

Die Kraftwerkgruppe Sellrain-Sitz

Autor(en): **Brux, Gunther**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **74 (1982)**

Heft 10

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941161>

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.

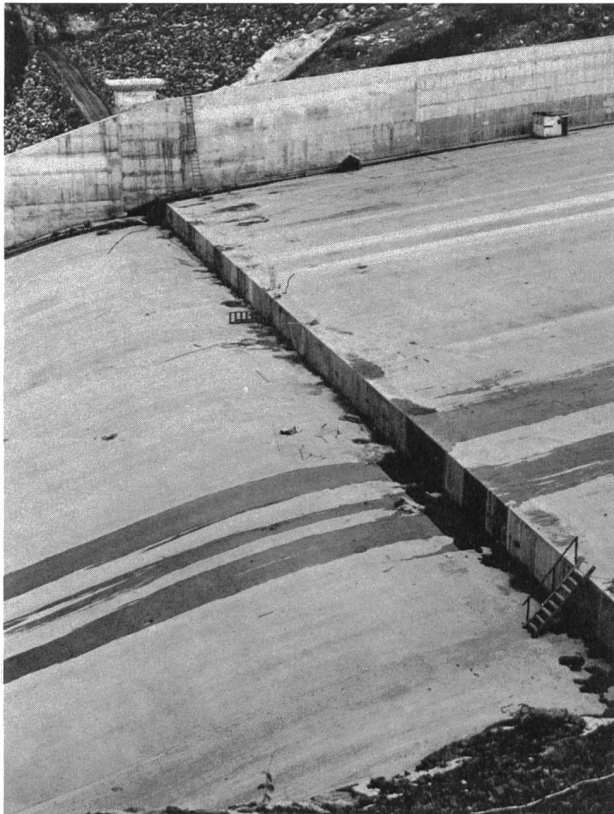


Bild 4. Hochwasserentlastung Pedra do Cavalo. Foto der Schussrinne mit Belüftungsdispositiv gemäss Bild 2, Bauzustand Mai 1982.

stungen – also auf Schussrinnen, auf Sprungschancen, in Tosbecken (bei Zahnschwellen) usw. – zu verwenden. Er eignet sich aber auch für entsprechend kritische Partien von Grundablässen. Ein in Fachkreisen bekanntes Anwendungsbeispiel waren die Reparaturarbeiten am Tarbeldamm in Pakistan [9].

Auch in Brasilien wurde stahlfaserverstärkter Beton bei den neueren Hochwasserentlastungen eingesetzt, und zwar als widerstandsfähiger Überzug auf Überfallkronen und Schussrinnensohlen. Dies gilt auch für Itaipú; leider konnte der Verfasser die genauen Spezifikationen dafür noch nicht in Erfahrung bringen.

Literatur

[1] Brazilian National Committee on Large Dams: General Paper No. 9, Proceedings of the XIV International Congress on Large Dams, Rio de Janeiro 1982, Vol. 2, p. 960–961.

[2] Schnitter N.: Itaipu, das grösste Wasserkraftwerk der Welt. «wasser, energie, luft» 71 (1979) Heft 1/2, S. 17–20.

[3] Bischof R.: Tucuruí; gigantische Wasserkraftanlage im Amazonas-Urwald. «wasser, energie, luft» 74 (1982) Heft 9, S. 278–282.

[4] Comité Français des Grands Barrages: Dépouillement des réponses fournies par l'enquête internationale concernant la conception et le dimensionnement des évacuateurs de surface. Juin 1979.

[5] Neidert Sinildo H.: Desempento de vertedores – dissipação de energia. Cavitação e erosão. Publ. No. 37 Cehpar, Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

[6] de S. Pinto N. L., S. H. Neidert, J. J. Ota: Aeration at high velocity flows. «Water Power and Dam Construction» Febr. 1982, p. 34–44.

[7] Quintela A. C.: Flow aeration to prevent cavitation erosion. «Water Power and Dam Construction» January 1980, p. 17–22.

[8] ICOLD: Fiber reinforced concrete. Bulletin No. 40, 1982 (prepared by Schrader E. K. on behalf of USCOLD).

