

Neue Konstruktionstypen von Staumauern und Staudämmen [Schluss]

Autor(en): **Hilgard, K.E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **2 (1909-1910)**

Heft 19

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920252>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Regierungsrat auf 87,000 Franken berechnet, woran das Löntschwerk mit 80,000 Franken beteiligt gewesen wäre.)

Die glarnerische Wasserzinsfrage ist in mehrfacher Hinsicht interessant. Die Frage des Eigentums an den Gewässern hat offensichtlich bei Aufstellung der sachenrechtlichen Bestimmungen 1869 im bürgerlichen Gesetzbuch eine für den Staat Glarus nachteilige Lösung gefunden. Es steht ihm weder ein Eigentums- noch ein Verleihungsrecht an den Wasserkraften zu, sondern nur das Oberaufsichtsrecht und das Recht zur Erteilung von Bewilligungen zur Ausführung von Wasserwerken, gemäss dem Gesetz von 1892. Nun kam der Aufschwung der schweizerischen Wasserwirtschaft der letzten Jahrzehnte; für viele schweizerische Kantone bildet das Regal der Ausnutzung der Wasserkraft eine Quelle reichlicher Einnahmen (Aargau), während der Kanton Glarus sich durch seine Wasserrechtsgesetzgebung gehemmt sah. Aber Glarus darf nicht ohne weiteres mit andern Kantonen exemplifizieren. Bis jetzt hat nämlich der Kanton an die Flusskorrekturen nichts beigetragen, diese wurden den Gemeinden und Anstössern überlassen, während beispielsweise der Kanton Aargau für Flusskorrekturen Millionen ausgegeben hat. Der Kanton Glarus kann somit gegenüber der Steuer kein Äquivalent bieten. Andererseits spricht aus dem Gesetzentwurf zu sehr das Bestreben, das grosse Löntschwerk allein zu belasten und die kleinen Werke zu schonen. Im Landrat hat denn auch der Gesetzentwurf scharfe Opposition gefunden. Man nannte dort das neue Gesetz „Gesetz zur Besteuerung des Löntschwerkes“. Man machte darauf aufmerksam, dass dieses in Zukunft 18 Mal mehr Steuern bezahlen müsse, als alle andern Werke zusammen, man erinnerte auch daran, dass es eine Zeit gegeben habe, wo der „Motor“ als Konzessionsbewerber willkommen gewesen sei.

Das Gesetz zeigt übrigens verschiedene schwache Punkte, die sich wohl später noch unangenehm fühlbar machen können. Die schwierige Frage der Art der Messung der Kraft soll in der Vollziehungsverordnung gelöst werden, da man sich offenbar weder im Landrat noch in der Regierung klar darüber geworden ist. In der landrätlichen Kommission für das Gesetz sass kein einziger Techniker, auch die in § 2 vorgesehene Spezialkommission wird wohl kaum einen Techniker aufweisen und sie wird sich ganz auf die vorgesehenen fachmännischen Gutachten stützen müssen. Gegen den Entscheid dieser Kommission steht nur der Rekurs an den Regierungsrat offen.

Es ist wohl anzunehmen, dass man in Glarus den mannigfachen Schwierigkeiten in der Ausführung zu begegnen weiss. Die exceptionellen Verhältnisse der glarnerischen kantonalen Wasserrechtsgesetzgebung, die wohl nur schwierig zu ändern sind, verlangen eben auch eine eigenartige Lösung. Die Hauptsache

ist ja, wenn das Beispiel von Glarus nicht andere Kantone der Innerschweiz veranlasst, in gleicher Weise gegen die grossen Kraftwerke vorzugehen; sonst würde eine Verzögerung im Ausbau unserer Wasserkraften verursacht und einem weiteren Fortschreiten auf einem wichtigen Gebiete der schweizerischen Wasserwirtschaft, der Kombination von Niederdruck- mit Hochdruckanlagen, ein kaum zu überwindendes Hindernis in den Weg gelegt¹⁾.



Neue Konstruktionstypen von Staumauern und Staudämmen.

