Erneuerung des Stauwehres Burvagn

Autor(en): **De Vries, Frits**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **91 (1999)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940081

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Erneuerung des Stauwehres Burvagn

der Kraftwerke Mittelbünden des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich

■ *Frits de Vries*

Zusammenfassung

Beim Betrieb des 1949 in der Julia gebauten Stauwehres Burvagn des ewz traten im Laufe der Zeit immer wieder Probleme bei der Bedienung der Abschlussorgane auf. Diese Probleme gaben den Anstoss für eine umfassende Untersuchung der gesamten Stauanlage. Aufgrund dieser Studie wurde beschlossen, sämtliche Abschlussorgane zu erneuern. Zudem wurden Massnahmen zur Verbesserung der Hochwassersicherheit ergriffen. Die Erneuerungsarbeiten wurden im Juni 1997 in Angriff genommen und konnten Ende Juli 1999 abgeschlossen werden.

1. Die Kraftwerke Mittelbünden des ewz

Die Kraftwerke Mittelbünden nutzen die Wasserkräfte des Oberhalbsteins und des unteren Albulatales in mehreren Stufen (Bild 1). Höchstgelegene Anlage ist dabei der Stausee Marmorera als Hauptspeicher mit Stauziel auf Kote 1680 m ü.M. Die Wasserrückgabe der untersten Kraftwerksstufe erfolgt bei der Zentrale Rothenbrunnen in den Hinterrhein auf Kote 612 m ü.M. Die Kraftwerke Mittelbünden bilden somit eine Kaskade mit mehr als 1000 m Bruttogefälle. Mit einer nutzbaren Leistung von 214 MW erzeugen sie im langjährigen Mittel 745 GWh Strom, d. h. etwas mehr als die Hälfte der Produktion aller ewz-eigenen Kraftwerke.

2. Das Juliawerk Tiefencastel West

Das Juliawerk Tiefencastel West wurde im Rahmen der ersten Ausbauetappe der Juliawerke in den Jahren 1946–1949 erstellt. Durch Aufstau der Julia um ca. 10 m durch das Wehr Burvagn ergibt sich ein Staubecken von ca. 200 000 m^3 Inhalt. Das Betriebswasser von maximal 10 m^3/s wird durch einen 4,9 km langen Druckstollen und anschliessende Druckleitung den zwei identischen Turbinen im Maschinenhaus Tiefencastel zugeführt. Bei einem Bruttogefälle von 294 m ergibt sich eine maximale Leistung von 24 MW.

Das Becken Burvagn dient dem Tagesausgleich für die Kraftwerksstufe Tiefencastel West. Bis zur Inbetriebnahme der Stufe Tiefencastel Ost im Jahre 1970 führte der gesamte Abfluss der Julia (seit dem Bau des Castiletto-Dammes reguliert) durch das Becken. Seit 1970 wird nur noch das im Zwischeneinzugsgebiet anfallende Wasser in der Zentrale Tiefencastel West abgearbeitet. Die mittlere jährliche Elektrizitätsproduktion beträgt ca. 75 GWh, wovon 17 GWh im Winter anfallen.

3. Das ursprüngliche Stauwehr Burvagn

Das Stauwehr Burvagn mit Kronenkote auf 1119 m ü. M. setzt sich aus den folgenden drei Sperrenteilen zusammen (Bild 2):

- Aus dem linken Widerlager, bestehend aus einer Dammschüttung aus Stollenausbruchmaterial mit einer innenliegenden Dichtungsmauer aus Beton. Zudem enthält es den Triebwassereinlauf und die anschliessende Entsanderkammer.
- Aus drei Wehrfeldern von je 4,0 m Breite. Jedes Feld enthält einen Grundablass von 4,0 × 2,5 m sowie eine Überfallöffnung von 4,0 × 2,0 m. Das Wehr weist vom tiefsten Punkt der Fundation bis zur Krone eine Höhe von 20 m auf.
- Aus dem rechten Widerlager, bestehend aus einer Dammschüttung, die wasserseitig mit einer Betonmauer abgedichtet ist.

Sämtliche Abschlussorgane im Wehr wurden mit Windwerken über Zahnstangen von der Wehrbrücke aus betrieben. Je Wehrfeld wurden die Grundablassschütze und die Senkschütze durch ein Windwerk, das von Hand umgeschaltet werden musste, bewegt. Die Triebwassereinlaufschütze sowie die Spülschütze am Ende der Entsanderkammer wurden ähnlich angetrieben. Die Senkschützen konnten sowohl fern als auch lokal bedient werden. Die Grundablässe, Triebwassereinlaufschütze sowie Spülschütze waren nur für den Lokalbetrieb ausgerüstet.

