besten Resultate lieferte. Dieselbe war auf breite, geriefte Räder aus Blech gestellt, von denen die beiden vorderen einen Durchmesser von 85 Centimeter und eine Breite von 50 Centimetern, die beiden rückwärtigen einen Durchmesser von 1,50 Meter und eine Breite von 69 Centimetern besaßen; sie trug einen horizontalen Röhrenkessel mit einer Heizfläche von 6 Quadratmetern, wog beladen 5000 Kilogramm und konnte in einem Halbmesser von einigen Metern umdrehen.

Eine Walze mit Pferdezug richtete täglich 80 Kubikmeter Erde, gemessen nach der Sackung, zu. Die Dampfwalze richtete 500 Kubikmeter zu. Die durchschnittlichen Selbstkosten des Stampfens, einschliesslich Ebnung und Kalkzusatz betragen per Kubikmeter nur 25 Centimes.

Der auf der Thalseite, unterhalb der äusseren Böschung gelegene Theil des Dammes wurde mittelst derselben sandig-thonigen, aus denselben in der Nähe gelegenen Plätzen gewonnenen Erde hergestellt und gleichzeitig mit dem oberen Theile gestampft, jedoch nur als Halb-Thonschlag, d. i. in Schichten von je 20, nach dem Stampfen nur mehr 16 Centimeter Dicke. Ausserdem ruhen sie lediglich auf dem, vorher ausgereuteten, natürlichen Boden.

In Montaubry, wo die Stauhöhe 15,20 Meter beträgt, wurde die Verkleidung von 16 kleinen, aufeinanderfolgenden, 80 Centimeter hohen, um 60 Centimeter geneigten, durchschnittlich ebenfalls 60 Centimeter dicken Mauern gebildet, welche durch Absätze mit einer Quer-Neigung von 20 Centimetern getrennt waren. Die verticale Schutzmauer, auf welcher die erste Stufe ruht, ist 2 Meter dick; die übrigen, selbstständigen Mauern sind sämtlich auf je ein Betonmassiv von 40 Centimeter Dicke und 90 Centimeter Breite fundirt. Die in Torey-Neuf gewählte Anordnung scheint ebenso befriedigend, und dabei einfacher und billiger zu sein. Die von Plessis nähert sich der letzteren bereits sehr.

In Montaubry waren die Absätze zuerst mit einem Erdpechbeschlag von

15 Millimetern auf Beton von 18,5 Centimetern bekleidet worden. Da sich dieser Beschlag unter der allmählichen Einwirkung von Wasser, Luft und Sonne rasch verschlechterte, so musste man ihn durch ein Mauerwerk aus Bruchsteinen über einer Betonschicht von 15 Centimetern ersetzen. In Plessis wurden die Absätze mit einem 2 Centimeter dicken, auf eine Betonschicht von 20 Centimeter gelegten Beschlage von Portland Cement bedeckt und in Abständen von je zwei Metern durch Fliesen ausgeschnitten. Er ist infolgedessen etwas gespalten und abgebröckelt. Die in Torcy-Neuf sowohl bei den Absätzen als bei den Steindeckwerken verwendete gleichmässige, 50 Centimeter dicke Verkleidung aus zugespitzten Bruchsteinen scheint dagegen äusserst widerstandskräftig.

In Plessis sowie in Montaubry geschah die Zurichtung zum Theil mit Handstampfen, zum Theil u. zw. vorzugsweise mit Walzen, die von 2 Pferden gezogen wurden. Der Kubikmeter Thonschlages kam per Stampfe auf etwa 1 Fr., per Walze auf 0,40 Fr. zu stehen; der Kubikmeter des Halb-Thonschlages auf 0,60 bezw. 0,28 Fr. Die Durchschnittskosten des Stampfens, einschliesslich Ebnen, Befeuchten u. s. w. betragen 0,80 Fr. per Kubikmeter.

*Ueberfall.* — Es wird später dargelegt werden, dass man beim Reservoir von Torcy-Neuf keinen Entleerungs-Ueberfall gebraucht hätte. Es wurde jedoch ein solcher in der Länge von 12 Metern gebaut.

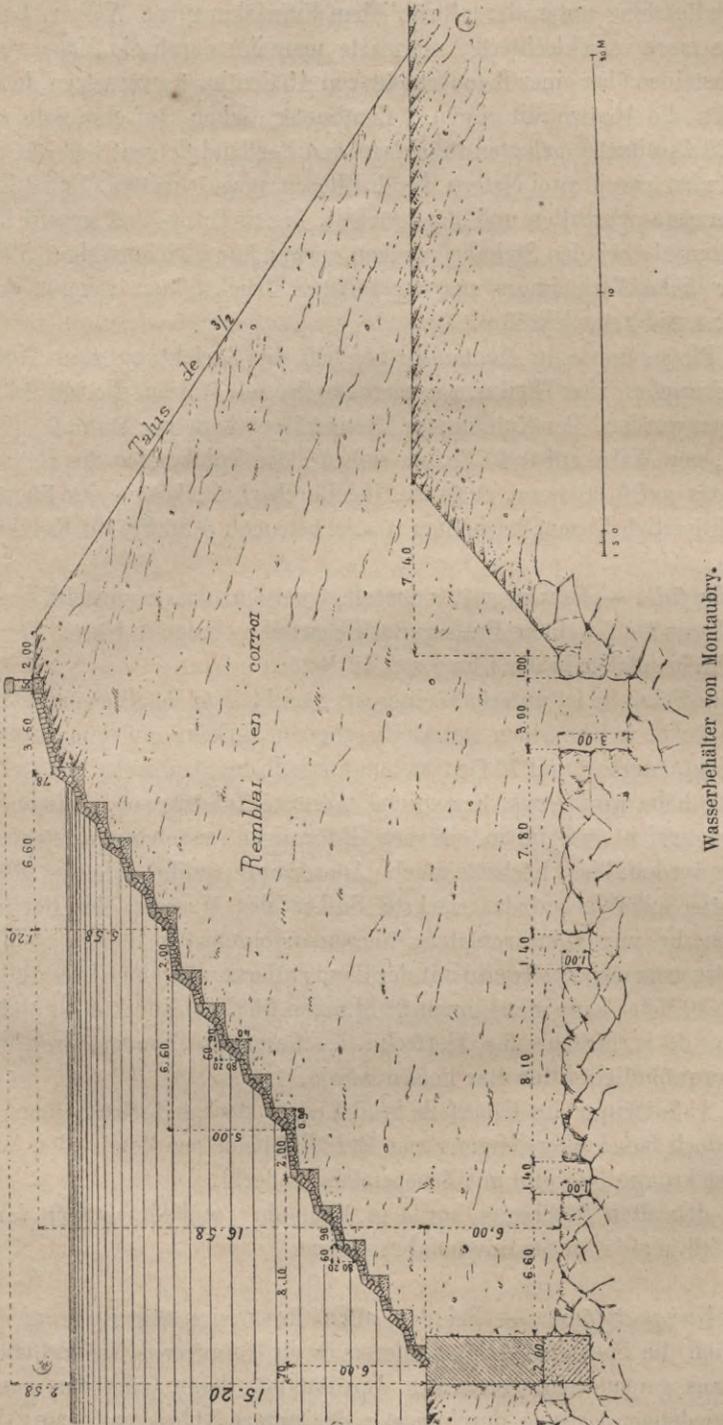
Seine Schwelle ist unterhalb einer aus zwei kleinen Metallbogen gebildeten Laufbrücke, welche einen ununterbrochenen Verkehr auf dem Damme ermöglicht, angelegt und 70 Centimeter unterhalb des Stauniveau's abgeglichen. Die Stauhöhe wird durch bewegliche hölzerne Aufsätze von geringer Länge wieder erreicht, welche in eisernen, U-förmigen, angelehnten Ständern gehalten werden. Diese höchst einfache Anordnung gewährt jede nur mögliche Garantie selbst gegen das stärkste Sinken des Wassers. Bei Hochwasser werden die aus 4 horizontalen, übereinandergelegten Bohlen gebildeten Aufsätze ganz oder theilweise mit der Hand entfernt. Bei einer Ueberfallswoge von 0,50 Meter kann man binnen 2½ Stunden 660 000 Kubikmeter abfliessen lassen, d. i. beinahe das Vierfache des Gesamtvolumens, welches ein aussergewöhnliches Gewitter liefern würde.