Von a. Professor K. E. HILGARD, Ingenieur-Consulent in Zürich.
(Schluss.)²⁾

Dass in neuerer Zeit das Vertrauen in die Widerstandsfähigkeit und die, besonders Talsperren aus Mauerwerk oder angeschütteten Staudämmen gegenüber erhöhte Sicherheit der nach der Ambursen'schen Bauweise erstellten Stauwerke sehr stark im Wachsen begriffen ist, ist einem besonderen Umstande zuzuschreiben. Beim Ausbruch eines Staubeckens infolge Unterspülung des hohlen Ambursen'schen Betonstaudammes des Ashley-Staubeckens bei Pittsfield³⁾ (Massachusetts) im Januar 1909 hielt dieser letztere vorzüglich Stand ohne auch nur eine nennenswerte Beschädigung zu erleiden. Der aus Abbildungen 6a—b, 7 und 8 ersichtliche Staudamm von rund 134 m totaler Kronenlänge und 12 m Höhe, auf eine kürzere Strecke als Überfall ausgebildet, war im Jahre 1908 auf das unter Verantwortlichkeit der Ortsbehörde erbaute Fundament aufgebaut worden. Die in diesen Abbildungen deutlich sichtbare Unterspülung, deren Grösse im Vergleich mit den auf der Abbildung 8 sichtbaren Pferden beurteilt werden kann, hatte kurze Zeit nach Füllung des Staubeckens im Januar 1909 eine Ausdehnung in der Flussrichtung bis je 2,80 m und 6 m oberhalb und beziehungsweise unterhalb des Dammes, sowie von zirka 16 m Breite und 6 m Tiefe unter Bodenhöhe am Dammfusse erreicht. Im Falle einer Talsperre aus Mauerwerk oder eines angeschütteten Staudammes wären diese mindestens über die ganze Breite des Kolkes ausgewichen und zerstört worden. Dieser Ambursen'sche Staudamm hielt dagegen in einer geradezu überraschenden Weise zusammen. Es kam die volle Tragfähigkeit des die ganze Auskolkung überspannenden hohlen Balkens selbst unter Wasserdruck zur Geltung. Die Dammkronen erlitt über der Mitte des Kolkes eine maximale Einsenkung von etwa 15 cm (siehe Abbildungen 6b

¹⁾ Nach einer jüngsten Meldung haben die Kraftwerke Beznau-Löntsch auch gegen das neue Gesetz staatsrechtlichen Rekurs eingelegt. Die Redaktion.

²⁾ Berichtigung. Unter Abbildung 5a auf Seite 204, Nr. 17 vom 10. Juni 1910 dieser Zeitschrift soll es heissen: „Luftseitiger Aufriss“ anstatt „Wassersseitiger Aufriss“.

³⁾ Siehe Engineering News. 1. April 1909.

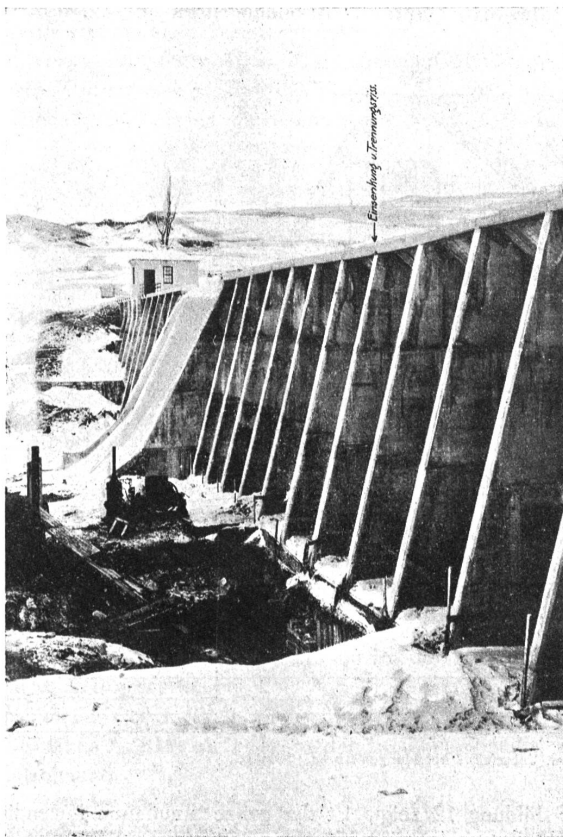


Abbildung 7. Pittsfield-Staudamm nach der Unterspülung, von der Luftseite gesehen.

drei benachbarten Pfeilerwänden und nur an der Unterseite der wasserseitigen Fundamentabschlussmauer (siehe Abbildung 6b) bildeten den Rest der Beschädigungen des hohlen Damms. Nach Erstellung einer nun auf die erforderliche Tiefe, das heisst bis auf den gewachsenen Fels reichenden Abschlußfundamentmauer, wurde der durchgebogene Staudamm mittels Schraubenwinden einfach auf seine frühere Höhe gehoben und unterfangen. Die Reparaturkosten des Staudammes selbst über der Fundamentabschlussmauer beliefen sich auf kaum 150 Franken.