4. Anlass zur Erneuerung

Bis 1997 standen die ursprünglichen Anlagen ohne grössere Anpassungen in Betrieb. Die baulichen Anlagen sind in einem guten Zustand. Mängel bestanden hingegen bei den Stahlwasserbau-Organen, die in den vergangenen Jahren bei der Betätigung verschiedentlich Schwierigkeiten bereiteten. Gleichzeitig war nach 50 Jahren Betrieb eine generelle Überprüfung der unter Bundesaufsicht stehenden Stauanlage bezüglich der heute geltenden Sicherheitsanforderungen angezeigt.

Aus diesem Grund wurde nachstehender Ablaufplan festgelegt:

- Erstellen einer umfassenden Studie mit folgendem Inhalt:
  - sicherheitstechnische Aspekte wie Bemessungshochwasser und Stabilität der Anlage,
  - Umbauvarianten der Abschlussorgane,
  - Bauliche Anpassungen zur Erhöhung der Hochwassersicherheit;
- Umbauentscheid durch Geschäftsleitung ewz;
- Umbauprojekt samt erforderlichen Nachweisen bezüglich Hochwasserableitkapazität und Stabilität zum Einreichen an das BWW, Bundesamt für Wasserwirtschaft;
- Auflageprojekt zu Händen der kantonalen Behörde;
- Ausschreibungsdokumente und Durchführung der Submissionsverfahren;
- Ausführungsprojekt nach Erhalt der erfor-

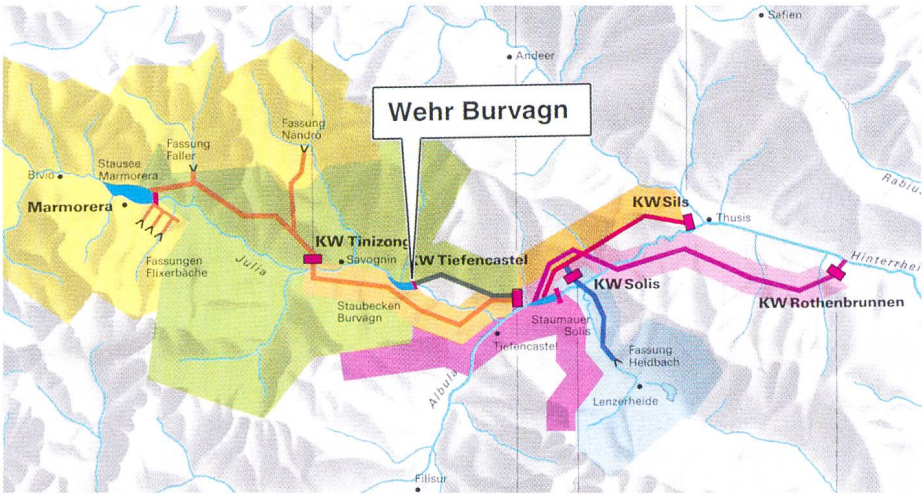


Bild 1. Die Kraftwerke Mittelbünden mit Lage des Stauwehres Burvagn.

