Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 77/78 (1921)

Heft: 3

Artikel: Das Chippawa-Queenston-Kraftwerk am Niagara der Hydro-Electric Power Commission of Ontario

Autor: Steiner, Ernst

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37293

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: 02.07.2025

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

INHALT: Das Chippawa-Queenston-Kraftwerk am Niagara. — Entwicklungsmöglichkeiten der elektrischen Vollbahnlokomotive. — Zur Reorganisation der S. B. B. — Wettbewerb der E.-G. Portland für Gussbeton-Häuser. — Miscellanea: Ueber die Finanzlage der Bundesbahnen. Kraftwerk im Wäggital. Schweizerischer Ferienkurs für staatswissenschaftliche Fortbildung. Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Der Nordostschweizerische Schiffahrtsverband. Die Baukosten in Schweden. Eidgenössische Technische Hochschule. — Nekrologie: F. Hennebique. C. Freytag. — Konkurrenzen: Wehrmänner-Denkmal im Kanton Zürich. Pfarrhaus und Kirchgemeindehaus in Straubenzell. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 78. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 3.

Das Chippawa-Queenston-Kraftwerk am Niagara
der Hydro-Electric Power Commission of Ontario.

Von Dr. Ing. *Ernst Steiner*, Solothurn.

Vorliegende Arbeit zerfällt in folgende Unterabschnitte: 1. Einleitung; 2. Organisation der Hydro-Electric Power Commission of Ontario; 3. Die Niagarafälle als Kraftquelle; 4. Das Ausführungsprojekt für das Chippawa-Queenston-Werk; 5. Organisation der örtlichen Bauleitung; 6. Die Bauarbeiten; 7. Bauinstallationen für die Welland Flussstrecke; 8. Bauinstallationen für den eigentlichen Kanal; 9. Brunnenbohrung; 10. Brücken; 11. Materialdeponien; 12. Steinbrecheranlage; 13. Elektrischer Betrieb der Bauinstallationen; 14. Druckluftanlage; 15. Hauptwerkstätte; 16. Transportbahn; 17. Arbeiterkolonien; 18. Arbeiterfragen und Löhne.

1. *Einleitung.*

Der Verfasser nachfolgender Abhandlung bereiste im Sommer 1919, und ein zweites Mal im Herbst 1920 einen grossen Teil der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika (U. S. A.) und Kanadas. In der dazwischen liegenden Zeit arbeitete er als Ingenieur an der Projektierung und auf dem Bau des Chippawa-Queenston-Werkes, einer Wasserkraft-Anlage der „Hydro-Electric Power Commission of Ontario", Kanada, am Niagara-Strom.

In den U. S. A. werden heute durch Wasserkraftanlagen über 6 Mill. PS erzeugt und weitere 25 Mill. PS sollen noch ausbauwürdig sein. Die Staaten am Atlantischen Ozean, sowie jene im Westen und die Nord-Zentralstaaten sind, entsprechend ihren topographischen Verhältnissen, reich an Wasserkräften. An der Spitze steht, mit 720 000 nutzbar gemachten PS, der Staat New-York, als Anteilhaber am Niagara-System; dann folgt Kalifornien mit 440 000 PS, hauptsächlich in Hochdruckanlagen.

In Kanada sind heute in 270 Wasserkraftanlagen 1,85 Mill. PS nutzbar gemacht. Ferner sind in den gut besiedelbaren Teilen weitere 5 Mill. PS ausbauwürdig; dazu kommen 10 Mill. PS, die in den nördlichen Teilen ausgebaut werden können. Die Provinz Ontario steht mit 860 000 nutzbar gemachten PS, als Anteilhaberin am Niagara-System, an der Spitze. Es folgen die Provinz Quebec (600 000 PS), mit dem St. Lawrence Strom und seinen Zuflüssen und das an Gebirgsflüssen reiche Britisch-Kolumbien (260 000 PS) [1].