Zu dem so durch das Verhalten des Ambursen'schen Staudammes bei Pittsfield in so anschaulicherweise demonstrierten Vorteil der grösseren Sicherheit armerter Betonstaudämme im allgemeinen, gegenüber massiven Sperrmauern und angeschütteten Däm-

men, dürfte in vielen Fällen noch die auf der Ambursen'schen Querschnittsform beruhende Überlegenheit gegenüber allen andern Querschnittsformen ganz besonders in Betracht fallen. Für Gegenden, wo infolge der geographischen Breite oder überdies beträchtlichen Höhenlage über Meer im Winter eine starke Eisbildung eintreten kann, bietet die verhältnismässig flache wasserseitige Böschung weit grössere Sicherheit gegen die bei den meisten bisher erbauten Staumauern nicht, bei einer grösseren Anzahl namentlich in der Schweiz projektierte Stauseen, aus den genannten Gründen aber sicherheitshalber vorzusehende Wirkung von Eisschub. Nach der gesamten vorhandenen neueren bis neuesten deutschen Fachliteratur ist bisher, mit Ausnahme einiger weniger zum Teil vom Verfasser dieser Zeilen in den letzten Jahren veranlassten Anordnungen¹⁾, diesem unter Umständen beträchtlich ins Gewicht fallenden Moment noch keine genügende Beachtung geschenkt worden. Durch den fortwährenden Wechsel von periodischer Kontraktion (besonders Nachts), Rissbildung und Füllung mit Wasser sowie Wiedereinfrieren der Spalten, als auch Expansion (besonders tagsüber bei Sonnenschein), der so stets an Flächenausdehnung zunehmenden Eisdecke kann auf eine wasserseitig lotrechte Mauerwandung ein, von der Elastizitäts- beziehungsweise Plastizitäts- bis Bruchgrenze des Eises abhängiger, und mit wachsender Dicke der Eisdecke stets zunehmender Schub ausgeübt werden. Auf Grund anderweitiger Messungen