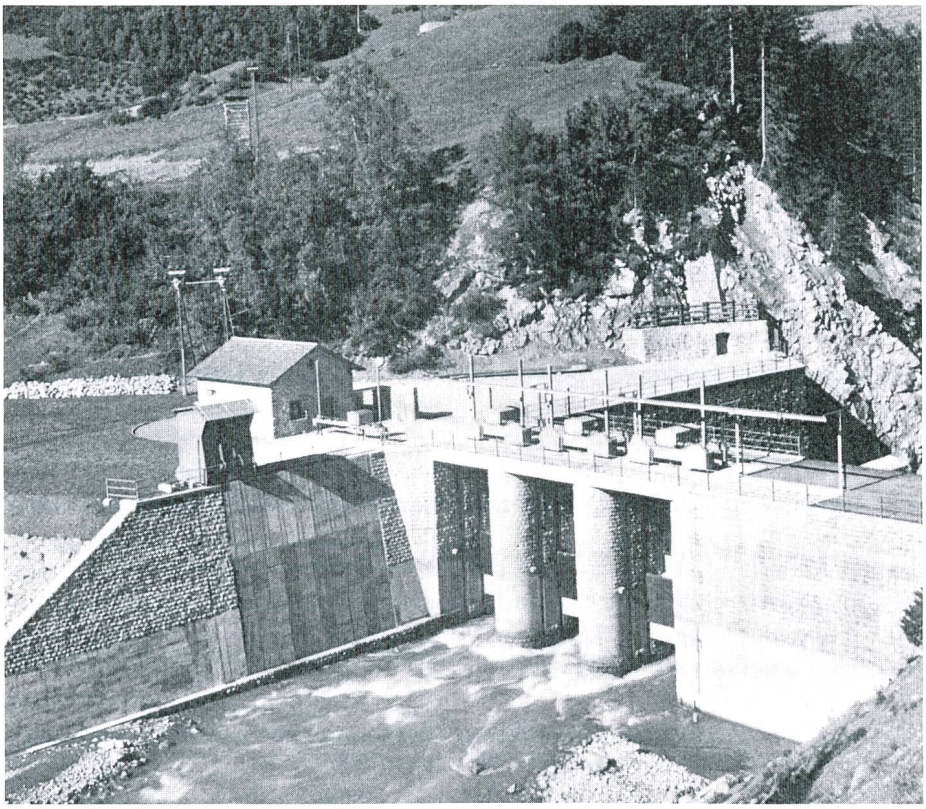


Bild 2. Wasserseitige Ansicht des Stauwehres Burvagn unmittelbar nach dem Bau im Jahre 1949 vor dem ersten Einstau. Die über die gesamte Länge des Wehres führende Kranschiene diente dem Transport der Dammbalken aus dem Depot im rechten Widerlager zum Wehrfeld und dem anschliessenden Einsetzen. Deutlich erkennbar sind der Triebwassereinlauf mit Rechenreiniger und das Betriebsgebäude.

derlichen Bewilligungen des Bundes bzw. des Kantons Graubünden;
- Umbau- und Erneuerungsarbeiten.

5. Die Erneuerungsmassnahmen

Die bestehenden Grundablass- und Überlaufschützen wurden durch moderne, hydraulisch angetriebene Gleitschützen bzw. Stauklappen ersetzt. Zugleich wurden neue Dammbalken beschafft. Die bestehende Triebwasser-Einlaufschütze wurde revidiert und ebenfalls auf Hydraulikantrieb umgerüstet. Zur Verringerung der Verklausungsgefahr der Überfälle wurde die bestehende Wehrbrücke abgebrochen und durch eine neue Brücke ersetzt, die sämtliche Wehrfelder ohne Zwischenabstützung überspannt. Zudem wurden die Pfeiler gekürzt und oberwasserseitig schräg abgeschnitten. Durch diese Massnahmen konnte die freie Durchflussöffnung in der Breite von 4 m auf 17 m erhöht werden. Um zu den neuen, im Staubalken angeordneten hydraulischen Antriebsorganen gelangen zu können, musste ein entsprechender Zugang gebaut werden. Zudem musste zur Gewährleistung der erforderlichen Hochwassersicherheit die Betondichtungsmauer im linken Widerlager bis zur Kote des maximalen Überstaus erhöht werden. Aus dem gleichen Grund wurde die wasserseitige Betonmauer im rechten Widerlager um 15 cm erhöht. Ebenfalls im rechten Widerlager wurde mit Hilfe von einigen Ankern die Statik verbessert. Die Um- und Neubauarbeiten sind in den Bildern 3 (Grundriss) und 4 (Schnitt) dargestellt worden.

6. Der Bauablauf

Die hauptsächlichen Bauarbeiten fanden in den Wehrfeldern und im rechten Widerlager statt. Damit die erforderliche Hochwassersicherheit während der Bauarbeiten zu jeder Zeit gewährleistet war, musste der Wehrumbau in Etappen ausgeführt werden. Mit den Arbeiten im zweiten Wehrfeld konnte erst nach der Inbetriebnahme der neuen Abschlussorgane im ersten Wehrfeld angefangen werden. Analoges galt für die Arbeiten im dritten Wehrfeld. Zeitlich bedeutete dies, dass im Sommer/Herbst 1997 das erste Wehrfeld umgebaut wurde. Nachfolgend wurden im März 1998 nach einer Winterpause die Arbeiten im zweiten Wehrfeld aufgenommen. Nach deren Beendigung konnte im August 1998 das dritte und letzte Wehrfeld zwecks Umbau ausser Betrieb genommen werden. Im März 1999 wurde nach der Winterpause mit den Arbeiten für die neue vorgespannte Wehrbrücke angefangen. Im Juli 1999 wurden die Bauarbeiten mit dem Einbringen der Beläge abgeschlossen.

7. Die Umbauarbeiten am Wehr

Im Juli 1997 wurde die Baustelle mit verschiedenen Vorarbeiten eröffnet. Dazu gehörte Umleitung von verschiedenen Strom- und Telekommunikationskabeln, welche in der bestehenden Wehrbrücke verliefen. Nach der Lieferung und dem Einsetzen der neuen Dammbalken im Monat August 1997 konnten die Abbrucharbeiten im linken Wehrfeld in Angriff genommen werden (Bild 5). Da der bestehende Staubalken nur zum Teil entfernt werden musste und auch die weitere Bausubstanz möglichst wenig Erschütterungen ausgesetzt werden sollte, wurden primär verschiedene Fräsverfahren eingesetzt. Gerade Schnitte bis zu ca. 60 cm Tiefe wurden mit schienengeführten Betonfräsen ausgeführt (Bild 6). Für tiefe Schnitte im Bereich des Staubalkens wurde das Seilschnittverfahren erfolgreich angewandt (Bild 7).

