

# Schweizer Technologie und Know-how für ein neues Wasserkraftwerk in Kanada

Autor(en): **Meier, J. / Jacquet, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **77 (1986)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904202>

## **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.

# Schweizer Technologie und Know-how für ein neues Wasserkraftwerk in Kanada

J. Meier und B. Jacquet

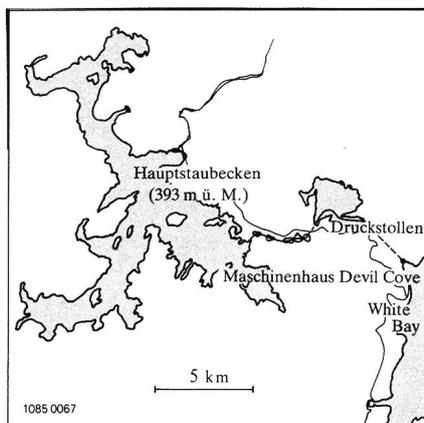
**Seit einem Jahr ist im Norden Neufundlands (Kanada) das 127-MW-Wasserkraftwerk Cat Arm in Betrieb. Die beiden Peltonturbinen für eine Bruttofallhöhe von 386,5 m mit elektrohydraulischen Reglern und Kugelschiebern stammen aus der Schweiz. Die erschwerten Betriebsbedingungen stellen besondere Anforderungen an Auslegung und Bau der Anlagen.**

**La centrale hydraulique «Cat Arm» (127 MW) installée au nord de Terre-Neuve (Canada) est depuis une année en service. Les deux turbines Pelton pour une chute brute de 386,5 m avec des régulateurs électrohydrauliques et des vannes sphériques proviennent de Suisse. Les difficiles conditions d'exploitation ont posé des exigences particulières quant au dimensionnement et à la construction des installations.**

## 1. Kraftwerkstandort mit schwierigen Betriebsbedingungen

Die Anlage Cat Arm liegt im nördlichen Teil Neufundlands an der White Bay (Fig. 1). Die Wasserführung des Cat Arm River ist durch eine Reihe von Dämmen vergrößert und durch einen Hauptdamm mit Hochwasserüberlauf im Fluss gestaut worden. Das Wasser wird durch Kanäle und Tunnels zum Maschinenhaus bei Devil Cove abgezweigt und durch einen Auslauf in eine Bucht der White Bay abgeleitet (Fig. 1).

Das Kraftwerk liegt in einer zerklüfteten und besonders rauhen Gegend, in der während des Winters der Zugang zum Kraftwerk sehr schwierig sein kann und wo die Temperaturen bis auf  $-40^{\circ}\text{C}$  fallen können. Ausserdem musste durch die Nähe zum Meer der Gestaltung des Auslaufs besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, damit die Wellen nicht in ihn eindringen können.



**Fig. 1** Die Anlage «Cat Arm» liegt auf einem Plateau der Long Range Mountains auf der grossen Nordhalbinsel Neufundlands (Kanada). Mit 127 MW installierter Leistung werden für das Inselstromnetz von Neufundland jährlich 700 GWh elektrischer Energie erzeugt. Damit können jährlich 1,1 Mio Barrel Öl substituiert werden

Die Turbogeneratorgruppen werden von der mehr als 200 km entfernten Hauptschaltzentrale von New Foundland and Labrador Hydro in Bay d'Espoir über eine UKW-Verbindung oder vom Kommandoraum in Cat Arm aus gesteuert. Die Gruppen sind an das bestehende Stromnetz angeschlossen und arbeiten zusammen sowie mit anderen Generatorgruppen des Systems im Parallelbetrieb. Das Stromnetz kann so getrennt werden, dass das Kraftwerk isoliert von anderen Werken arbeitet, aber weiterhin eine Teillast trägt. Das Kraftwerk wird als Grundlaststation betrieben. Man erwartet aber, dass es später zur Deckung von Spitzenlasten dienen wird. Die Generatorgruppen werden auch im Phasenschieberbetrieb eingesetzt.