Die Abflussrinne des Ueberfalls besitzt einen stark reducirten Querschnitt, der jedoch längs einer Neigung von 182 Millimeter per Meter offen ist. Das Bett ist krummlinig und mit Bruchsteinen bedeckt.

Bei den alten Reservoirs, sowie in Montaubry und Plessis war der feste Ueberfall gerade im Stauniveau abgeglichen.

*Speisungs-Ablässe.* — Bei den alten Reservoirs des Centrums-Canals bestehen die Speisungs-Ablässe, deren es in Torcy zwei, in Berthaud drei gibt, aus gemauerten, getrennten Aquäducten, deren jeder den Damm in verschiedenen Niveau's durchquert: der untere Ablass ganz am Grunde des Reservoirs, der obere in der Axe des Massivs des Ueberfalls. Von

dem letzteren abgesehen, münden sie alle in verticale Schächte, von wo



dis Abfluss-Aquäducte ausgehen und wo die Schützen angebracht sind.

Dies erfordert viel kostspieliges Mauerwerk, welches an verschiedenen Punkten die Homogenität des Erddammes unterbricht.

In Montaubry hat man die drei Abflüsse in einem einzigen Mauermassiv vereinigt, so dass sie einen allgemeinen Abzugscanal mit einer Oeffnung von 1,60 Meter bilden. Die drei, je 1 Meter breiten, in Rundbogen gewölbten, in Verticalabständen von 5 Meter übereinanderliegenden Aquäducte fallen in einen grossen verticalen Schacht mit 1,40 Meter Durchmesser, aus welchem unten der Abfluss-Aquädukt hervorgeht.

Jeder Ablass wird durch eine Winde in Bewegung gesetzt, welche ursprünglich auf dem nächsten grossen Absatze angebracht war. Die Winden der untersten Schützen blieben so gewöhnlich unter Wasser; nur ihr Gehäuse konnte abgenommen und sodann im Augenblick des Bedarfes wieder angebracht werden. Vor Allem aber konnte man die beiden untersten Schützen nur dann benützen, wenn der entsprechende obere grosse Absatz blossgelegt und daher die Wassermenge bereits sehr herabgemindert war. Es war dies ein sehr bedeutender Uebelstand. Die Wiederanfüllung des Canals nach den damals alljährlich veranlassten Sperren wurde hiedurch so sehr verlangsamt, dass man 1879 beschloss, dem theilweise durch Erbauung zweier massiv gemauerter Thürme oberhalb der beiden untersten Schützen und Anbringung der Winden auf den Plattformen derselben abzuhelfen. So war die Möglichkeit geschaffen, gleichzeitig den ersten und zweiten, oder den zweiten und dritten Schützen zu heben. — Im Reservoir von Berthaud, welches übrigens nur selten geleert wird, ist noch immer die Winde des Grundschützen nur bei Wasserständen unter 5 Meter zugänglich.

In Plessis liegen die Abflüsse, deren es nur 2 gibt, in einem einzigen Mauermassiv übereinander, wie in Montaubry; aber die beiden Winden sind auf dem oberen Absatz angebracht, und ermöglichen die gleichzeitige Oeffnung beider Schützen.

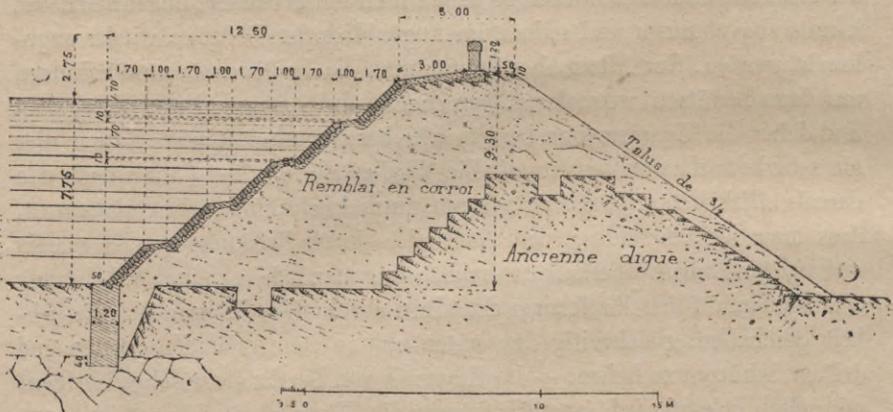
Bei allen diesen Bauten sind in den Böschungen der Abzugscanäle Einschnitte angebracht, in welche man behufs Ermöglichung der Ausbesserungen kleine Balken oberhalb der Schützen legen kann. In Wirklichkeit sind jedoch die Ausbesserungen in den engen, tiefen und dunkeln Gängen nichts weniger als leicht.