[9] Lowe J., H. D. Bangash and P. C. Chao: Some experiences with high velocity flow at Tarbela Dam Project. Report Q 50/R 13, Proceedings, XIII International Congress on Large Dams, New Delhi 1979, Vol. 3, p. 215–247.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Daniel Vischer. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich, 8092 Zürich.

Die Kraftwerkgruppe Sellrain-Silz

Zusammengestellt von Gunther Brux

Diese im Bau befindliche Hochdruckspeicher-Kraftwerkgruppe [1, 2] besteht aus der Oberstufe mit dem Speicher Finstertal (60 Mio m³) in 2325 m NN, einem 1,77 km langen Druckstollen (4,40 bis 3,00 m Durchmesser), dem Schachtkraftwerk Kühtai und dem Zwischenspeicher Längental (3 Mio m³) in 1900 m NN sowie der Unterstufe mit 4,7 km Druckstollen (3,30 m Durchmesser), Wasserschloss und 2,42 km Druckschacht (2,70 bis 2,20 m Durchmesser) sowie dem Kraftwerk Silz mit 1,15 km langem Unterwasserkanal zum Inn. Das Kraftwerk Kühtai arbeitet vorwiegend im Pumpbetrieb. Der Triebwasserweg ist bei der Kraftwerkgruppe Sellrain-Silz nur sechsmal so lang wie die Rohfallhöhe (1678 m); das ergibt für jeden Kubikmeter Speicherwasser einen Arbeitswert von 3,8 kWh.

Der Speicher Finstertal liegt in den Stubaier Alpen. Er wird mangels ausreichender Zuflüsse aus seinem nur 6 km² grossen Einzugsgebiet zu 87% aus dem nur 3 Mio m³ grossen Zwischenspeicher Längental mit 17 km² eigenem und zusammen mit den Bachüberleitungen aus dem Ötztal, Stubai- und Sellrain-Gebiet 140 km² grossen Einzugsgebiet im Frühjahr und Sommer aufgefüllt und im Winter zur Stromerzeugung wieder entleert. Der erforderliche Pumpstrom wird dem Verbundnetz dann entnommen, wenn dort überschüssige Kraftwerksleistung zur Verfügung steht. Umgekehrt kann das Kraftwerk zu Zeiten hohen Strombedarfes, vorwiegend im Winter, jederzeit wertvollen Spitzenstrom erzeugen und Bedarfsrücken decken. Dabei steht der Pumparbeit für das Heben des Wassers über nur rund 400 m Höhe der Oberstufe die wesentlich grössere Stromerzeugung im Winter durch das Abarbeiten über beide Stufen (1678 m) gegenüber.

Höhenangaben in m NN

2325 Stauziel	Speicher Finstertal
2220 Absenkziel	
1999	Bachüberleitungen in den Speicher Längental
1910	
1901 Stauziel	Zwischenspeicher Längental
1882 Absenkziel	
1882 Einlauf	Pumpspeicher-Kraftwerk Kühtai
1834 Auslauf	
1923	Wasserschloss
2143	
643 Einlauf	Kraftwerk Silz
638 Ablauf	

Rohfallhöhen

Oberstufe	319 bis 440 m
Unterstufe	1257 bis 1286 m

Der Speicher *Finstertal* entstand aus den beiden Finstertaler Seen (Bild 1) oberhalb Kühtai und dem Abschluss des Bergkessels durch einen 149 m hohen Staudamm [3] mit 650 m Länge und 396 m Fuss- und 6,00 m Kronenbreite. Er besteht aus 4,5 Mio m³ Steinbruch- und Moränenmaterial aus dem Riegel zwischen den beiden Seen, das in den Sommermonaten lagenweise eingebracht und durch Rüttelwalzen verdichtet wird.

Der Damm erhält als Dichtung im Innern eine schrägliegende Schicht (70 bis 50 cm) aus Asphaltbeton (16 mm Natursand und Kalksteinfüller; 6,3% Bitumen B 65; max.



Bild 1. Staudamm für den Speicher Finstertal (60 Mio m³) in 2325 m NN. Ende 1979.