Der Nord-Amerikaner liebt im allgemeinen die staatlichen Organisationen nicht [2]. So kommt es, dass in den U. S. A. fast alle Betriebe zur Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in Privatbesitz sind. Der Betrieb der Eisenbahnen der U. S. A. ging beim Eintritt der Union in den Weltkrieg, als eine Kriegsmassnahme, an den Staat über, um im Frühjahr 1920 wieder in Privatbesitz zurückzugehen, trotz den gewaltigen Gegenanstrengungen gewisser Teile der Bevölkerung, speziell der Arbeiterpartei. Die kanadischen Staatsbahnen arbeiten mit grossen Defiziten, während die noch einzige grosse Privatbahngesellschaft, die „Canadian Pacific Railway" im Jahre 1919 eine angemessene Dividende bezahlen konnte.

Im Gegensatz zu den Bahnen arbeiten in Kanada die staatlichen und kommunalen Unternehmen für die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie mit grossem Erfolge. Sie können mit den privaten Unternehmen durchaus konkurrieren, indem politische und regionale Beeinflussungen mit der Zeit ausgeschaltet worden sind und so die Organisation der Unternehmen nach rein kaufmännischen Grundsätzen erfolgen konnte. Die Provinz Ontario mit ihrer englischen Bevölkerung neigt zum Ausbau der Wasserkräfte durch den Staat; die Hydro-Electric Power Commission of Ontario (hinfort „Hydro" bezeichnet), ist daher ein Staatsbetrieb, dabei aber vielleicht das bestorganisierte Unternehmen dieser Art, nicht nur in Amerika. Sie ist zu einer Rieseninstitution angewachsen und zeigt uns, was eine kluge, tatkräftige Oberleitung und ein Beamtenstab, mit den grösstmöglichen Kompetenzen ausgestattet, zu leisten vermögen. Seit der Gründung der „Hydro" hat ein lebhafter Wettbewerb zwischen ihr und grossen privaten Unternehmen für Krafterzeugung und -Verteilung eingesetzt. In der Tat steht die „Hydro" bedeutend günstiger da, als die Privatgesellschaften [1].

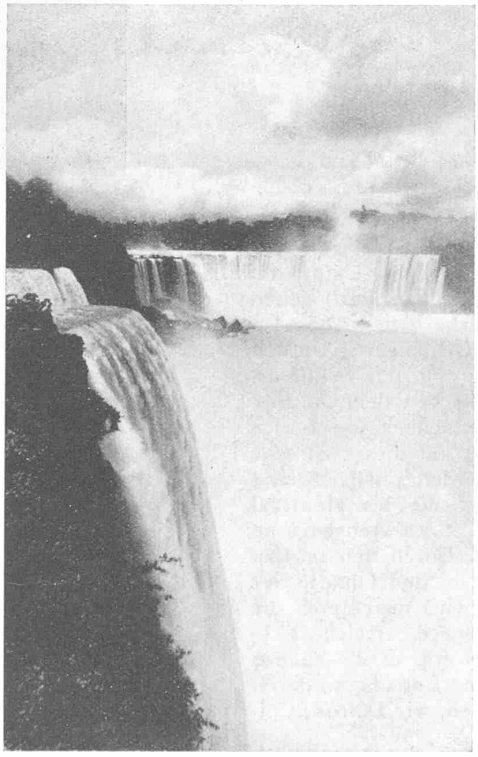

Abb. 4. Die Niagarafälle vom amerikan. Ufer aus.

Die Provinz Ontario umfasst ein Gebiet von rund 1 000 000 km² und hat rund drei Mill. Einwohner. Die ersten Anregungen für eine einheitliche Ausnützung der Wasserkräfte durch den Staat reichen etwa 20 Jahre zurück. Auf Verlangen des Volkes ernannte die Regierung der Provinz im Jahre 1906 eine dreigliedrige Kommission für das Studium der Wasserkraftverhältnisse. An deren Spitze steht seit jener Zeit der Pionier für die staatliche Wasserkraftausnutzung, Sir *Adam Beck*, London, Ontario. Diese Kommission ernennt einen Chef-Ingenieur, als einzigen ihr verantwortlichen technischen Beamten. Heute zählt die „Hydro" einige Tausend ständige technische und kaufmännische Beamte und Angestellte. Sie erzeugt in einer grossen und elf mittlern und kleinen Anlagen über 300 000 PS und verteilt sie in der Provinz. Der Schwerpunkt ihrer Kraftquellen liegt im Gebiete der Niagarafälle, wo in einer ihrer Anlagen, der Ontario Power Co.-Anlage (O. P. Co.), allein rund 200 000 PS erzeugt werden. Grosse Verdienste hat sich die „Hydro" erworben um die Normalisierung aller Bedarfsartikel der elektrischen Industrie; ein weiteres Feld ihrer Betätigung ist die Elektrifizierung von Dampfbahnen, sowie Bau und Betrieb neuer elektrischer Bahnen.