In Torcy-Neuf besteht der Speiseschleusenbau neuen Systemes aus einem im Reservoir selbst, am Dammfusse errichteten Thurme.

Er dient auch zur Entleerung des überschüssigen Wassers, so dass man den Ueberfall und dessen besondere Rinne hätte ersparen können. Man hat indess diese Bauten beibehalten. Man war sich noch nicht klar über die Wirkungen, welche die Entleerung grosser Wassermengen auf den Thurm üben könnte, und fürchtete, das Mauerwerk könne hiedurch stark erschüttert und aus den Fugen gebracht werden. Diese Besorgnisse haben sich nicht bewahrheitet. Diese Entleerungen vollziehen sich seit mehreren Jahren ohne Uebelstand, indem man im Zeitpunkt der Entleerung einen inneren, den Abfluss-Aquäduct sperrenden Schützen in's Spiel bringt.

Der von Aussen viereckige Speiseschleusen- und Abfluss-Thurm besitzt im Innern einen vertikalen Schacht mit 1,50 Meter Durchmesser, in welchen die Ablässe münden und die Abflusswässer fallen. Dieser Schacht öffnet sich unten gegen den Abflussaquädukt. Die Kappe ist in gleicher Höhe mit der Dammkappe (16,50 Meter über dem Boden des Grundablasses). Man findet daselbst eine quadratförmige Plattform, deren Seite 3,50 Meter beträgt und auf welcher die Apparate zur Handhabung der Schützen angebracht sind. Die Seiten des Thurmes haben eine Verjüngung von  $1/20$ .

Der Schacht endet in einer cylindrischen Kammer von gleichem Durchmesser und 2 Meter Tiefe unterhalb des Bodens des Abfluss-Aquäduktes. So



Wasserbehälter von Plessis.

erhält man beständig einen Wasserpolster, um die zerstörende Wirkung des Anpralls der Wassermassen abzuschwächen.

Die Speiseschleusen, deren es 3 gibt, sind stufenförmig in Vertikalabständen von je 4,80 Meter über einander angebracht, durch eigene cylindrische Schützen verschliessbar und besitzen nur 40 Centimeter Höhe auf 80 Centimeter Breite. Der mittlere und obere Ablass sind einfache, in die Seitenwände des Thurmes gebohrte Oeffnungen mit rechtwinkeligem Querschnitt. Ihr längs einer cylindrischen Oberfläche ausgemessenes Bett schneidet die innere Böschungsfäche des Schachtes unter einem Winkel von 45 Grad, so dass der Wasserstrahl sehr schief auf das Mauerwerk auffällt.

Der Abfluss geschieht durch 4, je 2,20 Meter lange, auf dem Thurmgipfel an den 4 Seiten angebrachte Oeffnungen. Die Bretter dieser Fensteröffnungen sind 40 Centimeter unter dem Stauniveau abgeglichen und von Eichenholzaufsätzen um 40 Centimeter überragt. Dieselben sind in U-förmigen, an die Gurt Pfeiler gelehnten Eisen angebracht und werden im Falle des Hochwassers mit der Hand entfernt.

Vom Damme aus gelangt man zum Thurme über eine 21,40 Meter lange, von 2 leichten Stahlbogen getragene Brücke.

Dieses neue Speiseschleusen-System besitzt den Vorzug bedeutend grösserer

Wohlfeilheit, während es gleichzeitig die Stabilität des Dammes besser sichert und die Vornahme der Ausbesserungen erleichtert.

Die Einschlebung des Massivs der Abflüsse auf der ganzen Maximalhöhe eines Erddammes unterbricht dessen Einheit und Gleichförmigkeit. Zu beiden Seiten dieses Massivs muss das Erdreich mit der Hand, und das will sagen : sehr schlecht gestampft werden, wenn man sich noch so sehr bemüht. Die Sackung dieses Erdreichs lässt in der Nähe des Mauerwerks Spalten bestehen, welche zu Sickerungen Anlass geben und hiedurch zu einer wirklichen Gefahr werden können.

Beim Thurme ist der Damm nur mehr durch den ganz an seinem tiefen Theile gelegenen Abfluss-Aquäduct unterbrochen; das Stampfen mit der Hand ist möglichst eingeschränkt und beinahe der ganze Thonschlag wird mit der Walze, und infolgedessen weit besser hergestellt. Es sind keine Spaltungen in der Masse mehr zu fürchten. Und eine bedeutende Ersparniss ergibt sich : 1) aus der Beseitigung des schweren Ablass-Mauerwerkes, welches das Erdreich auf jeder Seite stützen muss; 2) aus der Beseitigung oder Verkleinerung des besonderen Ueberfalls und seiner Abflussrinne; 3) in noch höherem Grade aus der Möglichkeit, den Thonschlag im Grossen, mit Pferden oder Dampfkraft zu stampfen, und aus der bedeutenden Einschränkung des Handstampfens.

In dem gewöhnlichen Massiv der Abflüsse, wohin man nur mit dem Scaphander-Tauchapparat gelangen kann, sind die Schützen sehr schwer zugänglich. Sie können daselbst nur sehr selten reparirt werden. Beim Thurme dagegen kann, sobald man die Oeffnung der Speiseschleuse durch einen hölzernen Zapfen, der in einer zu diesem Zweck in den Schachtmauern eingerichteten Kammer angebracht ist, verstopft hat, der Taucher ohne Mühe und Gefahr die Schützen und ihre Stangen losmachen und wegtragen, und dieselben sodann, nachdem sie in der Werkstatt ausgebessert worden, wieder anbringen. Man hat bereits Gelegenheit gehabt, eine ähnliche Arbeit beim Grundschützen mit Erfolg auszuführen.

Man kann auch den langen Ablass-Aquäduct unter dem Damme begehen und ausbessern. Nach Hebung des Sicherheitsschützen ist man nicht mehr, wie bei der alten Einrichtung, von der Oberwelt vollständig abgeschlossen; man erhält durch den Schacht Licht und Luft.