Mit dieser Art von Abbruch konnte der zu entfernende Teil des armierten Staubalkens recht genau und schonend vom verbleibenden Teil abgetrennt und in Scheiben aufgeteilt werden (Bild 8). Die Grösse dieser Teile wurde durch die Hebekapazität des installierten Baukrans bestimmt.

Nach Abschluss der Abbrucharbeiten wurden die Armaturen für die Grundablassschütze eingebracht. Anschliessend konnte die neue Stauwand geschalt, armiert und betoniert werden. Als Nächstes wurde der Klappenträger erstellt. Mit einer Hilfskonstruktion konnten die festen Lagerteile der Klappe im Erstbeton eingegossen werden. Zum Abschluss der Betonierarbeiten wurden die Wangenbleche der Klappe und die Zylinderlager der Grundablassschütze und der Klappe auf dem Querträger hinterfüllt. Nach genügender Aushärtung konnte mit der Montage der Schütze und anschliessend der Klappe begonnen werden.

Diese Arbeitsvorgänge wiederholten sich ähnlich in den beiden weiteren Wehrfeldern. Bild 9 zeigt die fertig montierten Abschlussorgane im Wehrfeld III.

Unabhängig von den Hauptarbeiten in den Wehrfeldern wurden im rechten Widerlager der Wehrzugang (ohne Durchbruch zum Wehr) erstellt, die Anker eingebaut und die Mauerkrone aufbetoniert. Im linken Widerlager wurde die Erhöhung der Dichtungsmauer ausgeführt. Die Revision der Schützentafel und der Einbau des neuen hydraulischen Antriebes der Triebwasser-Einlaufschütze fanden im Frühjahr 1999 statt. In der gleichen Periode wurde der hydraulische Antrieb der Spülschütze eingebaut.

Die von unterschiedlichen Standpunkten aufgenommenen Bilder 10 und 11 vermitteln einen Eindruck der umgebauten Wehranlage Burvagn.