2% Porenvolumen), der mit einem besonderen Fertiger mit Einbauschnebel schichtenweise eingebaut und durch Rütteln (Fertiger-Rüttelbohle und Rüttelwalze) verdichtet wird (25/20 cm). Die Schräglage der Dichtung im Dammkern gibt dem Staudruck eine günstige Richtung nach unten und ermöglicht damit eine sehr steile Dammböschung auf der Luftseite mit entsprechender Ersparnis an Einbaumaterial. Diese Dichtung ist die zweithöchste der Welt und die derzeit am stärksten belastete.

Die Verbindung zwischen dem Speicher Finstertal und dem Schachtkraftwerk Kühtai besteht aus dem 284 m langen Einlaufstollen (4,40 m Durchmesser), der 20 m langen

stahlgepanzerten Schieberkaverne (3,50 m Durchmesser), dem 951 m langen Druckschacht (4,00 m Durchmesser) und der 516 m langen Flachstrecke (3,00 m Durchmesser), die auf 300 m Länge stahlgepanzert ist. Der Einlaufstollen und der mit einer Fräse von unten aufgefahrene Druckschacht haben eine vorgespannte Betonauskleidung, teilweise mit Folienabdichtung [4].

Die Verbindung zwischen dem Schachtkraftwerk Kühtai und dem Zwischenspeicher Längental besteht aus zwei je 100 m langen Unterwasserschächten (4,00 m Durchmesser) mit Betonauskleidung und Foliendichtung (Bild 2).

Das Pumpspeicher-Kraftwerk Kühtai hat zwei Maschinensätze mit zusammen 247 MW Motor- und 286 MW Generatorleistung; sie bestehen aus vertikalachsigen reversiblen Pumpenturbinensätzen aus Pumpenturbinen und Motorgeneratoren (176 MVA, 600 min⁻¹) mit Anfahrmotor (15 MW). Es ist als Schachtkraftwerk (Bild 2) ausgebildet, da grosse Pumpenturbinen immer unter bestimmten hohen Wasserdrücken arbeiten müssen. Die Sohle des 82 m tiefen Kraftwerksschachtes liegt deshalb 48 m unter dem Absenksziel des Speichers Längental. Der Durchmesser des Felsausbruches für diesen Schacht hat die ungewöhnliche Grösse von 30 m. Nach einem hierfür besonders entwickelten Bauverfahren [5] wurde der Fels ausgebrochen (Bild 3) und unmittelbar danach die Auskleidung betoniert (Bild 4). Im Schachtabschnitt des Stützringes wurde der Fels entlang der Wendelfläche abgeteufelt und gleichzeitig die Auskleidung laufend nachgezogen. Sie besteht aus einem 3,00 m hohen unbewehrten Betonstreifen von 0,60 m Mindestwanddicke, die gut verzahnt mit dem Fels und leicht schräg gestellt ständig spiralenförmig in die Tiefe verlängert wurde. Für Entwässerung und Schutterung nutzte man den zuvor zur Erkundung abgeteufelten Pilotstollen. Nach Erreichen der Schachtsohle stellte man den doppelwandigen Innenzylinder (26 m Durchmesser) [5] mit offenem Ringspalt (0,60 m) zur Schachtauskleidung und den Schachtabschluss her (vgl. Bild 2). Über Tag befinden sich nur der Portalkran (22,5 MN) zum Einheben der schweren Maschinenteile und das Betriebsgebäude mit zwei Transformatoren und gekapselter 220-kV-Schaltanlage. Die Gründung der beiden 23 m hohen Maschinensätze (Bild 5) erforderte bei den gegebenen Betriebsbedingungen (61,4 bis 80 m³/s im Turbinen- und 44,2 bis 66 m³/s im Pumpbetrieb; Fallhöhenbereich von 319 bis 440 m usw.) mehrjährige und zu neuen Erkenntnissen führende Versuche aller statischen, dynamischen und thermischen Vorgänge [6]. Das Ergebnis dieser Forschung ist eine neuartige Lagerung der Turbinenspiralen.