*Schützen.* — Die Schützen der alten Reservoirs, selbst noch die von Montaubry, waren, sowie ihre Gestelle, aus Holz. Es waren dies dicke, schwere Eichenholzplatten, von etwa 60 Centimeter Länge auf 40 Centimeter Höhe, überragt von einer in eine starke Schraube auslaufenden Stange, welche Schraube mittelst eines enormen Schlüssels gedreht wurde. Die Stange selbst war ein förmliches Gebälkstück. Die Handhabung war ziemlich unbequem. Auch faulte schliesslich das Holz und verursachte bisweilen beträchtliche Wasserverluste. So sah man sich auf dem Centrumscanale veranlasst, den grössten Theil dieser etwas rohen Vorrichtungen in den Jahren 1875 bis

1880 durch gusseiserne, mit Winden zu handhabende Schützen auf gusseisernen Gestellen zu ersetzen.

Aber alle rechtwinkeligen Schützen mit Führungen verursachen bei grossen Wassermassen sehr beträchtliche Reibungsarbeit. Man muss starke, kostspielige Winden verwenden; ihre eigene Reibung vermehrt noch bedeutend den nothwendigen Kraftaufwand; und sie müssen durch schwere Beschläge an sehr grossen Theilen des Mauerwerks befestigt werden, damit letzteres nicht aus den Fugen gebracht wird.

In Torcy-Neuf war man bestrebt, eine leichte Handhabung der Schützen mittelst einfacher Hebevorrichtungen zu erzielen. Dies gelang durch ein gleichfalls neues, sehr elegantes System, welches von dem Ingenieur Eugen Resal herrührt und sehr gute Resultate liefert.

Der gusseiserne Schütze ist nicht eben, sondern besitzt eine cylindrische, convexe Oberfläche. An einer horizontalen, concentrischen, eisernen Axe befestigt, dreht er sich vor einem gusseisernen Sitze mit cylindrischer, concaver, gleichfalls concentrischer Oberfläche. Er dreht sich in sehr geringer Entfernung von diesem Sitze, ohne jedoch an denselben zu lehnen. Er besitzt einen beweglichen, gusseisernen Rahmen, den er bei seinen Bewegungen des Oeffnens und Schliessens mitzieht, der jedoch nicht an der Axe befestigt ist; nur dieser, an seinen Rändern vom Wasser gedrückte Rahmen lehnt und reibt sich am Sitze. Die Fuge des Rahmens und des Schützen ist übrigens durch einen Kautschukwulst verschlossen, ohne dass dieser Verschluss die Unabhängigkeit des Rahmens in merklicher Weise beeinflusst. Dieser in einem Einschnitt angebrachte Wulst ist daselbst gegen die Stösse geschützt.

Der vom Wasser auf den ganzen, vollen Schützen ausgeübte Druck bringt nur eine rollende, mithin äusserst geringe Reibung an den Drehzapfen der horizontalen festen Axe hervor. Eine gleitende Reibung bringt nur der auf den beweglichen Rahmen allein, oder vielmehr auf einen schmalen, perimetrischen Streifen, den man nahezu beliebig schmal machen kann, ausgeübte Druck hervor. Hiedurch wird der Bewegungswiderstand bedeutend vermindert. Verglichen mit der Reibung bei den gewöhnlichen ebenen Schützen von gleichen Dimensionen, ist die Reibungsarbeit in Torcy-Neuf theoretisch um 92 Prozent herabgemindert. Und die thatsächliche Herabminderung beträgt nicht viel weniger.

Diese drei Speiseschleuseschützen werden mit grosser Leichtigkeit durch 3 Winden zu  $1/50$  bewegt, welche in einem aus einem Stück gegossenen, in der Mitte der Platform des Thurmes errichteten eisernen Prellstein untergebracht sind.

Ferner hat man in Torcy-Neuf in sehr glücklicher Weise diese 3 Speiseschleuseschützen durch einen vierten, viel grösseren, auf demselben Principe beruhenden Schützen ergänzt, welcher als Sicherheits-Schütze fungirt und den ganzen Abfluss-Aquäduet der Ablässe verschliesst. Er ist im Innern des Thurmes, unter dem Schacht angebracht.

Dieser Schütze, welcher, abgesehen von einer einfachen Kautschukleiste

gleichfalls ganz aus Metall besteht, ist 4,80 Meter hoch und 4,10 Meter breit. Er bildet einen starken kleinen Blechwaggon, welcher mittelst zweier Paare Räder auf verticalen, im Mauerwerk des Schachtes befestigten Schienen rollt. Dieser Waggon hebt sich (ohne daran zu lehnen) gegen ein, vor dem Abfluss-Aquäduct befestigtes gusseisernes Gestell. Die Berührung wird längs einer leicht geneigten Ebene durch einen aus bronzenen Gelenkstangen gebildeten Rahmen hergestellt, welcher von dem Waggon unabhängig ist, jedoch von demselben bei der Bewegung mitgezogen wird. Die Wasserdichtheit wird durch einen zwischen die Gelenkstangen und den Waggon eingeschobenen Kautschukwulst hergestellt. Die Berührungsflächen dieser Stangen mit dem Kautschuk sind galvanisirt.

Eine Winde treibt die lange Hängestange. Diese Winde befindet sich auf der Plattform des Thurmes, in demselben Prellstein, wie die Winden der Ablässe, und nimmt dessen vierte Seite ein.

Bei voller Stauung beträgt die Wasserhöhe über dem Sicherheitsschützen 15,60 Meter. Während der Druck auf den vollen Schützen mit einer Oberfläche von etwa 2 Quadratmetern ungefähr 27 000 Kilogramm betragen würde, werden die Gelenkstangen nur mit einer Gesamtkraft von 3 000 Kilogramm gedrückt. Der zur Hebung des Waggons nöthige Kraftaufwand beträgt in der That nicht mehr als 2 200 Kilogramm, welche man in 1 000 Kilogramm Eigengewicht der Apparate und 1 200 Kilogramm Reibung (Coefficient 0,40) zerlegen kann. Diese Kraft wird mit einer Winde von  $1/750$  höchst bequem ausgeübt.