[1]) Vergl. «Schweiz. Wasserwirtschaft», Juni bis Oktober 1920.

[2]) Die folgenden Ausführungen gewinnen besonderes Interesse im Hinblick auf unsere, hierin nicht unähnlichen schweizerischen Verhältnisse. *Red.*

[1]) Siehe: «Electric Generation und Distribution in Canada». Commission of Conservation, Ottawa 1918.

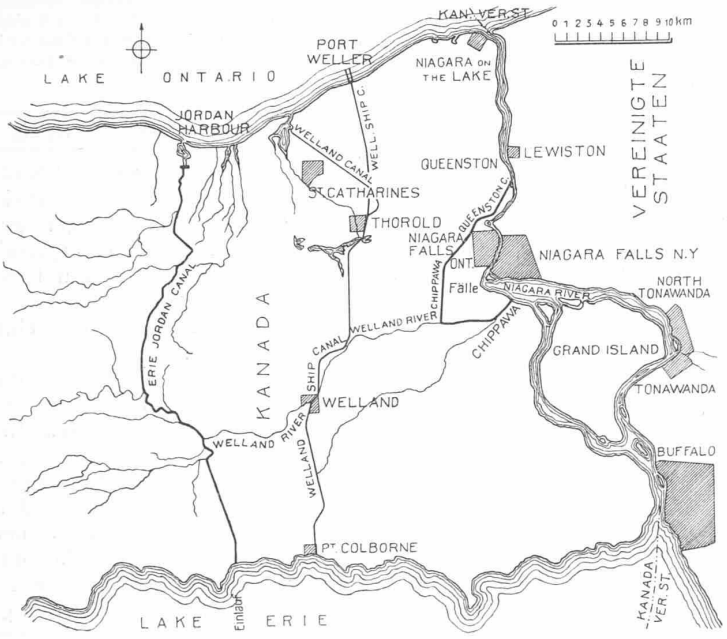

Abb. 1. Uebersichtskarte des Niagarastromes zwischen Erie- und Ontario-See mit den kanadischen Kanälen „Welland Canal" und „Welland Ship-Canal", „Chippawa-Queenston" und (proj.) „Erie-Jordan-Canal". — 1 : 600 000.

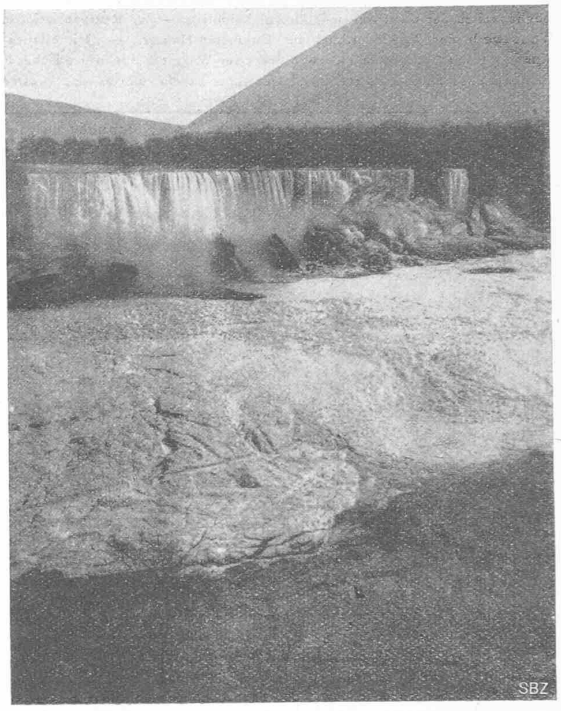

Abb. 5. Eistransport über den winterlichen Niagarafall.