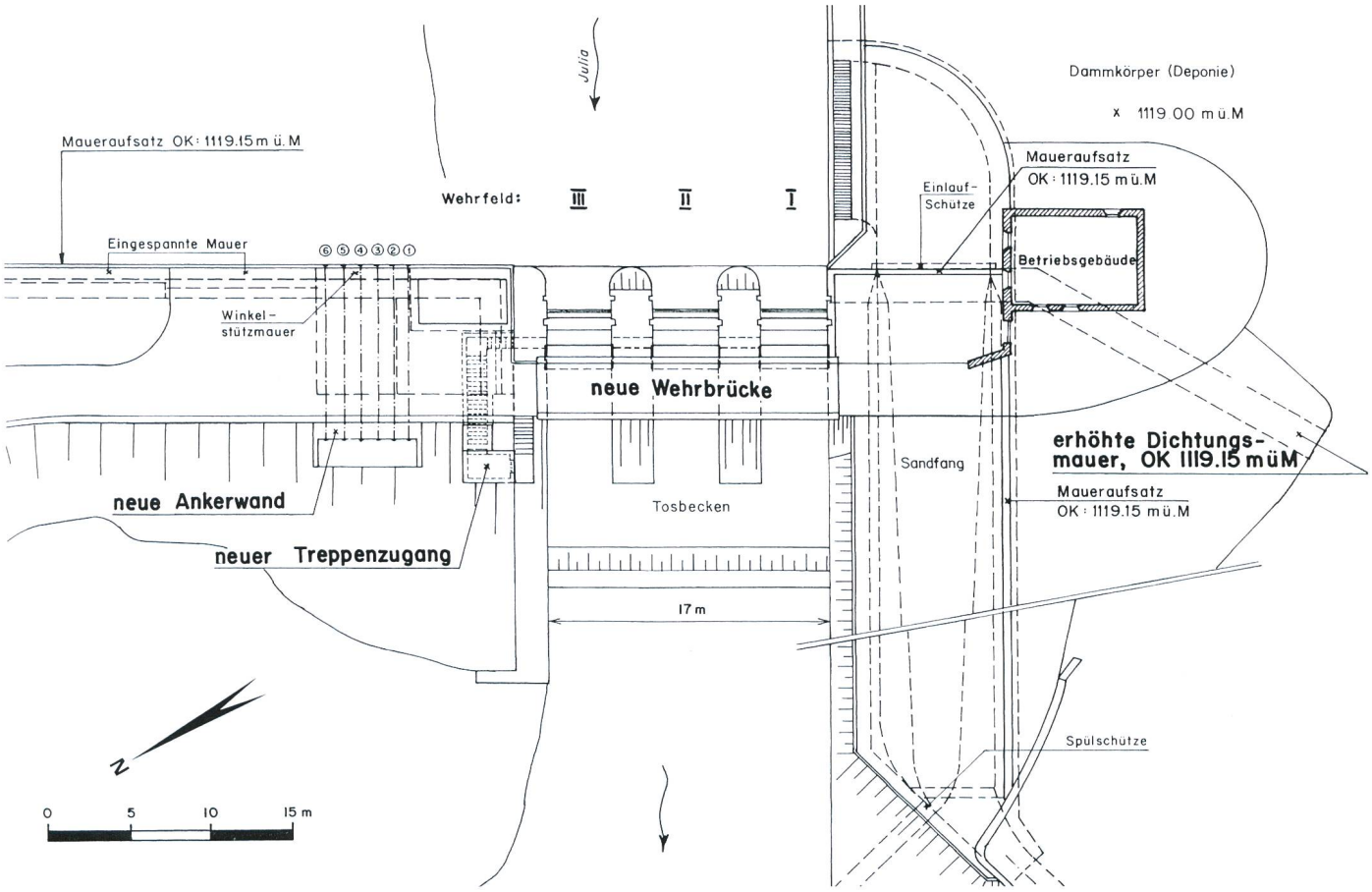


Bild 3. Grundriss der erneuerten Wehranlage mit Treppenzugang, neuer Wehrbrücke, Ankerwand und erhöhter Dichtungsmauer.