Dieser Sicherheitsschütze, der im Juli 1888 angebracht wurde, functionirt vorzüglich. Er hat die äusserst werthvolle Möglichkeit geschaffen, das Wasser im Innern des Schachtes beständig auf der jeweils gewünschten Höhe zu erhalten, jenachdem man den Waggon mehr oder weniger hoch hebt. Man kann beliebig und fast ohne jeden Kraftaufwand die Fallhöhe des Wassers vermindern, welches entweder durch Ueberlauf, oder durch das Oeffnen der Ablässe in den Schacht fällt.

Wie gross indessen der Werth dieses sinnreichen Schützensystemes auch sein mag, so würden wir dasselbe dennoch heute zweifellos nicht anwenden, und auch bei dem im Burgunder Canal projectirten neuen grossen Reservoir gedenken wir dasselbe nicht anzuwenden. An Stelle der drei Speiseschleuse-schützen des Thurmes von Torcy-Neuf hätte man unserer Ansicht nach mit Vortheil einen einzigen einfacheren und stärkeren Apparat verwenden können, nämlich den in den « Annales des ponts et chaussées » (August 1886) beschriebenen einfachen, cylindrischen verticalen Schützen, wie er an allen Schleusen und Speiseschleusen des Centrumscanals functionirt und auch auf mehreren anderen Canälen eingeführt wurde. Als wir die definitive Einrichtung dieses cylindrischen Schützen beendet und volle Sicherheit betreffs seines guten Functionirens erlangt hatten, dachten wir daran, denselben in Torcy-Neuf zu verwenden. Es war jedoch zu spät; das nahezu vollendete Mauerwerk des Thurmes gestattete nicht mehr, ihn anzubringen.

Der Speiseschleusen-Thurm würde, anstatt von 4 Seiten zugemauert zu sein, auf seiner ganzen Höhe einen 1 Meter breiten, von einer Reihe kleiner, übereinanderliegender, Schwibbogen bildender Bogen durchquerten Abzugscanal bilden. Einschnitte würden die Schliessung dieses Abzugcanales durch eine Wehr aus kleinen Balken vor den Bogen ermöglichen, um das Innere des Thurmes vom Reservoir zu isoliren.

Der Schütze wäre am Grunde des Schachtes angebracht. Er brauchte nur einen Durchmesser von 75 Centimetern zu haben, um dieselbe Wassermenge zu liefern, wie die bei vollem Reservoir gleichzeitig geöffneten beiden obersten Schützen von Torcy-Neuf (4,41 Meter per Sekunde), und man brauchte ihn nur um 20 Centimeter zu heben. Das Gewicht des beweglichen Theiles, mit Inbegriff der Handhabungsstange würde nicht über 200 Kilogramm betragen. Man hätte so zu sagen gar keine Reibung mehr zu überwinden. Bei einer Winde von  $1/50$  würde die an der Kurbel auszuübende Kraft höchstens 5 Kilogramm betragen. Der Preis des vollständigen, höchst solid construirten, an Ort und Stelle geschafften Apparates würde nicht über 900 Fr. betragen.

Die Wehr aus kleinen Balken würde beständig im Abzugscanal gelassen werden. Im Augenblick einer Hebung des Schützen würde man lediglich einige Balken unter dem Wasserniveau herausnehmen, um den Schacht zu füllen und ihn in freie Verbindung mit dem Reservoir zu setzen. Nach geschehener Hebung könnte man die Wehr rasch und leicht wieder herstellen. Man könnte so im Bedarfsfalle stets den Thurm leeren und den Schützen repariren.

Auch könnte man leicht mit einem höchst geringen Kostenaufwande am Grunde des Thurmes an Stelle eines zwei etwas kleinere cylindrische verticale Schützen, beispielsweise mit einem Durchmesser von nur 60 Centimetern anbringen. Man könnte hiedurch den Wasserabfluss selbst im Falle der Beschädigung des einen der beiden Apparate sichern.

Um jeden besonderen Ueberfall ganz zu beseitigen oder doch stark zu reduciren, könnte man auch die Oeffnung der oberen Theile der drei übrigen Thurmseiten durch kleine Balken ermöglichen.

Der Kubikmeter Rauminhaltes kommt bei dem Reservoir von Torcy-Neuf, dem zuletzt erbauten, auf etwa 0,25 Fr. zu stehen. In Plessis kam er auf 0,27 Fr., in Montaubry, wo der Damm im Verhältniss zu dem beträchtlichen aufgespeicherten Rauminhalt ausserordentlich kurz ist, nur auf 0,125 Fr. zu stehen.

Bevor wir den Centrumschanal verlassen, wollen wir noch einige Worte über eine ihm eigenthümliche, höchst nützliche und sinnreiche Einrichtung sagen, welche viel zu wenig bekannt ist und mit der Frage der Reservoirs in Verbindung steht: sie dient in höchst glücklich erfundener Weise dazu, das Wasser des Reservoirs in Reihen kleiner, sehr kurzer Haltungen zu verbreiten. Es ist dies die « Regulirungsrinne », die im Jahre 1829 von dem Ingenieur en chef Vallée geschaffen wurde, demselben, der auch die ersten Reservoir-Verkleidungen mit selbstständigen Stufen angelegt hat.

Sie hat den doppelten Zweck, jede einzelne der kurzen Haltungen auf beständigem Niveau zu erhalten, und den unteren Theil des Canales zu speisen, ohne sie zu passiren.

Zu diesem Behufe ist seitwärts am Canale ein Rinnsal angelegt, welches mit jeder Haltung durch einen Aquäduct in Verbindung steht und unterhalb dieses Aquäductes durch einen im Wasserniveau dieser Haltung abgeglichenen Ueberfall abgedämmt ist. Fallmauern, die von Strecke zu Strecke abgestuft sind, um die von den Schleusen eingebrachte Höhe zu vertheilen, führen successiv die Rinne verschiedenen Bassins zu, in welchen die Wasserfläche eine so geringe Neigung hat, dass die Böschungen nicht unterwühlt werden.