Ausser dem nachfolgend beschriebenen Chippawa-Queenston-Werk (500 000 PS, 24-stünd., ganzjähr.) gehen der Bauvollendung entgegen zwei Werke von 75 000 PS und 3600 PS, im Norden der Provinz. Gegenwärtig werden Projekte bearbeitet, die in Verbindung mit der Schiffbarmachung des St. Lawrence-Stromes zwischen dem Ontario-See und Montréal für die Provinz Ontario über 500 000 PS nutzbar machen sollen; ebensoviel soll auf dieser Strecke für den Staat New-York gewonnen werden [1]). Gleichzeitig wird dadurch den Meerschiffen, die heute bis Montréal hinauffahren, ermöglicht werden, den St. Lawrence-Strom hinauf in den Ontario-See zu gelangen. Durch den im Bau befindlichen neuen, bei Port Weller in den Ontario-See ausmündenden „Welland Ship-Canal", wird quer durch die kanadische Niagarahalbinsel, der Erie-See erreicht (Abbildung 1). Von hier aus ist die Fahrt frei in die andern grossen Seen zwischen den U. S. A. und Kanada, an deren Ufern bedeutende Industriezentren liegen, wie Detroit, Chicago, Milwaukee u. a. m.

[1]) Vgl. «S. B. Z.», Bd. LXXIII, Seite 284 (vom 14. Juni 1919).

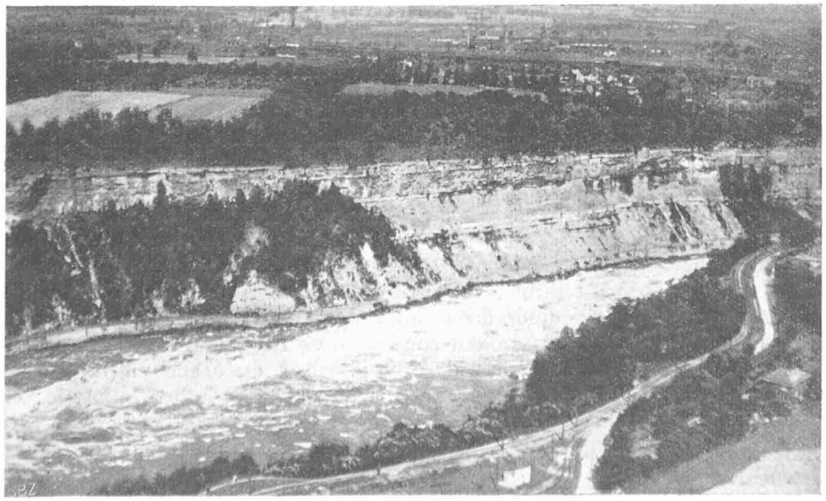

Abb. 6. Die Schlucht unterhalb der Fälle, vom kanadischen Ufer aus.

2. Organisation der „Hydro".

Die „Hydro" ist wie nachfolgend angegeben in Departemente gegliedert.

1. Rechts-Dep.
   - Sekretariat
   - Abtlg. für Rechtsangelegenheiten
   - „ „ Expropriationen
   - „ „ Versicherungen
2. Ingenieur-Dep.
   - Hydraulische Abteilung
   - Elektrische und allgemeine Abtlg.
   - Abtlg. für die Gemeindenetze
   - Versuchs-Laboratorium
   - Einkaufs-Abteilung
   - Eisenbahn-Abteilung
   - Betriebs-Abteilung
   - Abteilung für Kostenberechnung
3. Buchhaltungs-Departement.
4. Inspektions-Departement.

Alle vier Departemente sind im Hauptverwaltungsgebäude in Toronto untergebracht.

Jede Gemeinde in der ganzen Provinz kann durch das Sekretariat der „Hydro" ein Begehren für Kraftlieferung stellen. Die Kommission beauftragt die verschiedenen Abteilungen des Ingenieur-Departementes mit der Ausarbeitung der Pläne und Kostenberechnungen, die der betreffenden Gemeinde vorgelegt werden. Entschliesst sich diese durch Volksabstimmung, mit der „Hydro" in ein Vertragsverhältnis zu treten, so erfolgt die Anhandnahme der nötigen Finanzierung und der Bauarbeiten.