Trotz dieser ungünstigen und erschwerten Betriebsbedingungen arbeitet das Kraftwerk ohne Bedienungspersonal.

## 2. Hydraulische Auslegung

Die hydrologischen Daten der Cat-Arm-Anlage würden auch Francisturbinen zulassen. Peltonturbinen bringen jedoch gegenüber Francisturbinen grosse Vorteile:

- **Kostenersparnis:** Francisturbinen hätten kompliziertere Kofferdämme und zusätzliche Aushubarbeiten von  $40\,000\text{ m}^3$  - vor allem im Fels - für das Maschinenhaus erfordert. Für eine vergleichbare Drehzahlregelung ist bei Francisturbinen ein Wasserschloss nötig.
- **Betrieb:** Vertikale Mehrdüsenturbinen können problemlos bis auf etwa 5% Leistung herunter betrieben werden und eignen sich gut für Spitzenlastbetrieb mit schnellen Starts und Abschaltungen ohne Wasserschloss. Der Korrosion durch Meerwasser ausgesetzte Francisturbinen erfordern einen komplizierten

### Adressen der Autoren

Jürg Meier, Sulzer-Escher Wyss AG, 8023 Zürich,  
Bernard Jacquet, Dominion Bridge-Sulzer Inc.,  
Montreal, Kanada

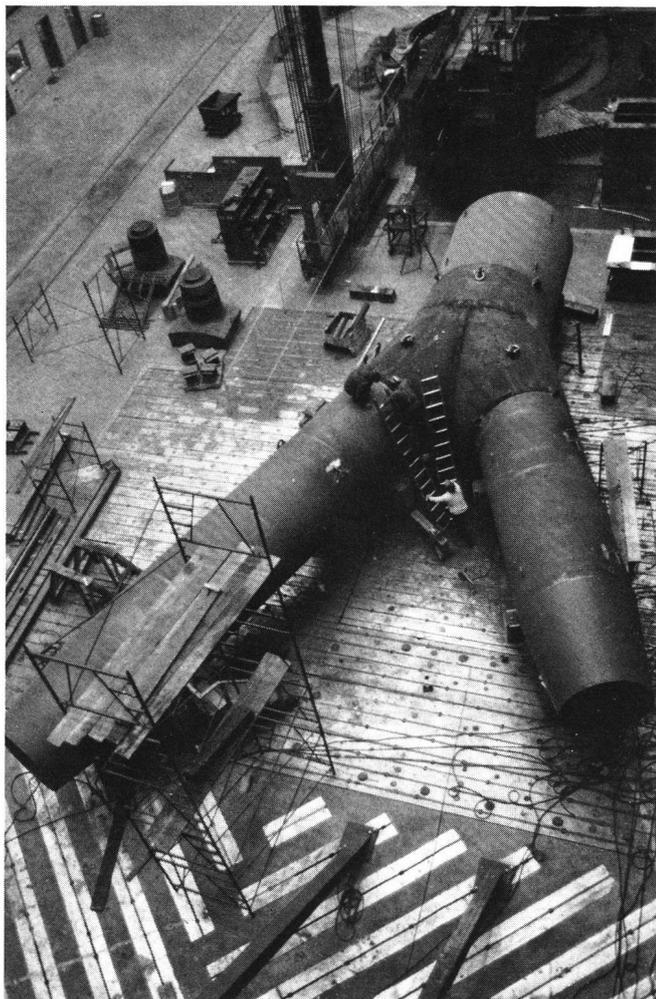


Fig. 2  
Werkmontage des  
Druckleitungsabzwei-  
gers bei Dominion  
Bridge-Sulzer, Lachine,  
Kanada

der Auswirkungen von Meereswellen im Auslaufkanal zu optimieren. Für die Schachtwände wurde ein Auffangsystem für Kühlfrischwasser entwickelt.