Zum Vergrössern des Einzugsgebietes vom Speicher Längental wurden 13 Wasserfassungen, zwei Nachfassungen, 26 km Stollen (6 bis 9,50 m²), 4 km Hangrohrleitungen und drei Pumpstationen gebaut. Der Wasserentzug ist auf fünf Bachgebiete verteilt, und zwar im Sellrain Seitenbäche des Zirnbaches und der oberen Melach, im Stubai der Alpeinerbach und im Ötztal der Horlachbach und die Quellbäche des Niederbaches; in Höhen mit besiedeltem Gebiet wird in den Niedrigwasserzeiten im Winter die ursprüngliche Wasserführung kaum eingeschränkt, da nur ein Teil des hochgelegenen Einzugsgebietes über 1900 m NN erfasst wird. Die Wasserfassungen bestehen aus einem Tiroler Wehr, einer Einlauf- und Beruhigungsstrecke und einer Entsanderkammer mit selbsttätiger Spülung. Der 21 km lange Stollen für die Beileitung Melach-/Alpeinerbach wurde von zwei Angriffsstellen konventionell vorgetrieben, wobei der Nordabschnitt die grosse Länge von 11,7 km hat. Der Stollen erhält eine durchgehende Betonsohle und eine Spritzbetonauskleidung bei geringer Gebirgsstandfe-

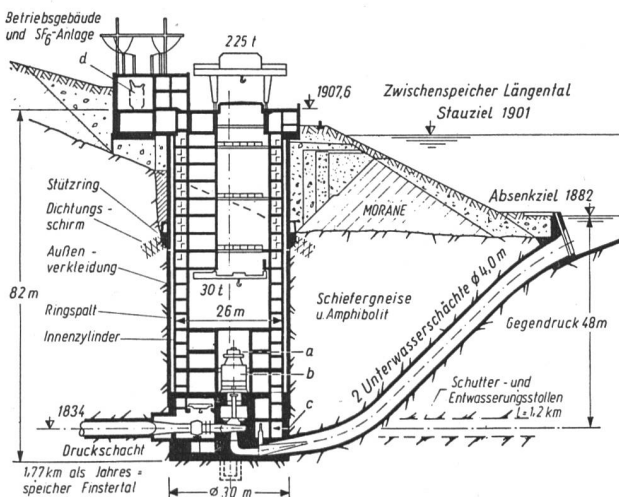


Bild 2. Als Schachtkraftwerk ausgeführtes Pumpspeicherkraftwerk Kühtai mit zwei Maschinensätzen (600 min⁻¹). Längsschnitt.

stigkeit. Der 5,5 km lange Stollen für die Horlach-Beileitung wurde mit der Vollschnittfräse aufgeföhren und die Sohle mit vorgefertigten Betonschalen ausgekleidet.

Der Zwischenspeicher *Längental* hat als Abschlussbauwerk einen 45 m hohen Staudamm mit 400 m Länge und 114 m Fuss- und 6,00 m Kronenbreite. Er besteht aus 0,4 Mio m³ Ausbruch- und Aushubmaterial und hat wasserseitig eine Oberflächendichtung aus Asphaltbeton (8 cm) auf einer Binderschicht (6 cm).

Das Triebwasser wird vom Zwischenspeicher *Längental* in einem 4680 m langen betonausgekleideten Druckstollen (0,3%; 3,30 m Durchmesser) zum Zweikammerwasserschloss mit Rückstromdrossel hoch über dem Inntal geleitet. Von dort wird es in einem 1906 m langen, teils mit 5,00 m langen, mit Beton werksmässig ausgekleideten Stahlrohren (10 bis 14 mm; 10 cm, B 50) versehenen und teils stahlgepanzerten geneigten Druckschacht (80%; 2,70 bis 2,40 m Durchmesser) [7] mit anschliessender 520 m langer Flachstrecke (Rohrstollen, 1%; 2,20 m Durchmesser) dem Krafthaus *Silz* zugeführt. Die Betonauskleidung und Panzerung spannte man mit Zementhochdruckinjektionen (Tiwaq-Spaltinjektionsverfahren) vor. Der Stollen wurde vom Fenster *Stadling* (1839 m NN) und der Schacht zusätzlich vom Fensterstollen *Mais* (1448 m NN) aus mit einer Fräse aufgeföhren. Im Anschlussbereich an das Wasserschloss wurde zwischen Fels und Beton eine Dichtungsfolie auf einem Vlies eingebaut. Betontechnologisch sind von Interesse der Rinnebeton zum Hinterfüllen der Panzerung des Druckschachtes und der Beton im Schweissnahtbereich der Innenauskleidung im oberen Teil des Druckschachtes.