Das Versuchslaboratorium besorgt alle Materialprüfungen; neben den elektrischen Ausrüstungen werden auch Zemente, Oele usw. untersucht. Es werden Leitsätze aufgestellt, an die sich die Lieferanten halten müssen. In der ganzen Provinz darf kein elektrisches Bedarfs-Material verkauft werden, für das nicht die Genehmigung der „Hydro" eingeholt worden ist.

Das Chippawa-Queenston-Kraftwerk Niagara.

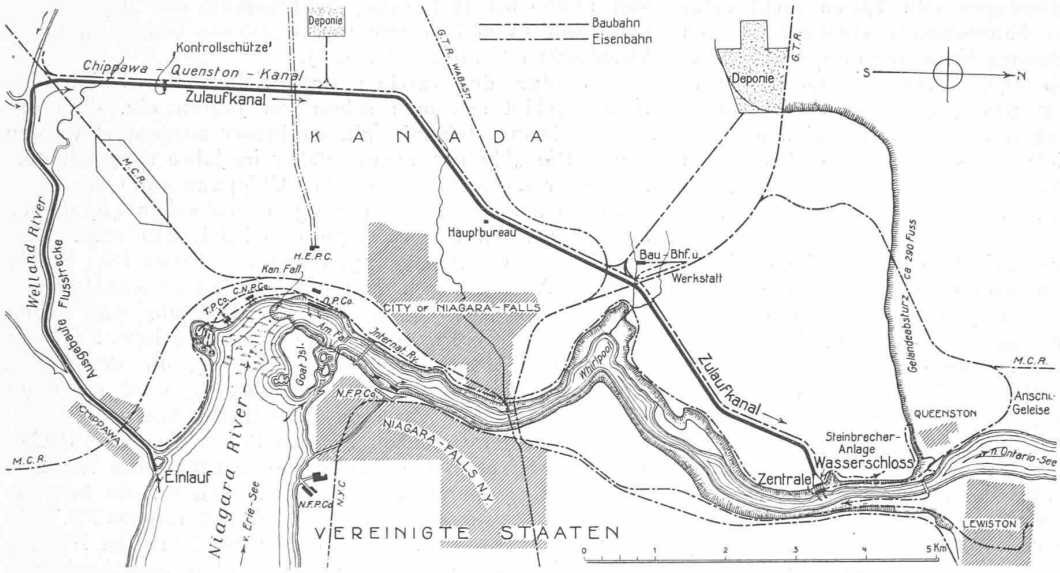

Abb. 2. Uebersichtsplan der Niagara-Stufe mit den verschiedenen Kraftwerken. — Masstab 1 : 100 000.

Die Einkaufsabteilung besorgt sowohl alle Einkäufe für die „Hydro" selbst, wie in grossen Posten auch für die Vertragsgemeinden. Die Betriebsabteilung beaufsichtigt den Betrieb der Wasserkraftanlagen, Transformerstationen und Uebertragungsleitungen. Ein viele hundert km langes, privates Telephonnetz verbindet die Zentralen mit den Transformatoren- und Verteilungstationen und mit dem Hauptverwaltungsgebäude in Toronto. Die Abteilung für Kostenberechnungen ermittelt die Gebühren, die die Gemeinden der „Hydro" und die Einzelabonnenten den Gemeinden zu bezahlen haben. Sie macht auch die Kostenaufstellungen für die Neubauten.

Das Buchhaltungsdepartement besorgt neben der Buchhaltung der „Hydro" auch die Aufsicht über die nach dem System der „Hydro" vereinheitlichte Buchhaltung der Funktionäre in den Anschluss-Gemeinden; es ist dadurch eine direkte Vergleichsmöglichkeit geschaffen. Durch monatliche Buchhaltungsrapporte und vierteljährliche Betriebsrapporte bleibt die „Hydro" ständig auf dem Laufenden. Es wird ihr ermöglicht, eine richtige Verteilung der Kapitalaufwendungen und der allgemeinen Betriebsausgaben vorzunehmen. Die Buchhaltung der „Hydro" selbst wird von einem unabhängigen, von der Provinzialregierung bestimmten Beamten überprüft. In den Jahresberichten der Gesellschaft finden wir, neben den baulichen und hydrometrischen Angaben, ausführliche Aufstellungen betreffend die Buchhaltung.