Die Ergebnisse der umfassenden Modellversuche für Anlagenteile wurden von der hohen Zuverlässigkeit und dem hohen Wirkungsgrad bei allen komplizierten Betriebsarten der Cat-Arm-Anlage bestätigt.

### 3. Mechanische Auslegung

#### 3.1 Kugelschieber

Zwei direkt vor den Turbinen eingebaute Kugelschieber ermöglichen eine Schnellabschaltung bei voller Wasserführung.

Daten:	
Nenn Durchmesser	1500 mm
Nenn durchflussmenge	20,3 m <sup>3</sup> /s
Konstruktionsdruck	4,8 MPa
Prüfdruck	7,8 MPa

Die Schieber sind mit Dichtringen aus nichtrostendem Stahl für die Haupt- und Unterhaltsdichtungen ausgestattet. Das Gehäuse besteht aus einem Gussstück mit parallel zur Längsachse liegenden Trennflanschen. Der Drehkörper ist eine Schweisskonstruktion und hat Drehzapfen, die sich auf selbstschmierende Lager stützen.

Der Schieber wird von einem in zwei Richtungen wirkenden Servomotor angetrieben, der durch Wasser aus der Druckleitung betätigt wird.

#### 3.2 Pelton turbinen

Die rotierenden Teile der Turbinen und des Generators sind mit einer kur-

Betrieb mit automatischem Schließen von Saugrohrschiebern.

- **Unterhalt:** Alle Teile von Pelton turbinen, besonders das Laufrad und die Düsen, sind gut und leicht zugänglich. Die wenigen Teile, die einem Verschleiss ausgesetzt sind, sind schnell ausgewechselt.

Auslegungsdaten der beiden Cat-Arm-Pelton turbinen:

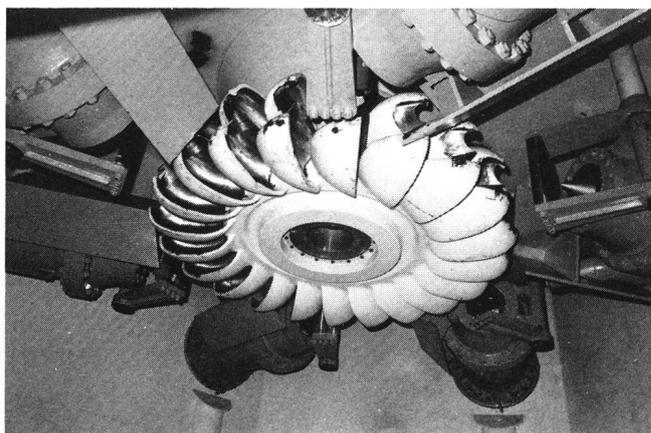
Maximale Fallhöhe	388,4 m
Leistung je Turbine	69 800 kW
Drehzahl	327,3 U/min

Die Anordnung der Turbinen im Maschinenhaus wurde im Hinblick auf möglichst geringe Verluste in den Druckleitungen und auf geringe Kosten sorgfältig gewählt. Dies erreichte man mit einer patentierten Escher-Wyss-Rohrverzweigung (Fig. 2). Sie ist mit einer in bezug auf hydraulisches und spannungstechnisches Verhalten besonders günstigen, innenliegenden Verstärkungssichel versehen. Strömungsgünstig wirken sich auch die geraden Leitungen zu den Kugelschie-

bern und Turbinen aus. Die vertikalen, sechsdüsigen Turbinen (Fig. 3) haben Abschnieder und Düsen mit innenliegenden Stellmotoren für die Düsen-nadeln.