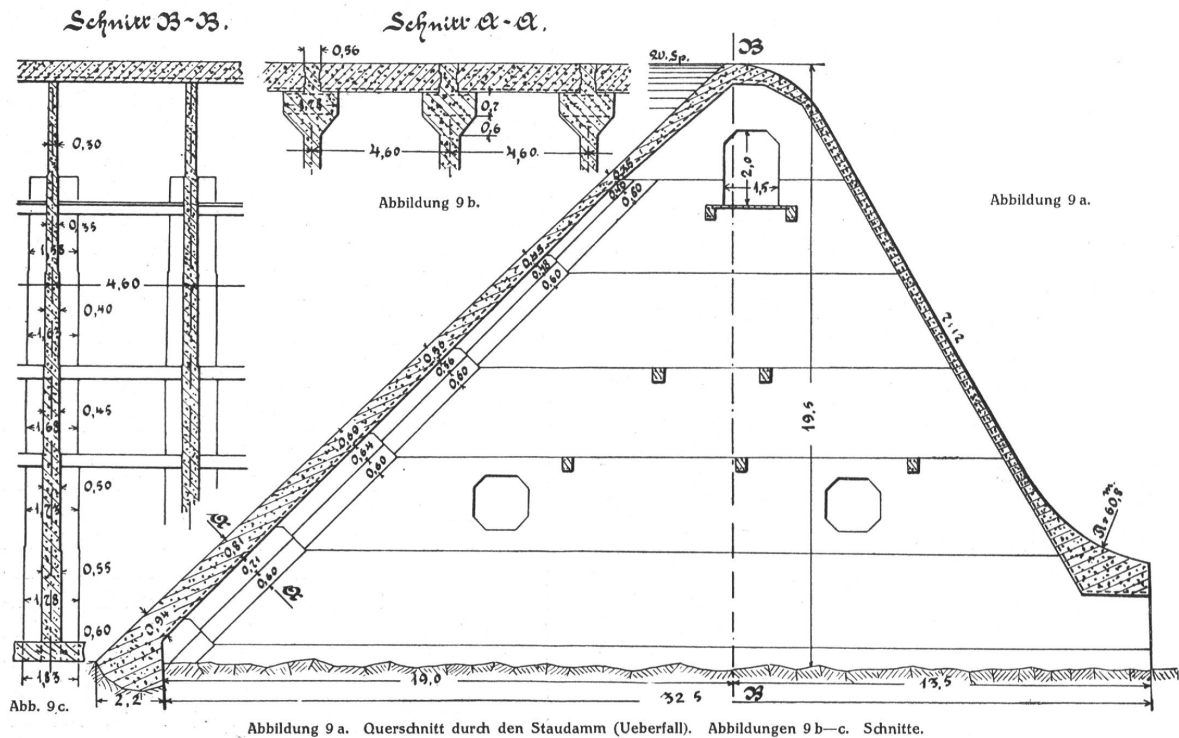


Abbildung 8. Pittsfield-Staudamm nach der Unterspülung, von der Wasserseite gesehen.

und Beobachtungen unter anderem an der Eisdecke

¹⁾ Modifiziertes Projekt des Verfassers für eine eisschub-sichere Staumauer auf dem Gebiet der Gemeinde Pontresina am Lago Bianco (Bernina).

Staudamm aus Eisenbeton mit Überfall bei Ellsworth (Maine). Abbildungen 9a—c—12.



des gefrorenen Zürichsees und der Engadinerseen dürfte in unseren Gebirgsregionen dieser Eisschub gegebenen Falles bis auf 40 bis 75 Tonnen per laufenden Meter Mauerkrone ansteigen. Je nach Höhenlage der Eisdecke kann dadurch eine Mindeststärke der Mauerkrone von 4 bis 6 Meter bedingt werden. Je flacher die wasserseitige Mauerfläche geböscht ist, in so geringerem Masse wird die Horizontalkomponente des Eisschubes zur Wirkung kommen, und um so eher kann eventuell ein gefahrloses Abschieben der Eisdecke über die Mauerkrone hinweg veranlasst, sowie eine luftseitige Verschiebung der Drucklinie im Mauerwerk abgemindert werden.

In Abbildungen 9a—c—12 ist sodann der im Jahre 1907 erbaute Ambursen'sche Staudamm bei Ellsworth¹⁾ (Maine) dargestellt. Er ist 19,5 m hoch und besitzt eine totale Kronenlänge von 152 m, wovon 84 m als Überfall ausgebildet sind. Schon 8½ Monate nach Beginn der Bauarbeiten (Erstellung der Fangdämme) war die ganze Anlage einschliesslich des Maschinenhauses betriebsbereit vollendet. Wie Ab-

bildung 12 zeigt, ist der ganze Staudamm inwendig begehrbar.

Die vorteilhafte Ausnutzung der Hohlräume eines als Überfallwehr ausgebildeten Staudammes ist sodann aus den Abbildungen 13a—b und 14 ersicht-

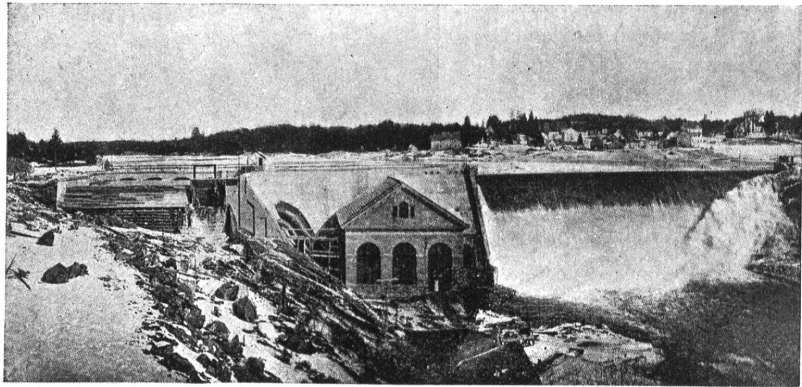


Abbildung 10. Gesamtansicht der Kraftanlage.

lich. Diese stellen einen Querschnitt, Längsschnitt und eine Innenansicht des in 1807 bei Patapsco¹⁾ (Maryland) unweit Baltimore erstellten Ambursen'schen Stauwehres dar. Dieses hat bei 8 m Höhe eine Kronenlänge von 67 m. Andere bereits in Angriff genommene grössere Stauanlagen sehen die Unterführung einer Strasse durch das Stauwehr, eine weitere sogar

¹⁾ Engineering News. 23. Mai 1907.

¹⁾ Engineering Record. 24. August 1907.

diejenige eines Verbindungsgeleises der auf beiden Ufern vorhandenen Eisenbahnliesen vor.