Die Wasserabgaben des Reservoirs gelangen in die Rinne, nicht in den Canal. Wenn alle kleinen Haltungen normales Niveau besitzen, dann durchläuft das vom Reservoir abgegebene Wasser lediglich die Rinne bis zum unteren Theil des zu speisenden Canals. Steht dagegen eine Haltung niedrig, dann füllt die Strömung, welche in der Rinne durch den sie abdämmenden Ueberfall aufgehalten wird, zunächst diese Haltung; erst wenn das vorschriftsmässige Niveau wieder erreicht ist, fliesst sie ab, um in gleicher Weise die übrigen kleinen Haltungen wieder herzustellen oder ihren Lauf weiter fortzusetzen. Durch eine ähnliche Wirkung wird das durch eine Schleusung oder eine natürliche Speisung in eine kleine Haltung gebrachte überschüssige Wasser durch die Rinne allein hinuntergeführt, sobald das Niveau dieser Haltung entsprechend ist; der Ueberfall nöthigt das überschüssige Wasser, die Haltung zu verlassen und der Rinne zu folgen.

## II. — BURGUNDER CANAL

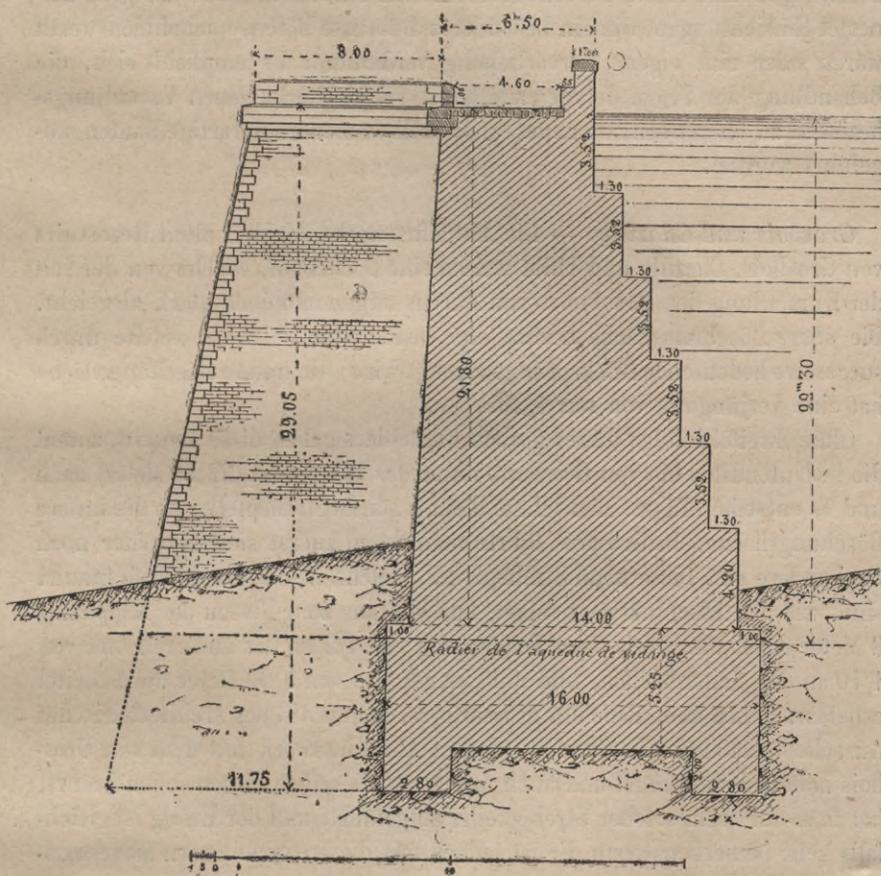
Der Burgunder Canal verfügt über 6 Reservoirs mit einem Gesamt-Rauminhalte von etwa 51 800 000 Cubikmetern. Fünf, wovon drei zur Speisung der Wasserscheide, und zwei zur Speisung der Saône-Abdachung dienen, stammen aus der Zeit der Inbetriebsetzung des Canals (1850-1858); die bedeutendsten sind die von Grosbois (9 220 000 Kubikmeter), Chazilly (5 190 000 Kubikmeter), Panthier (8 050 000 Kubikmeter). Das sechste Reservoir, das von Pont (5 500 000 Kubikmeter), auf dem Abhange der Yonne, wurde vor Kurzem, von 1878 bis 1881 erbaut.

*Panthier und Cercey.* — Nur zwei von diesen Reservoirs : das von Panthier, eines der bedeutendsten, und das von Cercey, sind mit Erddämmen angelegt worden. Sie unterscheiden sich von den Reservoirs des Centrums-canals in keinem wesentlichen oder besonderes Interesse bietenden Punkte. Wir wollen lediglich die für die Böschungen und Verkleidungen der Dämme gewählte Einrichtung und die an diesen Bauten angebrachten Befestigungen anführen.

Die gesammte Höhe des Dammes oberhalb des Bettes des Entleerungs-



Diese Dämme wurden mit dem zu viel Thon enthaltenden Erdreich des oberen Theiles des Burgunder Canals hergestellt. Es ist dies eine dem Terrain anhaftende ungünstige Beschaffenheit. Trotz aller Vorsichtsmassregeln kommen beunruhigende Abrutschungen vor. Zur Befestigung baut man daselbst auf Formen, die in der Masse des Thonschlages gehöhlt werden, Strebepfeiler oder vielmehr gemauerte Verschläge, senkrecht zur Dammaxe, welche sie in ihrem ganzen oberen Theile schneiden. In Cercey besitzen diese



Wasserbehälter von Grosbois.

Verschläge eine Dicke von 2 Metern, und sind nur 12 Meter von einander entfernt, jeder einzelne bildet drei abschüssige Wölbungen von 6 Meter Oeffnung, deren Gurtpfeiler nur 5 Meter tief in die Masse der Aufschüttung hinunterreichen; ferner hat man den Fuss der letzteren an den rutschenden Theilen durch eine dicke Mauer von durchschnittlich 4,50 Meter Breite auf 4 Meter Höhe stark gestützt. In Panthier verfügt man seit Durchführung der Vergrößerung gleichfalls über Querverschläge, um die Rutschungen zu begrenzen und den ganzen Damm zu befestigen. Sie stehen in Abständen von

40 Meter und besitzen eine Dicke von nur 1,50 Meter. Sie werden durch zwei breite Bogen gestützt, deren Gurt Pfeiler bis zum widerstandsfähigen Erdreich hinuntergehen.