Die „Hydro" liefert die Energie zum Selbstkostenpreis. Weder sie noch die Gemeinden dürfen einen Gewinn auszahlen. Einnahme-Ueberschüsse werden für Verbesserungen der Anlagen verwendet oder sie fliessen in Form verbilligter Energie wieder an die Abonnenten zurück. Unter Selbstkosten verstehen wir die Betriebskosten, die Aufwendungen für Abschreibungen usw., die nötig sind, um das Unternehmen auf seiner gesunden finanziellen Basis und betriebsfähig zu erhalten. Die Baukapitalien werden durch die Provinzialregierung beschafft und garantiert.

3. Die Niagarafälle als Kraftquelle.

Der Niagarastrom fliesst vom Erie-See in den Ontario-See; er bildet die Grenze zwischen dem Staate New-York der U.S.A. und der kanadischen Provinz Ontario. Seine Länge beträgt 58 km, wovon 34 km vom Erie-See aus und 12 km gegen den Ontario-See schiffbar sind (Abb. 1). In der 12 km langen Zwischenstrecke liegen die Fälle und die Stromschnellen oberhalb und unterhalb derselben. Goat Island, die Ziegen-Insel, trennt den amerikanischen Fall vom kanadischen oder Horse-Shoe-Fall (Hufeisen-Fall, Abb. 2 bis 4).

Da der Niagarastrom den Abfluss eines Gebietes von 660 000 km² bildet, wovon 227000 km² Seeoberfläche sind, ist seine Wasserführung sehr ausgeglichen. Seit 60 Jahren durchgeführte Wassermessungen ergaben bei einer maximalen Abflussmenge von 11 300 m³/sek und einem Minimum von 3130 m³/sek ein Mittel von etwa 6000 m³/sek; hievon stürzen etwa 95 % über den kanadischen Fall hinunter. Die extremen Wassermengen sind sehr selten und dann nur von kurzer Dauer; die Wasserspiegelhöhe des Erie-Sees schwankt das ganze Jahr hindurch um etwa 50 cm.

Vom Erie-See zum Ontario-See beträgt das Gefälle 100 m, wovon auf die 46 km lange schiffbare Stromstrecke nur rund 4 m entfallen. Die 2 km langen Stromschnellen oberhalb der Fälle haben 15 m Gefälle. Der amerikanische Fall hat eine Höhe von 50 m, der kanadische Fall eine solche von 48 m. Direkt unterhalb der Fälle folgt eine 4 km lange ruhigere Strecke und darauf die untern Stromschnellen, die sogenannten „Whirlpool", 6 km lang und mit einem Gefälle von 30 m.

Um die Jahrhundertwende hat man begonnen, einen Teil der dem hinunterstürzenden Wasser der Niagarafälle innewohnenden Kraft in modernen Wasserkraftanlagen nutzbar zu machen. Heute sind auf beiden Ufern des Niagara zusammen über 800 000 PS ausgebaut. Es ist nicht verwunderlich, dass der Bau von Kraftwerken sich gerade hier so rasch entwickelte, da doch auf eine Stromlänge von etwa 12 km über 7,5 Millionen PS ausgenützt werden könnten.

Abb. 3. Fliegerbild der Niagarafälle vom kanadischen Ufer aus.

Im Jahre 1910 kam zwischen den U. S. A. und Kanada ein Vertrag zustande, wonach in bestehenden und noch zu bauenden Wasserkraftanlagen den Fällen nicht mehr als etwa ein Viertel des Mittelwassers entzogen werden darf, d. h. auf der kanadischen Seite 1030 m³/sek, auf der amerikanischen Seite 570 m³/sek. Die Verschiedenheit in diesen Zahlen rührt u. a. daher, dass die U. S. A. dem Einzugsgebiet zur Speisung von Schiffahrtskanälen aus den Seen mehr Wasser entziehen, als Kanada. In den beiden Ländern machen sich übrigens Bestrebungen geltend für eine Neuregelung im Sinne vermehrter Ausnützung bezw. Wasserableitung.