Aus Abbildungen 15a—b ist sodann Querschnitt nebst Grundrissdisposition des bereits zur Ausführung genehmigten und an die Ambursen Co. vergebenen

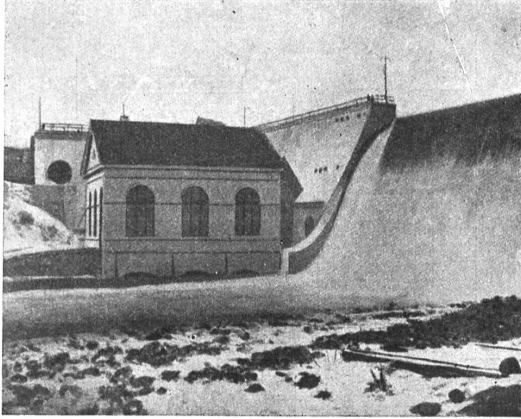


Abbildung 11. Maschinenhaus und Ueberfall.

Staudammes für die Kraftanlage der Portland Railway Light & Power Co. bei Estacada Oregon ersichtlich. Es hat sich dort als besonders vorteilhaft erwiesen, die ganze Kraftzentrale in den Staudamm selbst einzubauen.

Bei der Ausführung der Ambursen'schen Stauwehre und -Dämme ist als besonderer Vorteil hervor-

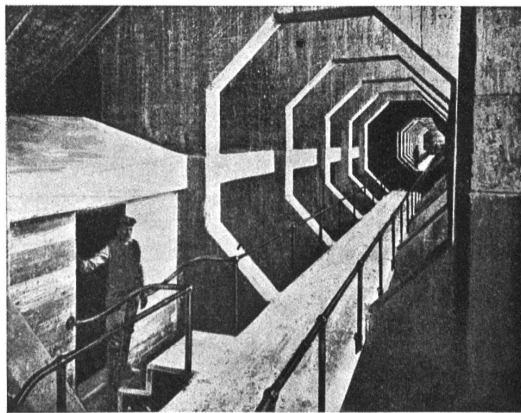


Abbildung 12. Innenraum des Staudammes.

zuheben, dass die Bewältigung des Wasserabflusses während des Aufbaues im Gegensatz zu anderen Anlagen, welche die Erstellung eines besonderen Umleitungskanals oder Stollens erfordern, sich äusserst einfach gestaltet.

In Abbildungen 16 und 17 sind zwei Baustadien des in Abbildung 18 vollendet und in Benutzung ersichtlichen, in 1905 bei Schuylerville¹⁾ (Newyork) auf seine ganze Länge innerlich begehbar erstellten Stau-

¹⁾ Engineering News. 27. April 1905.

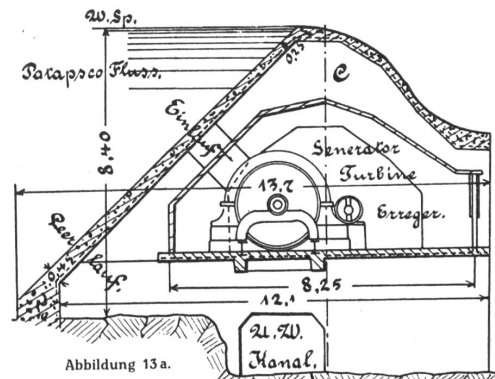


Abbildung 13a.

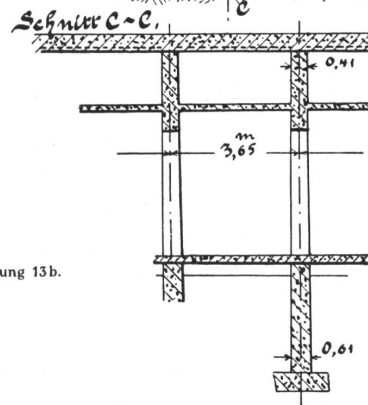


Abbildung 13b.

Abbildungen 13 a—b und 14. Querschnitt und Längsschnitt durch das Patapsco-Ueberfallwehr.

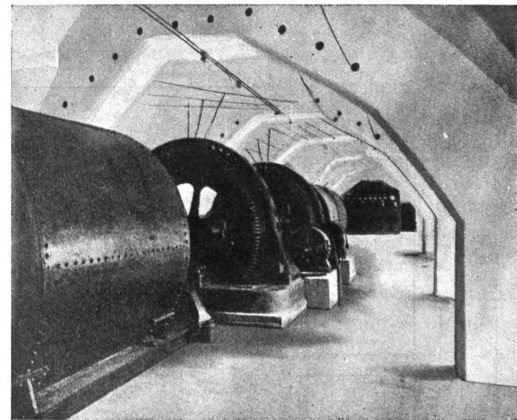


Abbildung 14. Kraftzentrale Patapsco im Ueberfallwehr.

wehres dargestellt. In Abbildung 18 ist im Vordergrund der Eingang zum Wehrkörper ersichtlich.