Die vier übrigen Reservoirs des Burgunder Canals sind durch gemauerte Abdämmungen abgeschlossen. Obgleich mindestens zwei von ihnen, die von Grosbois und Chazilly, sehr schöne, imposante Bauwerke sind, sollen hier nur einige Worte über dieselben gesagt werden, da der für den vorliegenden Bericht gewährte Raum bereits überschritten ist. Sie besitzen übrigens keinerlei Einrichtungen, die ein besonderes Interesse böten, nachahmenswerth wären oder eine eigene Hervorhebung verdienten. Es empfiehlt sich, die Behandlung der Frage der gemauerten Abschlusswerke jenen Verwaltungsbezirken zu überlassen, wo neuere und vollkommenerer derartige Bauten aufgeführt wurden.

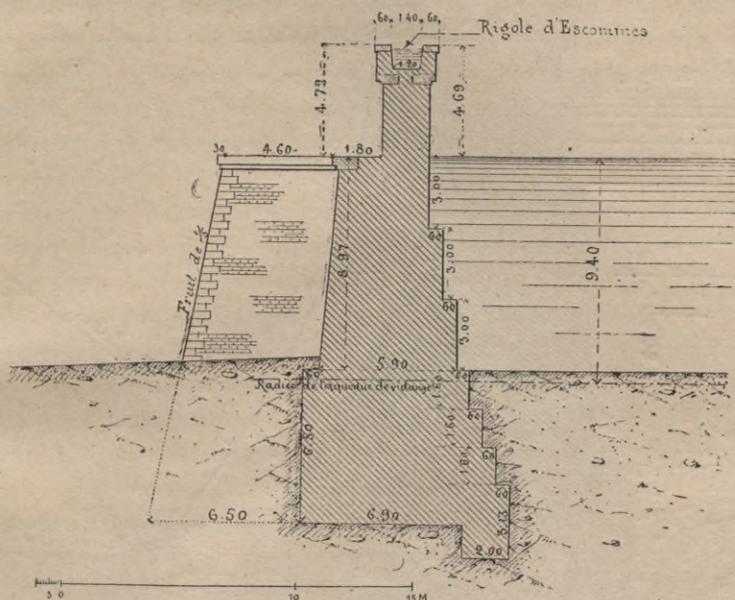
*Grosbois und Chazilly.* — Die Abschlusswerke der drei alten Reservoirs von Grosbois, Chazilly und Tillot weisen eine Bauart auf, welche von der seit der Herstellung des Reservoirs von Furens angenommenen stark abweicht. Die obere Böschungfläche besitzt eine bedeutende Neigung, welche durch successive bedeutende Rücksprünge erzeugt wird; die untere Böschungfläche hat eine Verjüngung von nur  $1/20$ .

Ohne Zweifel infolge dieses groben Baufehlers geben diese Mauern, zumal die bedeutendste, die von Grosbois, unter der Wasserlast (22,50 Meter) nach und es entstehen Risse. Man lehnte damals starke Strebepfeiler an die untere Böschungfläche. In Grosbois führte man deren zuerst sieben, später noch zwei andere auf. Diese neun Strebepfeiler, welche in derselben Tiefe fundirt sind, wie das Abschlusswerk selbst, und sich bis zum Niveau der Kappe mit 8 Meter Ausladung, mit einer Verjüngung von  $1/5$  an der äusseren und von  $1/10$  an den Seitenflächen, und mit einer Breite von 5,60 Meter am Scheitel erheben, haben dem Baue ein grossartiges, majestätisches architectonisches Aussehen verliehen. In Chazilly, dessen Abschlusswerk mit dem von Grosbois nahezu identisch ist und auch fast genau dieselben Dimensionen besitzt, hat man nur sechs solcher Strebepfeiler aufgeführt, und der Erfolg ist gleichfalls sehr bemerkenswerth. Er ist jedoch mit diesen ungeheuern Mauermassiven theuer bezahlt.

Heute scheinen diese grossen Mauern standfest zu sein. Nichtsdestoweniger macht sich der Profilverfehler noch immer bemerkbar. In Grosbois wird die untere Böschungfläche zwischen den Strebepfeilern unter dem Drucke zerbröckelt und löst sich los. Man ist fast jedes Jahr genöthigt, einzelne Theile derselben zu unterfangen und so beinahe die ganze Mauer neu herzustellen.

Das Abschlusswerk des sehr kleinen Reservoirs von Tillot (520 000 Kubikmeter) wurde theilweise gebaut, um auf seiner Kappe dem Rinnsal, welches das Wasser des Reservoirs von Chazilly der Wasserscheide zuführt, Durchgang zu gewähren. Sonst hätte dieses Wasser längs des ganzen Thalrandes laufen müssen, was eine Verlängerung der Strecke um 4 Kilometer bewirkt hätte.

Eine andere ungünstige und leider allgemeine Bedingung der Reservoirs des Burgunder Canals ist die bedeutende Länge der Rinnen, die sie erfordert haben, theils um ihr Wasser dem Canal, von dem sie ziemlich weit entfernt sind, zuzuführen, theils und zwar hauptsächlich, um das Wasser anderer Abhänge aufzunehmen, als ihrer eigenen directen Abhänge, die häufig zu ihrer Füllung nicht hinreichen. Diese Rinnen kosten sehr viel an Erbauung und Unterhaltung und bewirken ausserdem grosse Wasserverluste. Sie besitzen zusammen eine Gesammtlänge von mehr als 70 Kilometer. Cercey hat ein Füll-Rinnsal von 17 Kilometer; Chazilly hat deren zwei, die zusammen



Wasserbehälter von Tillot.

16 1/2 Kilometer betragen; Grosbois hat eine Speisungsrinne (die zum Canal führt) von 15 Kilometern, wovon ein Theil (3075 Meter) unterirdisch angelegt ist.