Alle heute bestehenden Kraftanlagen sind so gebaut, dass das Gefälle der untern Stromschnellen nicht ausgenützt wird. Nach dem Vertrage von 1910 hat eine internationale Kommission die Wassermenge zu bestimmen, die den untern Stromschnellen entzogen werden darf. Mit der im Bau befindlichen kanadischen Anlage, dem nachfolgend beschriebenen Chippawa-Queenston Werk der „Hydro", ist der Anfang gemacht worden, das ganze Gefälle des Niagarastromes auszunützen. Auch für die amerikanische Seite bestehen baureife Projekte zur Ausnutzung des Gefälles nicht nur der Fälle, wie bei den bestehenden Anlagen, sondern auch desjenigen der Whirlpool-Stromschnellen.

Der Entzug von rund 1/4 des Mittelwassers wie er heute erfolgt, macht sich auch beim tiefsten Niederwasser weder bei den Fällen noch bei den Stromschnellen bemerkbar. Wieviel Wasser dürfte wohl diesen Naturwundern entzogen werden, ohne sie zu zerstören oder nur allzusehr zu beeinträchtigen? Jedenfalls muss so viel Wasser im Strombett verbleiben, dass die grossen Mengen Treibeis aus dem Erie-See über die Fälle und durch die Stromschnellen abgeschwemmt werden (vergl. Abb. 5).

Trotz der viel grösseren Wassermenge, die über den kanadischen Fall hinunterstürzt, ist der amerikanische Fall schöner und interessanter. Eine Wasserstaub-Wolke verhüllt den inneren Teil des kanadischen Falles, sodass ein grosser Teil des Wassers keinen Anteil an der Gesamtwirkung der Fälle hat. Amerikanische Ingenieure schlagen vor, von „Goat Island" gegen das kanadische Ufer ein überflutetes Wehr zu erstellen. Bei einer beträchtlichen weitern Verminderung der Wassermenge des kanadischen Falles würde eine gleichmässigere Verteilung des verbleibenden Wassers, auf den kanadischen und den amerikanischen Fall, erfolgen. So könnten den Fällen auch beim niedrigsten Wasserstand vielleicht 1000 m³/sek mehr entzogen werden, als es heute geschieht, ohne Schaden für die Fälle als Naturwunder. Sogar Pläne für eine vollständige Trockenlegung der Fälle, fast das ganze Jahr hindurch, haben bei amerikanischen Industriellen grossen Anklang gefunden. Hoffen wir, dass man nicht allzuweit geht, denn der Nordosten des amerikanischen Kontinentes ist ohnehin nicht allzu reich an Naturschönheiten.

Im Zusammenhang mit der Energieversorgung der sogenannten „Super Power Zone", einem Gebiete zwischen Boston und Washington, kommt das Niagara-System, mit dem Erie-See als Reservoir und entsprechenden Regulieranlagen bei Buffalo (Fig. 1), als Spitzensystem in Betracht. Es ist in diesem Projekt ein Uebertragungsnetz von 250 000 Volt Spannung vorgesehen.

Beim Studium der verschiedenen Möglichkeiten für eine weitere Ableitung von Wasser aus dem Niagarastrom, kommen drei verschiedene Ausführungsmöglichkeiten in Betracht: offener Oberwasser-Kanal, der Oberwasser-Druckstollen und der Unterwasserstollen. In neuen Projekten für die amerikanische Seite und bei dem Chippawa-Queenston-Werk hat man den offenen Oberwasserkanal gewählt.

Bei den im Betrieb stehenden Niagarakraftanlagen wird das Gesamt-Gefälle von 100 m, zwischen Erie-See und Ontario-See, schlecht ausgenützt. Die grosse Zentrale der Niagara Falls Hydraulic Power Co. (N. F. P. Co.) (250 000 PS; 13 Einheiten von je 10 000 PS und horizontaler Welle, drei Einheiten von je 35 000 PS und vertikaler Welle, alles Francisturbinen), hat mit 64 m das grösste Gefälle auf der amerikanischen Seite. Die Ontario Power Co. Anlage (200 000 PS; 16 Einheiten, Francisturbinen von 11 800 bis 18 500 PS), die Eigentum der „Hydro" ist, nützt mit 55 m Druckhöhe das grösste Gefälle auf der kanadischen Seite aus (Abb. 2).