Zunächst wird innerhalb der von Fangdämmen umschlossenen Baugruben der ganze Unterbau des Wehres, einschliesslich des das ganze Fundament abdeckenden Betonbodens, sukzessive, je nach Breite und Wasserführung des Flusses in zwei oder mehreren Teilstücken, samt Aufbau der Zwischenpfeiler bis über gewöhnliches Hochwasserniveau erstellt (siehe Abbildung 16). Während das Wasser nun ungehindert zwischen einer Anzahl von Pfeilerwänden über dem Wehrboden

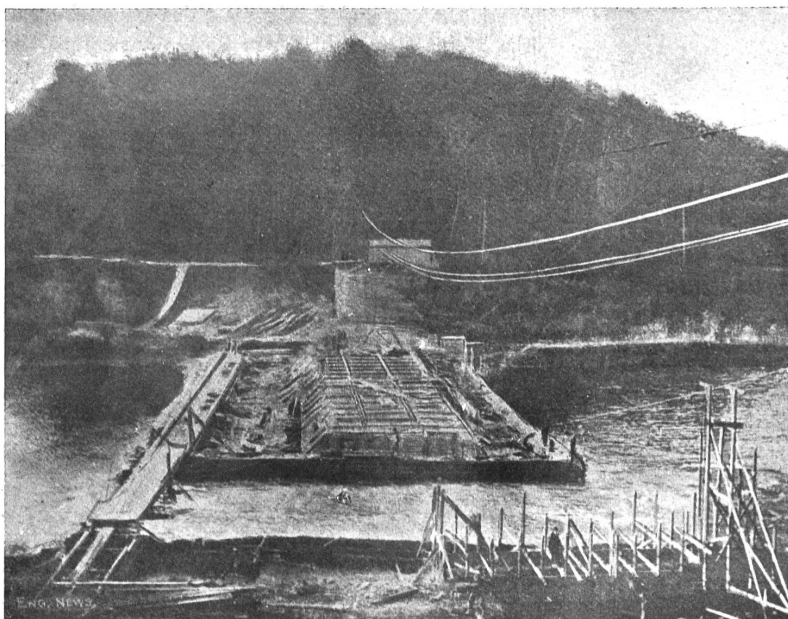


Abbildung 16. Stauwehr bei Schuylerville, früheres Baustadium.

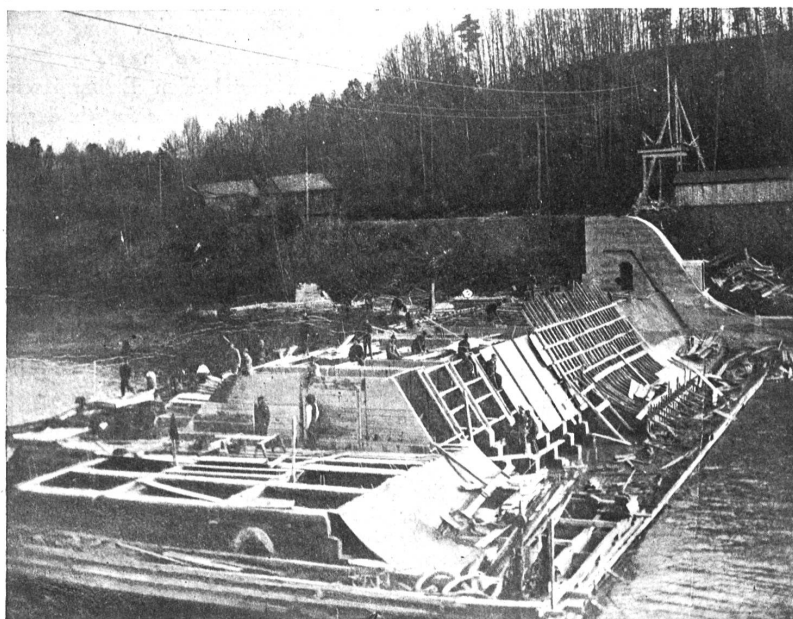


Abbildung 17. Stauwehr bei Schuylerville, späteres Baustadium.