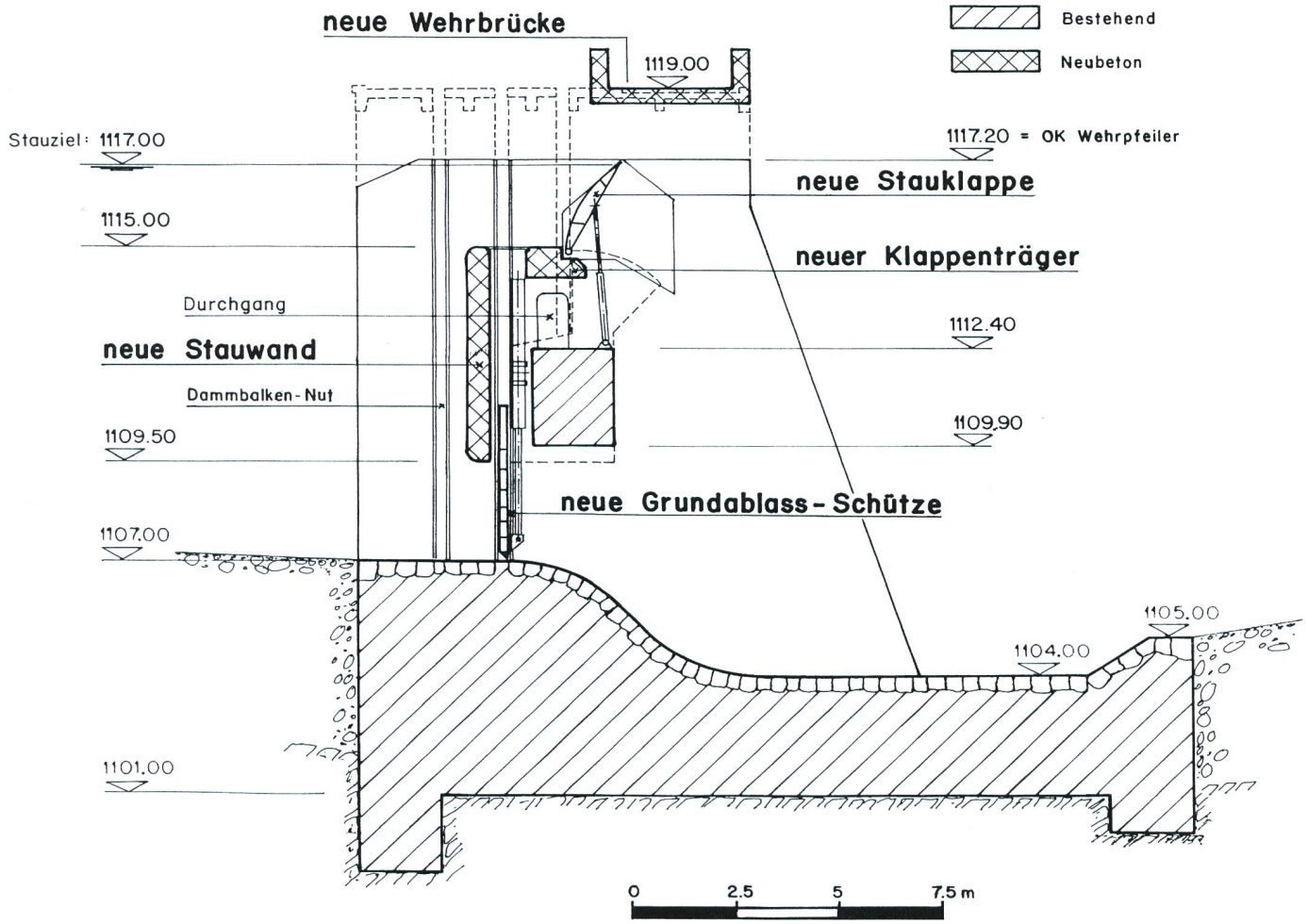


Bild 4. Schnitt durch erneuertes Wehrfeld. Die Umrisse der ursprünglichen Bauteile sind gestrichelt dargestellt.

Bild 5, links. Luftseitige Ansicht der Abbrucharbeiten im linken Wehrfeld. Die Wehrbrücke im Feld I wurde bereits entfernt und der Wehrpfeiler I/II bis zur Mitte gekürzt. Zur Gewährleistung der Wehrpassage wurde eine Hilfsbrücke erstellt. Dabei diente die ausgebaute Grundablassschütze als Brückenplatte. Bild 6, rechts. Einsatz einer schienengeführten Betonfräse beim Abbruch der Wehrbrücke.

Bild 9. Luftseitige Ansicht des rechten Wehrfeldes nach dem Umbau. Deutlich sichtbar sind die hydraulischen Antriebe für die Stauklappe (oben) und diejenigen für die Grundablassschützen (unten).

8. Hydraulik und Steuerung

Das Hydraulikaggregat weist drei unabhängige Kreise mit eigener Pumpe auf. Ein erster Kreis versorgt die Stauklappen, ein zweiter die Grundablassschützen und der letzte die Triebwasser-Einlaufschütze und die Spülschütze.

Eine vierte Pumpe kann durch Handumschaltung jedem der Kreise zugeschaltet werden. Bei einem Stromunterbruch kann jeweils ein Kreis mit einer weiteren Pumpe, die direkt durch einen Benzinmotor angetrieben wird, versorgt werden.

Das Hydraulikaggregat steht im Betriebsgebäude. Die Leitungen zu den Abschlussorganen im Wehr führen von hier durch einen Leitungskanal zum Leitungsschacht in der linken Seitenmauer des Wehres. Im Schachtfuss schliesst ein Leitungskanal an, der auf dem Querträger verläuft. Die jeweiligen Zu- und Rückflussleitungen zweigen in der Mitte eines Wehrfeldes zu den Zylindern ab. Der Leitungskanal mit den Hydraulikleitungen zur Spülschütze wurde im erforderlichen Maueraufsatz des Sandfangs integriert.

Die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist in einem Steuerschrank im Betriebsgebäude untergebracht. Sämtliche Funktionen werden auf einem farbigen Flach-