Infolge der raschen industriellen Entwicklung im Niagaragebiet sah man schon vor Jahren ein, dass das zur Verfügung stehende Wasser besser ausgenützt werden muss. Die „Hydro" begann daher im Jahre 1917 mit dem Bau einer Kanalanlage zwischen Chippawa und Queenston, die bei einer Druckhöhe von 93 m einstweilen 425 m³/sek nutzbar machen und rund 500 000 PS liefern wird. (Ontario Power Co. Anlage: 320 m³/sek, 200 000 PS.) Später soll die Anlage durch Erstellen von Parallelkanälen verdreifacht werden; die nötigen Landankäufe sind schon erfolgt. Die „Hydro" ist in Unterhandlung betr. Kauf der Anlage der Toronto Power Co. (T. P. Co.), die den Fällen für 150 000 PS 290 m³/sek entzieht; so wird sie dann Eigentümerin einer Wassermenge von etwa 800 m³/sek sein. Die Anlage der Canadian Niagara Power Co. (C. N. P. Co.) wird alsdann noch die einzige grosse kanadische Niagara-Anlage sein, die nicht der „Hydro" gehört; sie hat das Recht, 230 m³/sek abzuleiten und erzeugt 120 000 PS. Die Anlage der Toronto Power Co. und die Canadian Niagara Power Co.-Anlage haben mit zwei alten amerikanischen Niagarakraftwerken (zusammen 60 000 PS) die Eigentümlichkeit, dass die Turbinen in tiefen, im Felsen eingeschnittenen Schächten sitzen. Die Generatoren sind auf der Höhe der Erdoberfläche und mit rd. 45 m langen, vertikalen Wellen mit den Turbinen direkt gekuppelt. Die Turbinen dieser Anlagen sind grösstenteils Schweizerfabrikat.[1])

In den letzten 20 Jahren sind für die kanadische Seite verschiedene Projekte für eine bestmögliche Ausnützung des ganzen Niagaragefälles zur Ausführung vorgeschlagen worden. Naheliegend war die Durchquerung der Niagara-Halbinsel an der schmalsten Stelle, ganz unabhängig vom Niagarastrom und parallel zum neuen „Welland Ship Canal" (Abb. 1). Bei diesem sogenannten „Erie-Jordan-Canal"-Projekt müsste ein 39 km langer Kanal gebaut werden, wovon auf 7 km bestehende Flussläufe mitbenutzt werden könnten. Die topographischen Verhältnisse verlangen indessen sehr lange Druckleitungen. Trotzdem das „Chippawa-Queenston" Projekt einen nur halb so langen Kanal aufweist, wie das „Erie-Jordan" Projekt, ist doch die Nettodruckhöhe in Queenston 1,8 m grösser als jene bei „Jordan-Harbour" erzielbare. (Forts. folgt.)

Entwicklungsmöglichkeiten der elektrischen Vollbahnlokomotive.

Von Dr.-Ing. *Egon E. Seefehlner*, Wien.

(Schluss von Seite 18.)

Die Nutzanwendung der Eigenschaften dieses Modells führt zur einseitigen Anordnung des *aus zwei um 90° gegeneinander versetzten Kurbeln und Stangen bestehenden Kurbelgetriebes* (Abb. 10). Die Masse des Ankerkörpers befindet sich ausserhalb des Getriebes, die *Energie fliesst einseitig stetig ab.* Im Hinblick auf den Wert der sparsamen Baustoffwirtschaft wird man die Zahnradübersetzung nicht entbehren wollen. Es wird demgemäss die Ankerwelle mit einer Zahnradwelle verbunden, die über eine das grosse Zahnrad tragende Blindwelle die Kuppelachsen antreibt.

Das Kurbelgetriebe dieser Bauart ist in dem Sinne massenfrei, als unstetige Kräfte nicht zur Masse gelangen können. Man kann es daher unbedenklich mit einer relativ hohen Drehzahl laufen lassen. Die Verbindung des Kurbelgetriebes mit der Zahnradübersetzung befreit von der beengenden Geometrie der letzteren; schliesslich kann die Verbindung der im Rahmen festgelagerten Triebwelle mit den gefedert geführten Kuppelachsen in einer Ebene erfolgen. Kurz, jedes Element im Gefüge der Kraftübertragung

[1]) Eingehend beschrieben in «S. B. Z.» Band XXXIX, Seite 6 (15. Februar 1902) und Band XLIII, Seite 6 (2. Januar 1904).