abfließen kann, wird über diesem der sich von Pfeiler zu Pfeiler frei tragende hohle Wehrkörper fertig erstellt (siehe Abbildung 17). Die gegen das Wasser geneigte ober- und eventuell auch unterwasserseitige Abschluss-Deckplatte wird nur zwischen den übrigen Pfeilerwänden ganz bis auf den Wehrboden, dagegen hier nur vom Mittelwasser an aufwärts fortschreitend einbetoniert. Ist der ganze Wehrkörper vollendet, so wird der Abschluss der bisherigen Durchflussöffnungen zunächst nach der in Abbildungen 19a—b für Felsuntergrund

nämlich zu den vom Ingenieur oder technischen Berater des Bestellers und dem Unternehmer gemeinschaftlich genau zu kontrollierenden Selbstkosten, plus einer zum Voraus auf Grund des von diesen beiden Parteien anhand des vollständigen Bauprojektes sorgfältig geprüften und gegenseitig anerkannten detaillierten Kostenvoranschlages festgesetzten Verdienstsumme. Jede Über- oder Unterschreitung des Kostenvoranschlages fällt zu Lasten oder zugunsten des Bestellers. Der Kostenvoranschlag setzt sich gewöhnlich

und daher keinen Wehrboden erfordernd dargestellten Disposition mittels Dammbalken bewerkstelligt. Im Schutze dieser letzteren wird die bereitgehaltene Verschalung für die über diese Strecke vertikal angeordnete definitive Abschlusswand aus armiertem Beton eingesetzt und die letztere sofort einbetoniert, ehe das steigende Wasser die Oberkante des Dammbalken-Verschlusses erreicht hat (siehe Abbildung 19c). Um während des Betonierens und auch bis zur völligen Erhärtung dieser Teile der Abschlusswand jeden Wasserdruck zu vermeiden, werden an deren Sohle über dem Wehrboden Röhren eingesetzt, welche alles durch allfällige Undichtigkeiten des Dammbalken-Verschlusses eindringende Wasser schadlos durch das Wehr abführen. Nötigenfalls kann auf der Unterwasserseite ein gleicher Abschluss gemacht und das Wasser vom Innenraum des Dammes her abgepumpt werden. Ist die Abschlusswand völlig erhärtet, so lassen sich die Verschalungen und provisorischen Dammbalkenverschlüsse mit Leichtigkeit entfernen und die Entwässerungsröhre abschliessen.

Von weiterem Interesse für die praktische Ausführung sind die Bedingungen, unter welchen die Ambursen Co. die sämtlichen — über fünfzig — bisher von ihr erbauten und dreiundzwanzig weiteren ihr bis dato bereits in diesem Jahr zur Ausführung übertragenen Stau-Wehre und -Dämme von bis zu 91 m Höhe zu erstellen unternommen hat;

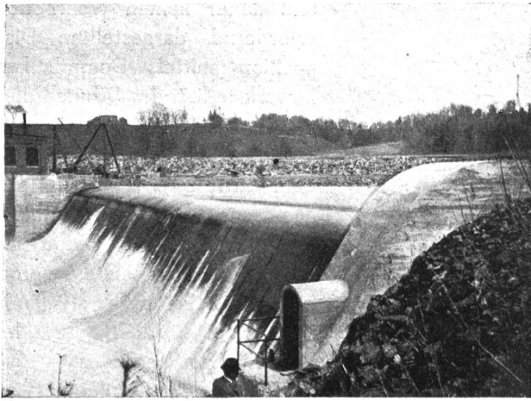


Abbildung 18. Stauwehr bei Schuylerville, vollendet.

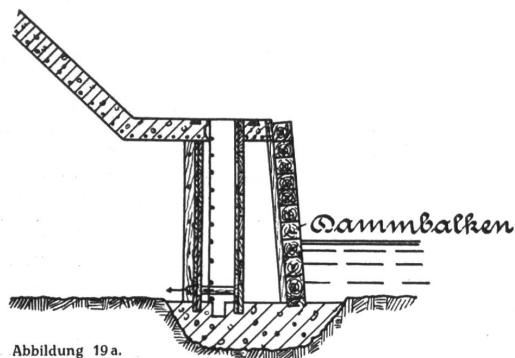


Abbildung 19 a.