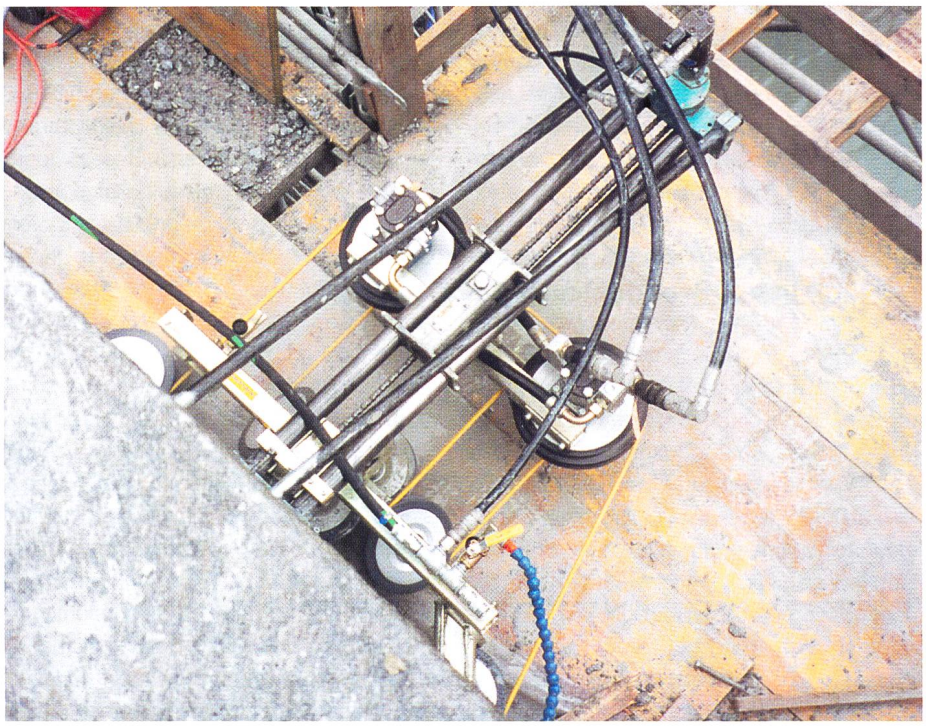


Bild 7. Der Einsatz der Seilschnittanlage beim horizontalen Schnitt am Fuss des Staubalkens.

Bild 8. Aufgeteilter Staubalken mit einer nahezu abgetrennten Betonscheibe.

bildschirm («touch-screen») eingegeben und angezeigt. Mit dieser relativ neuen Technologie können Darstellungsänderungen einfach durchgeführt werden. Dies im Gegensatz zum üblichen starren Blindschaltbild, das zudem eher teurer ist. Eine Notstromanlage mit Batterien sichert die Stromversorgung bei einem Versorgungsunterbruch aus dem Netz.

Die Stauklappen können vollständig fernbedient werden, die Grundablassschützen aus Sicherheitsgründen nur bis zu einer vorbestimmten Öffnung. Die Triebwasser-Einlaufschütze und die Spülschütze können nur lokal bewegt werden.

9. Schlussbemerkungen

Nach der Ausführung der beschriebenen Massnahmen erfüllt die Stauanlage die heutigen Sicherheitsanforderungen bezüglich Hochwasserableitkapazität und Statik. Auch bezüglich Betrieb und Unterhaltsaufwand entspricht sie den Ansprüchen an eine moderne Anlage.

Und nicht zuletzt wird mit der Modernisierung des Wehres die Produktion von sauberer Wasserkraftenergie für die kommenden Jahrzehnte sichergestellt.

10. Charakteristische Daten

Kraftwerksstufe Tiefencastel West

Inbetriebnahme:	1949
Bruttofallhöhe:	294 m
Ausbauwassermenge:	10 m^3/s
Maximale Leistung:	24 MW
Mittlere Jahresproduktion:	75 GWh
davon im Sommer	58 GWh
im Winter	17 GWh

(seit 1970, nach Inbetriebnahme KW Tiefencastel Ost)

Stauwehr Burvagn

Stauziel:	1117,00 m ü. M.
Senkungsziel:	1114,00 m ü. M.
(ausnahmsweise	1112,50 m ü. M.)
Stauvolumen:	ca. 200 000 m^3
Kote der Wehrkrone:	1119,15 m ü. M.
Max. Wehrhöhe über Fundationssohle:	20 m
Bemessungshochwasser (= Q_{1000}):	280 m^3/s
Extremhochwasser (= 1,5 • Q_{1000}):	420 m^3/s
Anzahl Wehrfelder:	3
Stauklappen:	3 Stück à 4,0 × 2,0 m
Grundablass-Gleitschützen:	3 Stück à 4,0 × 2,5 m

Bauprogramm

Beginn der Bauarbeiten:	Juli 1997
Ende der Bauarbeiten:	Juli 1999

Kosten

Gesamtaufwand:	ca. 2,4 Mio Fr.

Bild 10. Wasserseitige Ansicht des umgebauten Wehres und des linken Widerlagers mit Rechenreiniger und Betriebsgebäude.

Bild 11. Übersicht aus der Vogelperspektive auf die umgebaute Wehranlage. Auf dem rechten Widerlager ist talseitig der Zugang zu den Antriebsorganen sichtbar.

11. Beteiligte

Bauherr: ewz, Abt. des Departementes der Industriellen Betriebe
Projekt und Bauleitung: IBA, Ingenieurbüro für bauliche Anlagen, Abt. des Departementes der Industriellen Betriebe
Bauarbeiten: Arge Prader & Co. AG – S. Ardüser Baugeschäft, Salouf/Alvaneu-Dorf
Stahlwasserbau: Vinzenz Fäh Maschinen- und Anlagenbau AG, Glarus (Schützen und Klappen inkl. Antriebe und Steuerung)
Arge AMSAG – ERNE, Klosters/Leuggern (Dammbalken)
Elektrische Installationen: ewz Kraftwerke Mittelbünden

Bildernachweis: Bilder 5, 6, 7, 8 Prader & Co. AG, übrige Bilder IBA und ewz

Adresse des Verfassers
Frits de Vries, Dr. sc. techn. ETHZ, dipl. Bau-Ing., IBA, Ingenieurbüro für bauliche Anlagen, Abt. des Departementes der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich, Beatenplatz 2, Postfach, CH-8023 Zürich.