Das Turbinenbelüftungssystem und die Geometrie des Unterwasserkanals wurden sorgfältig bestimmt, um die Einbauhöhe der Maschinen unter Berücksichtigung der Gezeitenhöhen und

Fig. 3  
Eine der beiden  
sechsdüsigen  
Pelton turbinen des  
Kraftwerks «Cat Arm»,  
Neufundland (Kanada)



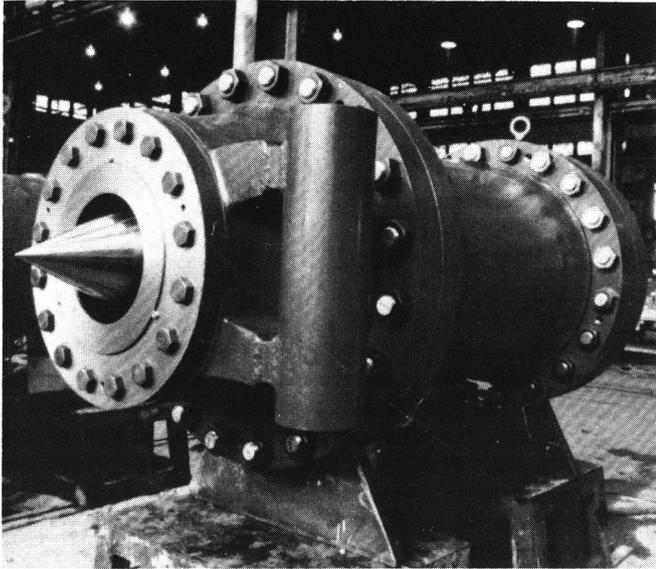


Fig. 4  
Düse mit  
innenliegendem  
Servomotor für die  
Düsennadel

wurde eine automatisch gesteuerte Heizanlage eingebaut.

### 3.3 Regler

Das Regelsystem besteht aus der Druckölversorgung und dem elektronischen Reglersystem. Es kann die Frequenz- und die Leistungsregelung übernehmen.

Die Anzahl der in Betrieb stehenden Düsen wird automatisch gemäss Turbinenleistung gewählt. So wird der bestmögliche Wirkungsgrad gewährleistet und – dank der sechsdüsigen Ausführung mit theoretisch ausbalanciertem Radialschub bei 6-, 4-, 3- und 2-Düsen-Betrieb – ein runder Lauf erzielt.

## **4. Betriebserfahrungen**

Das Kraftwerk wurde ohne grössere Probleme in Betrieb genommen. Seither laufen die Maschinen in Dauerbetrieb mit nahezu 100% Lastfaktor. Bei transienten Bedingungen – besonders während des Anfahrens und Abschaltens – und im Normalbetrieb laufen die Maschinen sehr vibrationsarm.

Alle im Programm vorgesehenen regelmässigen Inspektionen sind ausgeführt worden und haben das ausgezeichnete hydraulische und mechanische Verhalten bestätigt.

Der gute Zustand der Maschinen deutet ausserdem auf einen fachkundigen Betrieb (z. B. ohne unnötigen Einsatz der Bremsdüsen) durch New Foundland and Labrador Hydro hin.

Dieses zufriedenstellende Ergebnis wurde erreicht durch eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen Kunde, Maschinenpersonal, Ingenieur und Turbinenbauer in allen Phasen des Anlagenbaus.

zen Welle von nur 3000 mm Länge miteinander verbunden. Diese kompakte Anordnung ermöglicht eine komfortable Marge für das Verhältnis der kritischen Drehzahl zur Durchgangsdrehzahl. Trotzdem sind die Turbinenabdeckung mit dem Wellenlager, der Ablenkmechanismus und das Düsennadel-Zufuhr- und -Rückleitungssystem gut zugänglich.

Das 11,4 t schwere Laufrad ist aus einem Stück aus Stahl CrNi 134 gegossen.

Das Laufrad ist mit dem Wellenflansch über hochfeste, vorgespannte Schrauben kraftschlüssig verbunden.

Das mit Babbitmetall beschichtete Turbinenführungslager ist sehr steif und verfügt über eine selbsttätige Ölummwälzung und Wasserkühlschlangen.