Das Kraftwerk *Silz* liegt zwischen den Orten *Silz* und *Stams* und ist freistehend auf nach dem Rütteldruckverfahren verdichtetem Talschotter gegründet. Das Krafthaus hat 95 000 m³ umbauten Raum. Das Triebwasser strömt von der Flachstrecke des Druckschachtes durch eine hochbeanspruchte Verteilrohrleitung (48 m³/s) über vier Abzweigungen zu den zwei Maschinensätzen mit zusammen 488 MW. Diese bestehen jeweils aus einer sechsdüsigen Freistrahlturbine (Pelton) und dem wassergekühlten Generator (352 MVA; 500 min⁻¹). Mit diesem verbunden ist

Bild 3. Abteufen des 82 m tiefen Schachtes für das Kraftwerk *Kühtai*; Felswand unter der Auskleidung 3,00 m hoch freistehend.

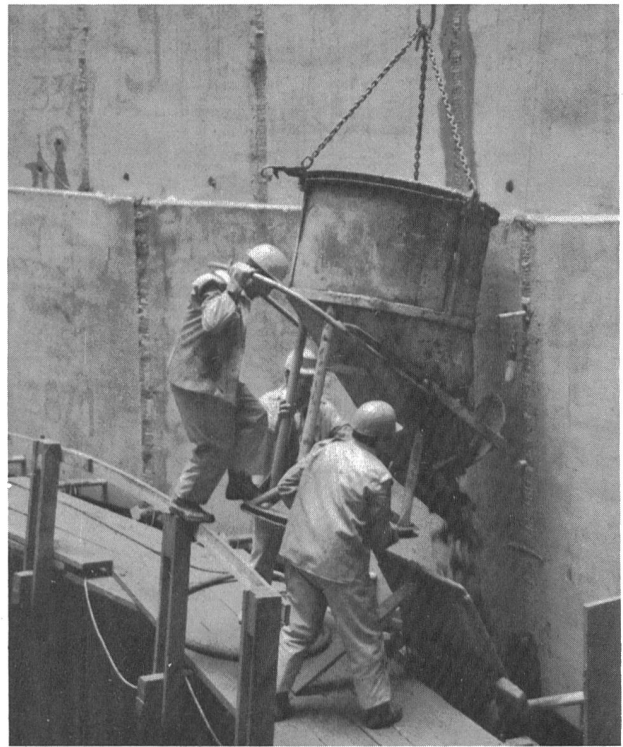
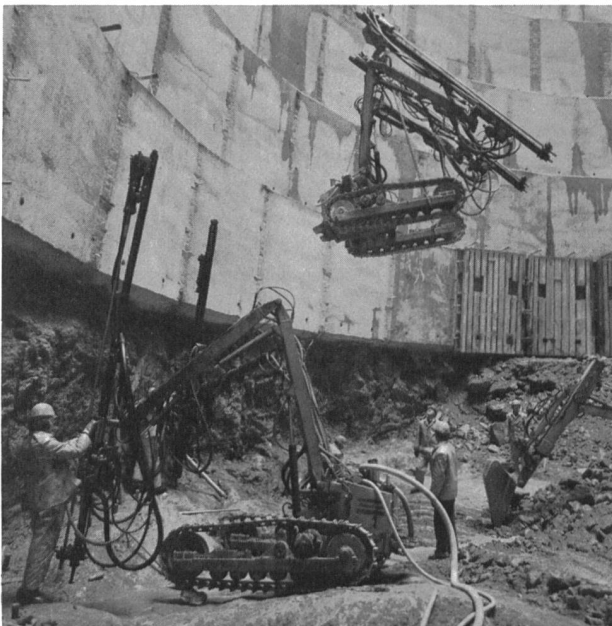