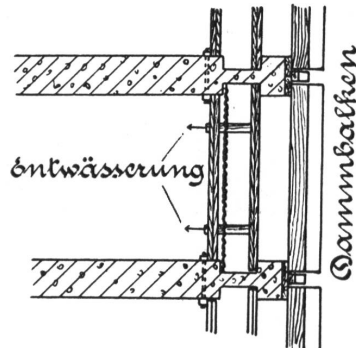


Abbildung 19 b.

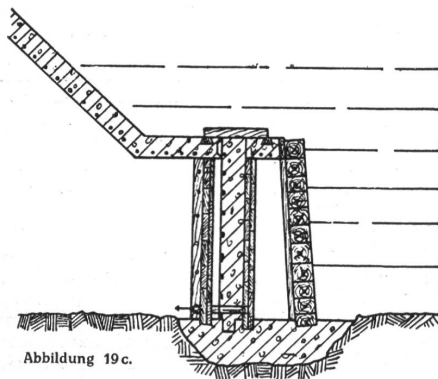


Abbildung 19 c.

Abbildungen 19 a—c. Abschluss der Wasserabflussöffnung.

je nach Umfang und Ausdehnung des Bauwerkes aus zirka 15 bis 50 verschiedenen Posten zusammen, für welche die während der Bauausführung erlaufenden Kosten sukzessive dem Baufortschritt entsprechend genau ermittelt und zum Vergleiche mit dem Voranschlag herangezogen werden. Es wird dadurch jede Versuchung des Unternehmers, der überdies für die Solidität des ganzen Bauwerkes die weitestgehenden Garantien übernimmt, wie sie im Falle eines unvorteilhaften Pauschalvertrages und Eintretens unvorhergesehener Schwierigkeiten nur allzuoft fühlbar wird, zum Nachteil des Bestellers an Qualität von Material und Arbeit zu sparen, oder, wie im Falle einer in bestimmten Prozentsätzen der wirklichen Baukosten festgesetzten Verdienstsomme, durch extravagante Ausführung oder unnütze Vergeudung von Material und Arbeit die Baukosten unnötigerweise in die Höhe zu treiben, vereitelt. Ausserdem ist so der gewissenhafte Unternehmer wie recht und billig auch des ihm oft in ganz ungerechtfertigter Weise überbundenen Risikos im Falle Eintretens von ihm nicht verschuldeter oder unmöglich vorausgesehener Schwierigkeiten enthoben. Im gegenteiligen Falle aber, bei allfällig die Erwartungen des Unternehmers sowie des Ingenieurs des Bestellers übertreffenden günstigeren Bauverhältnissen zieht der letztere in erster Linie den Vorteil aus den zu erzielenden Ersparnissen, ohne dass aber der Unternehmer eines Anteils daran verlustig ginge. Das Risiko des Unternehmers ist beschränkt auf eine geringere Verdienstsomme im prozentualen Verhältnis zu den Totalkosten im Falle einer wesentlichen, durch die unter den sich erweisenden Verhältnissen gerechten, an das Bauwerk zu stellenden Anforderungen bedingten Überschreitung des Kostenvoranschlages.

WASSERRECHT

Bernisches Wasserrecht. Wir entnehmen dem Verwaltungsbericht der Direktion der Bauten und Eisenbahnen des Kantons Bern folgende Ausführungen: „Die in der Hauptsache im Vorjahr erfolgten Anmeldungen und Bestätigungen von Wasserrechten haben noch die ersten Monate des Jahres 1909 in Anspruch genommen. Gegen die Entscheidung des Regierungsrates langten nur 15 Einsprachen ein, die alle ohne Prozess im Laufe des Jahres ihre Erledigung fanden. Damit ist eine Übersicht der Rechtsverhältnisse der vor dem Jahre 1907 errichteten Wasserwerke gewonnen und zugleich die Grundlage zu einer definitiven Ordnung, die durch den in Artikel 23 des Gesetzes vom 26. Mai 1907 vorgesehenen Wasserkataster geschaffen werden soll. Es wird noch im Laufe des Jahres 1910 möglich sein, den Entwurf eines Dekretes vorzulegen. Das Dekret über das Verfahren von Wasserwerkanlagen vom 21. September 1908 hat sich in der Praxis gut bewährt, nur scheint es in einzelnen Landesgegenden noch nicht genügend bekannt zu sein, weshalb ein Kreisschreiben an sämtliche Gemeindebehörden erlassen wurde.“

Von grösseren Wasserwerken, die im Laufe des Jahres 1909 in Betrieb gesetzt wurden, sind zu erwähnen: die Anlage der Jungfraubahn an der schwarzen Lüttschine