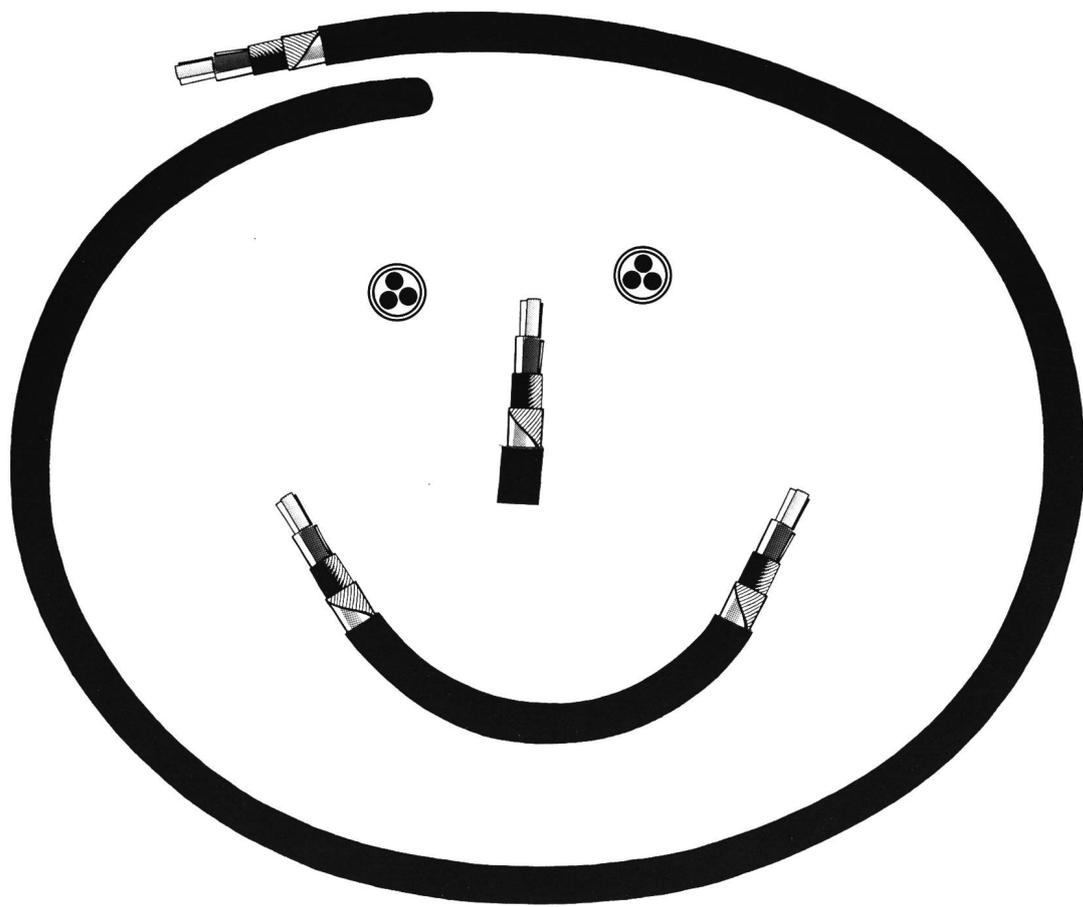
Die Düsen (Fig. 4) sind in kombinierter Bauweise aus Stahlguss und geschweissten Blechen hergestellt. Die federkraftkompensierten Düsennadeln werden einzeln durch innenliegende Servomotoren gesteuert.

Die Ablenker sind mechanisch miteinander verbunden und werden von einem doppelt wirkenden Servomotor angetrieben. Durch den Wasserdruck in der Druckleitung werden sie in Richtung «Schliessen» bewegt und durch das Ölsystem des Reglers in Richtung «Öffnen».