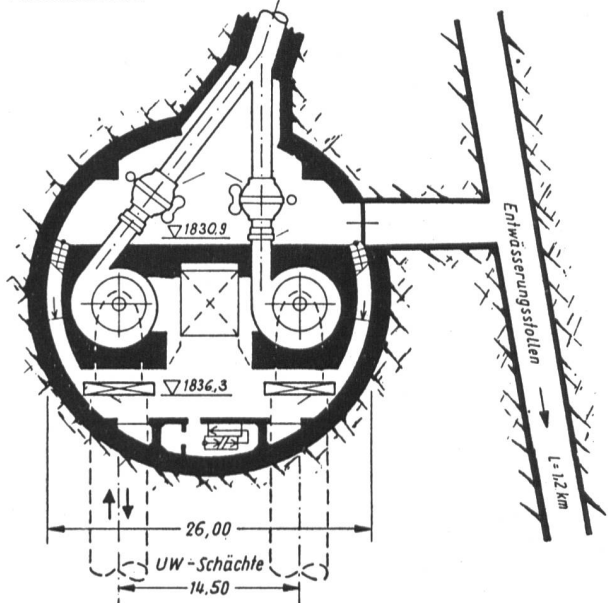
Bild 4. Betonieren der Schachtauskleidung in 3,00 m hohen Ringen für den Bau des Kraftwerkes *Kühtai*.

je ein Transformator. Das in den Turbinen abgearbeitete Wasser fliesst über zwei gedeckte Abläufe zum 30 m breiten, offenen Unterwasserkanal (1158 m) zum Inn.

In der Hauptschaltwarte sind alle Regel-, Steuer- und Überwachungsanlagen für die Kraftwerke *Kühtai* und *Silz* und für alle übrigen Anlagenteile zusammengefasst. Die 220-kV-Freischaltanlage verbindet die Kraftwerksgruppe mit dem Hochspannungsnetz des österreichischen und mitteleuropäischen Verbundbetriebes.

Die dynamischen Belastungen im Kraftwerk *Silz* sind noch höher als im Schachtkraftwerk *Kühtai*, da bei ähnlichen Drehzahlen grössere Massen bewegt werden und ausser-

Bild 5. Pumpspeicherturbinen des Schachtkraftwerkes *Kühtai* mit 247 MW Motor- oder Pumpleistung und 280 MW Generatorleistung mit Anschlüssen an die Speicher *Finstertal* (links) und *Längental* (rechts). Horizontalschnitt in Fundamenthöhe.



dem der Resonanzfall nicht ausgeschlossen werden kann. Dies führte zur Ausbildung besonderer Abstütz- und Verankerungskonstruktionen für die Maschinensätze [6]. Es wurde ein schwindarmer Beton für die Generatordecken und Turbinenböden der Krafthäuser und zum Bestimmen des Wasser- und Zementgehaltes im Frischbeton ein neues Verfahren entwickelt [7].

Mit den vorbereitenden Arbeiten und dem Erschliessen der Baustellen begann man 1970 und mit den eigentlichen Bauarbeiten 1977. Nach nur vierjähriger Bauzeit konnte 1981 der Betrieb der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz aufgenommen werden. Die Jahresstromerzeugung der Tiroler Wasserkraftwerke AG (TiwaG) hat sich um 30% auf 2385 Mio kWh erhöht und die Werkshöchstleistung um 55% auf 1,37 Mio kW. Der Stromverbrauch betrug 1978 in Tirol rund 2800 Mio kWh, das sind etwa 4900 kWh/Einwohner. Die TiwaG exportiert den in ihren Wasserkraftwerken erzeugten wertvollen Spitzenstrom und erhält dafür den für den Landesbedarf erforderlichen Grundlaststrom aus thermischen Kraftwerken aus Deutschland zurück. Dieser Stromaustausch ermöglicht eine besonders kostengünstige Stromversorgung Tirols. Diesem Erfolg mit dem Bau der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz als einer der gröss-

ten Kraftwerksanlagen in den Alpen stehen verhältnismässig geringe Eingriffe in die Landschaft, den Wasserhaushalt – der Restabfluss bleibt im gesamten Einzugsgebiet immer über 50% – und die Umwelt gegenüber.