*Pont.* — Das Abschlusswerk von Pont bei Semur, ist das einzige am Burgunder Canal, dessen Profil den heute von der Theorie gebilligten Typus der Mauer von Furens aufweist. Die Stauhöhe beträgt daselbst 20 Meter über dem Bett des Entleerungs-Aquäduces. Die obere Böschungfläche erhebt sich zuerst in einem verticalen Theile, dessen Höhe über jenem Bette 3,50 Meter beträgt, sodann nach einem 1,50 Meter breiten horizontalen Banket, mit einer Verjüngung von 1/20 bis zum Scheitel. Die untere Böschungfläche geht auf einer Höhe von 18 Metern längs eines Kreisbogens mit einem Halbmesser von 50 Metern herab, der sich längs der Tangente fortsetzt, d. i. mit einer Neigung von 3 Basis auf 4 Höhe. Die Breite an der Plattform, einschliess-



schnittene Fallrinne bildet eine, durch mehrere hohe Stufen fortgesetzte parabolische Curve. Die ganze Wassermenge des Flusses, welche jährlich zur 16 bis 18 maligen Füllung des Reservoirs ausreichen würde, muss den Ueberfall passiren, wenn man die Entleerungscanäle nicht offen hält. Man schliesst letztere jedoch fast nur während der trockenen Jahreszeit, aus Furcht vor einer raschen Verschlammung des Reservoirs. Diese Umstände sind für den Canal nicht eben von Vortheil.

Um der Verschlammung möglichst zu begegnen, hat man den Entleerungscanälen kleine Querschnitte gegeben, um daselbst Reinigungsschleusen anlegen zu können. Dieselben bestehen aus 2 gemauerten Aquäducten von 1 Meter Breite und 1,20 Meter Höhe unter dem Schlussstein, welche durch gusseiserne, von dem Banket aus gehandhabte Schützen verschlossen werden, in der Höhe von 3,50 Meter; ferner aus 5 Leitungen von 80 Centimeter Durchmesser, im Dammmauerwerk aus Blech, an der Aussenseite aus Gusseisen, welche mit einem doppelten Hahn-Schützen versehen sind: der eine zum Verschlusse, der andere zur Sicherheit. Die Handhabung dieser Hähne, welche in einer am Fusse und unterhalb des Abschlusswerkes errichteten Kammer geschieht, kann mit der Hand nur sehr schwer und langsam bewerkstelligt werden; dieselbe musste durch Hinzufügung einer kleinen Turbine von 1,10 Meter Durchmesser und 10 Pferdekräften im Minimum erleichtert werden.

Als Speiseschleusen dienen 9 kleine zum Abschlusswerk parallele Aquäducte von 1 Meter Höhe und 70 Centimeter Breite, welche an drei verschiedenen, 4,50 Meter von einander entfernten Stockwerken, zu je dreien in einen an die Mauer gelehnten Thurm münden. Letzterer bildet im Innern einen Schacht, dessen kreisbogenförmiger Querschnitt einen Halbmesser von 2,50 Meter und einen Umfang von etwas mehr als dem halben Kreisumfang besitzt. Die neun Schützen sind aus Gusseisen. Sie werden ebenso wie in den Reservoirs von Grosbois und Chazilly durch Winden gehandhabt, welche sich auf Plattformen befinden, die gleichfalls in drei aufeinanderfolgenden Stockwerken angelegt und mittelst Leitern zugänglich gemacht sind; letztere sind in der Form von Wendeltreppen mit allmählich grösser werdendem Halbmesser rund um den Thurm angelegt. — Vom Grunde des Schachtes wird das Wasser durch eine in den nackten Felsen geschnittene Ableitungsrinne thalwärts vom Damme geführt; diese Rinne diente während der Erbauung des Abschlusswerkes dazu, das Armançon-Wasser abzuleiten.

#### RESUME

Es ist nicht möglich, aus der Darlegung dieser verschiedenen Systeme der Anlegung von Wasserbehältern allgemeine Schlussfolgerungen abzuleiten. Die mit den Localverhältnissen äusserst stark wechselnden Baukosten können unter einander nicht mit Nutzen verglichen werden. Jeder Fall erfordert seine besondere Lösung.

Es sollen hier lediglich die nachstehenden Schlussfolgerungen in Vorschlag gebracht werden, die sich auf die, einem vollständigeren Studium unterzogenen Erddämme der grossen Reservoirs beziehen.

Das beste Erdreich ist jenes, welches sich am meisten der Zusammensetzung von zwei Sandtheilen auf einen Thontheil nähert. Bei gutem Erdreich kann man Stauhöhen bis mindestens 20 Meter zulassen. Das beste und billigste Profil für die innere Böschung ist jenes mit kleinen selbständigen Stufen von 1,50 bis 1,80 Meter Höhe und einer Neigung von 45 Grad, welche durch 80 Centimeter bis 1 Meter breite Absätze getrennt sind, alle 5 bis 6 Meter mit einem doppelt so breiten Absatz. Die äussere Böschung braucht nur eine Neigung von  $1 \frac{1}{4}$  oder  $1 \frac{1}{2}$  auf 1 zu besitzen. Die beste Bekleidung für die Absätze wie für die Steindeckwerke ist ein Mauerwerk aus Bruchsteinen auf Beton, von 40 bis 50 Centimeter Gesamtdicke.

Das Stampfen mit der Hand muss so viel als möglich vermieden werden, um nur das Stampfen mit Pferden, und zumal durch Dampfkraft zuzulassen. Man kann mittelst Dampf das Erdreich zum Thonschlage um weniger als 25 Centimeter per Kubikmeter stampfen. Es ist von Wichtigkeit, in den Damm keine Mauermassive einzuschieben, welche das Stampfen im Grossen unterbrechen.

Die Kanten der Ueberfälle müssen niedrig gehalten und durch leicht zu entfernende Aufsätze vervollständigt werden, um die stärksten Wassermengen abgeben zu können.

Die Speiseschleusen können mit Vortheil in einem am Fuss oberhalb des Dammes errichteten Thurme angebracht werden. Kleine cylindrische, verticale Schützen wären bequem und billig. In deren Ermanglung kann man immerhin die Schützen mit Hebeapparaten von schwacher Wirkung selbst unter dem Drucke bedeutender Wassermassen handhaben, indem man den grössten Theil der zu überwindenden Reibung in rollende Reibung verwandelt.

Bei Anwendung des Thurmes oberhalb des Dammes kann man auch die besonderen Ueberfälle stark reduciren, wenn nicht ganz beseitigen. Mittheist eines Sicherheitsschützen kann die Fallhöhe der Entnahmen oder Abgaben beliebig vermindert werden.

Endlich kann man mittelst einer Regulirungsrinne eine Reihe kurzer Haltungen mit beständigem Wasserstande in selbstthätiger Weise erhalten und jenseits derselben den Canal speisen, ohne diese Haltungen zu passiren.

Dijon, am 10. Februar 1892.

(FLAISSIÈRE, beeidigter Übersetzer, Paris.)