Der Turbinenschacht ist mit Stahl ausgekleidet. Eine Plattform für den Ausbau des Laufrads, ein abnehmbarer Inspektionsrost und ein hydraulisch angetriebener Wagen ermöglichen die notwendigen Servicearbeiten.

Die vollständig eingemauerte Ringleitung besteht aus Rohrverzweigungen mit innenliegenden Verstärkungen, die einen geringeren Druckverlust in der Wasserzufuhr und einen geringeren Platzbedarf zur Folge haben. Der Verteiler wurde dreiteilig hergestellt und im Werk zusammengebaut. Am Aufstellungsort wurde er fertiggeschweisst und der Druckprüfung unterzogen.

Damit die Maschinen bei Abschaltungen im Winter nicht einfrieren



# Montagefreundlich

Das neue gummiartige Ceander-Kabel XKT-RADOX verbindet die Eigenschaften eines GKT mit den Vorteilen eines elektronenvernetzten RADOX (hohe Alterungsbeständigkeit, höhere Strombelastbarkeit).

Verglichen mit einem herkömmlichen TT-Kabel gleichen Querschnittes weist das XKT-RADOX einen rund 10% kleineren Aussendurchmesser auf – verbunden mit entsprechend höherer Biegsamkeit, auch bei tiefen Temperaturen.

Eine weichere Isolation gewährleistet die gute Verarbeitbarkeit, ohne dass Weiterreisswiderstand und Schlitzfestigkeit abnehmen. Die Verträglichkeit mit Vergussmassen sowie die Haftung von Schrumpfteilen ist vorzüglich. (Übrigens: HUBER+SUHNER bietet Ihnen ein vollständiges Sortiment von SUCOFIT-Schrumpfschläuchen, -muffen, -endkappen und -endverschlüssen an.)

Diese Vorteile verdanken Sie der langjährigen Erfahrung von

HUBER+SUHNER im Bereich der elektronischen Vernetzung. Verlangen Sie unsere Dokumentation oder den Besuch unseres technischen Beraters.



**HUBER+SUHNER AG**

**Geschäftsbereich Kabel**

CH-8330 Pfäffikon CH-9100 Herisau

☎ 01 950 40 20 071 53 15 15

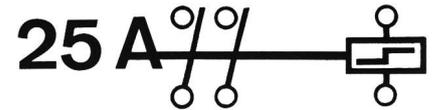
☎ 827 600 77 503

FAX 01 950 02 42 071 52 13 35

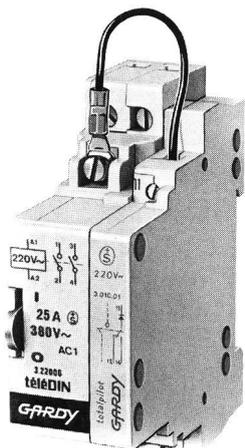
# Das neue, gummi- artige XKT-RADOX von HUBER+SUHNER

# téléDIN

SCHRITTSCHALTER



*löst Ihre Lichtprobleme*



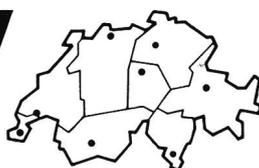
**TOTALPILOT**  
FÜR ZENTRALSTEUERUNG

**TÉLÉPILOT**  
FÜR FERNMELDUNG

**GARDY**

## AGENCES

GENÈVE	(022) 42 82 68
LUGANO	(091) 51 65 41
PRÉVERENGES	(021) 71 04 71
VALAIS	(027) 36 36 62



## AGENTUREN

BASEL	(061) 41 22 75
CHUR	(081) 24 54 34
LUZERN	(041) 42 10 50
ZÜRICH	( 01) 56 70 44

**GARDY SA GENÈVE**

15, RUE MARZIANO - C.P. 230 - CH-1211 GENÈVE 24 - TÉL. 022.43 54 00 - TÉLÉGR. YDRAG-GENÈVE - TÉLEX 422 067