Literatur

- [1] Pircher W.: Die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz, Einführung und Überblick. Vortrag am 18. Juni 1980 in Innsbruck.
- [2] Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz. TiwaG, Innsbruck 1980, 24 Seiten.
- [3] Pircher W., Schwab H.: Der Staudamm Finstertal der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz in Tirol. «Wasserwirtschaft» 70(1980) Nr. 3, 3 Seiten.
- [4] Winzig E., Werthmann E.: Die Betonierung des Druckschachtes Kühtai. «Zement und Beton» 24 (1979) Nr. 4, S. 182–186.
- [5] Lauffer H., Pircher W.: Abteufen und Sicherung eines 80 m tiefen Kraftwerksschachtes von 30 m Durchmesser. Internat. Kongress über Felsmechanik, Montreux 1979, 8 Seiten.
- [6] Rauch W.: Besondere Probleme der statisch-konstruktiven Bearbeitung der Kraftstationen Kühtai und Silz. Vortrag am 18. Juni 1980 in Innsbruck.
- [7] Werthmann E.: Betontechnologische Probleme beim Bau der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz und ihre Lösung. Vortrag am 18. Juni 1980 in Innsbruck.

Nach Vorträgen auf dem Österreichischen Betontag vom 18. Juni 1980 in Innsbruck und anschliessender Baustellenbesichtigung zusammengestellt von Gunther Brux, Dipl.-Ing., D-6000 Frankfurt/Main 70, Schreyerstrasse 13.

Die Verbauung des Durnagelbaches nach der Katastrophe vom 24./25. August 1944

Ernst Grünenfelder

Aus Anlass der diesjährigen Hauptversammlung des Linth-Limmatverbandes führte am 31. August 1982 eine Exkursion die Teilnehmer zu den Hochwasserschutzbauten am Durnagelbach im Kanton Glarus. Zuerst wurden die Teilnehmer auf die Aussichtsterrasse von Braunwald geführt, von der aus man das Einzugsgebiet des Durnagelbaches überblicken kann. Am Exkursionstag blieb aber leider die Aussicht verhangen. Otto Bächtiger, Vorstandsmitglied

der Durnagelbachkorporation, gab eine gute Übersicht über die Probleme dieses Wildbaches. Unter der Leitung von Ernst Grünenfelder, Bauleiter der Durnagelbachverbauungen, begaben sich die Teilnehmer ins Gebiet Soolsteg-Fallhorn, wo die letzte Bauetappe im Gange ist. Beim gemeinsamen Mittagessen begrüßte Regierungsrat Kaspar Rhyner, Baudirektor des Kantons Glarus, die Anwesenden. Die statutarischen Geschäfte konnten unter dem Präsidium von alt Stadtrat Adolf Maurer reibungslos abgewickelt werden. GW

Der Durnagelbach,

der schlimmste der im Glarnerland so zahlreich vorhandenen Wildbäche, ist ein rechtsseitiger Zufluss der Linth. Sein Einzugsgebiet misst 19,2 km² und die entsprechende Höchstwassermenge wird auf 140 m³/s geschätzt. Die kri-

Bild 1, links. Der Durnagelbach im Kanton Glarus schwillt bei starker Wasserführung zum gefährlichen Wildbach an. Hier fliesst er noch durch die Öffnungen der Sperre Nr. 9, da diese noch nicht hinterfüllt ist. Im Hintergrund sind die Sperren Nr. 10 bis 12 von unten nach oben im Bau.

Bild 2, rechts. Der Durnagelbach im Kanton Glarus ist ein gefährlicher Wildbach. Seit den grossen Verwüstungen im Jahre 1944 wird sein Lauf systematisch verbaut. Das Bild zeigt die fünf kürzlich fertiggestellten Sperren Nr. 7 bis 11 bachabwärts gesehen. Ein sehr starker Murgang hat diese Sperren bereits wieder hinterfüllt. Auch mit grossem Aufwand und starken Konstruktionen ist es nicht einfach, die Naturgewalten im Durnachtal auch nur einigermassen zu bewältigen.