Verdure assurée avec des géotextiles organiques.

- **Tissus de coco:** Pures fibres de coco, très résistantes
- **Filet de jute:** L'alternative au meilleur prix
- **Nattes de paille et coco:** Egalement avec semences incorporées
- **Fascine végétative:** Pour la revitalisation de cours d'eau

Notre proposition pour un reverdissement réussi: Conseils, génie biologie, semis hydraulique/Hydroseeding, semis forestier, gazon-gravier, végétalisation extensive de toitures, protection contre l'érosion, gazon précultivé.

HYDROSAAT SA

CH-1717 St. Ursen
Tél. 026/322 45 25 – Fax 026/323 10 77

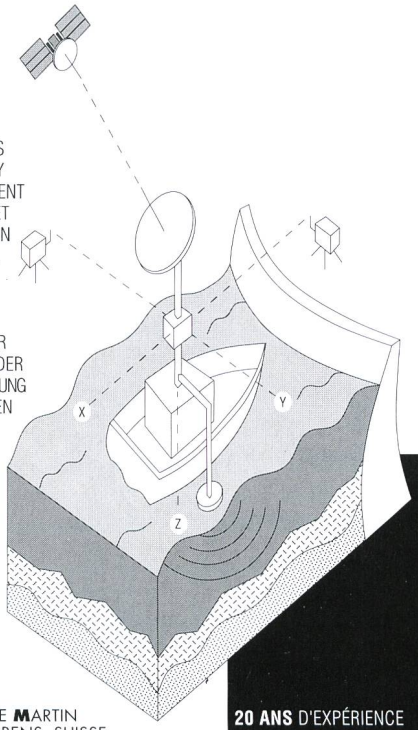
BUREAU PIERRE MARTIN

BUREAU INDÉPENDANT D'INGÉNIEURS-CONSEILS ET DE SPÉCIALISTES DES

TRAVAUX SUBAQUATIQUES ET HYDROGRAPHIQUES

CARTOGRAPHIE ET MESURES VOLUMÉTRIQUES POUR LE SURVEY DE L'ENGRAVEMENT DES RETENUES ET POUR LA GESTION DES GRAVIÈRES.

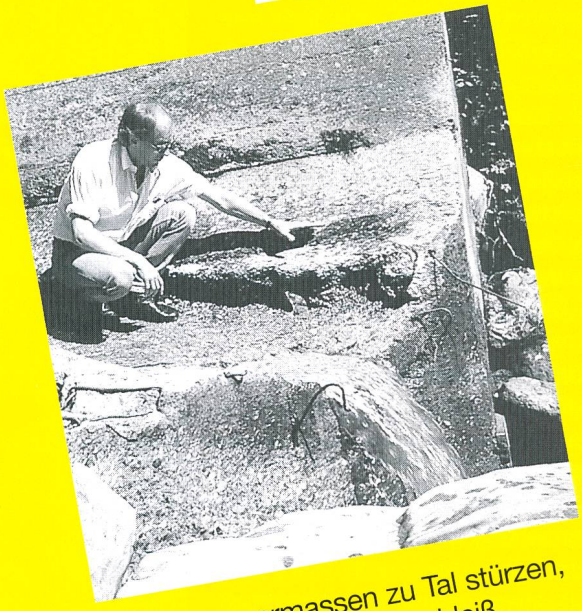
KARTOGRAPHIE UND UMFANG-MESSUNGEN ZUR BEOBACHTUNG DER SCHLAMMABSETZUNG BEI STAUDÄMMEN UND ZUR KIESGRUBEN-KONTROLLE.



BUREAU PIERRE MARTIN
CH-1410 THIERRENS SUISSE
TÉL. 021/905 33 88
FAX 021/905 40 91

20 ANS D'EXPÉRIENCE

Verschleiß zerstört Bachbetten. Abresist hält ihn auf.



Wo große Wassermassen zu Tal stürzen, kommt es zu massivem Verschleiß. Ungeschützt frißt das mitgeführte Geschiebe tiefe Furchen in die Bachbetten. Dem kann man vorbeugen. Mit einem Material, das noch härter ist: Abresist. Fragen Sie uns. Wir haben die Erfahrung und das Programm für sicheren Verschleißschutz. Auf Dauer.

kalenborn

Kalenborn, Abresist & Co.: die Verschleißschutz-Experten.

Kalenborn Kalprotect
Asbacher Str. 50
D-53560 Vettelschoss
Telefon: +49.(0)2645.18-178
Telefax: +49.(0)2645.18-112
Internet: http://www.kalenborn.de

Besuchen Sie uns im Internet: http://www.kalenborn.de