

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Band:** 74 (1982)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Hochwasserentlastungen brasilianischer Talsperren : drei Eindrücke vom ICOLD-Kongress 1982 in Rio de Janeiro  
**Autor:** Vischer, Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941160>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

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

# Hochwasserentlastungen brasilianischer Talsperren; drei Eindrücke vom ICOLD-Kongress 1982 in Rio de Janeiro

Daniel Vischer

## Zusammenfassung

Am Beispiel brasilianischer Talsperren werden drei neuere Entwicklungen im Bau von grossen Hochwasserentlastungen geschildert: Die Wahl grosser spezifischer Abflüsse bis  $185 \text{ m}^3/\text{s m}$ , die Kavitationsverminderung durch Luft eintrag von einigen Prozenten des Abflusses, der Einsatz von stahlfaserverstärktem Beton als Erosionsschutz.

**Résumé:** Grands déversoirs brésiliens – trois impressions du Congrès CIGB 1982 à Rio de Janeiro

A l'exemple de quelques barrages brésiliens, l'auteur décrit trois développements nouveaux lors de la construction de grands déversoirs: le choix de débits spécifiques élevés allant jusqu'à  $185 \text{ m}^3/\text{s m}$ , la diminution de la cavitation par entraînement d'air de l'ordre de quelques pourcents du débit, l'application de béton armé de fibres de fer pour la protection contre l'érosion.

**Abstract:** Large Spillways in Brazil – Three Impressions from the ICOLD-Congress in Rio de Janeiro

Taking some Brazilian dams as an example, the author describes three new developments in the construction of large spillways: the choice of high specific discharges up to  $185 \text{ m}^3/\text{s m}$ , the prevention of cavitation through air entrainment of the order of some percent of the discharge and the application of steel fiber reinforced concrete as a protection against erosion.

Ende 1980 besass Brasilien 462 Talsperren von über 30 m Höhe, davon wurden 20 zwischen 1978 und 1980 fertiggestellt; zusätzliche 38 waren im Bau [1]. Diese Zahlen vermitteln ein eindrückliches Bild dieses aufstrebenden Landes: Unglaublich, was dort zurzeit an Wasserbauten verwirklicht wird! Die umfangreichsten unter ihnen sollen der Wasserkraftnutzung dienen. Von der mit einer Endleistung von 12 600 MW grössten Wasserkraftanlage der Welt, Itaipú am Paraná, war in dieser Zeitschrift bereits die Rede [2]. Über die nicht minder imposante Wasserkraftanlage Tucuruí am Tocantins wird im vorliegenden Heft gesondert berichtet [3]. Die Superlative hinsichtlich Ausdehnung, Kubaturen, Leistung und Produktion erwecken Staunen, Bewunderung und vielleicht sogar – wenn man an die engen Verhältnisse und an das bereits ausgeschöpfte Wasserkraftpotential der Schweiz denkt – Sehnsucht. Der Verfasser will es aber unterlassen, hier schlechthin Gigantisches darzustellen. Er beschränkt sich darauf, aus der Fülle seiner Eindrücke drei herauszugreifen, die die Hochwasserentlastungen der neueren Talsperren betreffen.

## 1. Hohe spezifische Abflüsse

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Bedeutung einer Hochwasserentlastungsanlage zu kennzeichnen. Die

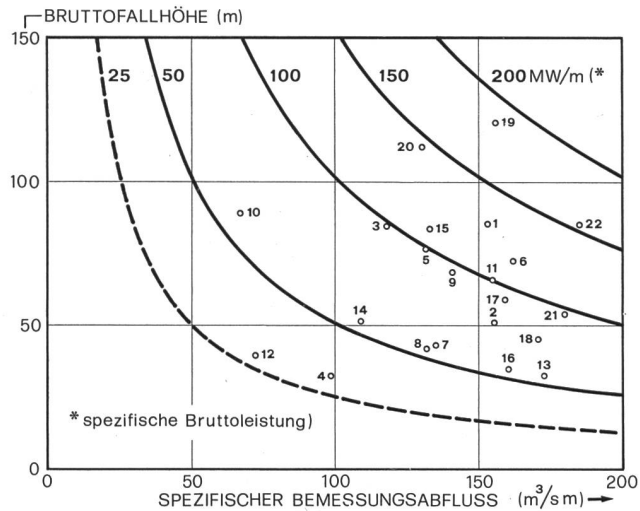


Bild 1. Kenngrößen brasilianischer Hochwasserentlastungen (die Ziffern beziehen sich auf Tabelle 1): Bruttofallhöhe, spezifischer Bemessungsabfluss (nach [5]) und zugehörige Bruttoleistung.

Tabelle 1. Bemessungsabflüsse für brasilianische Talsperren nach [5].

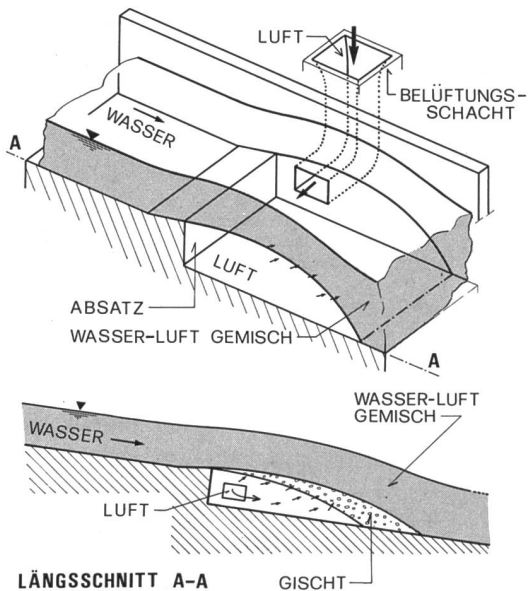
Sperre	Abfluss $\text{m}^3/\text{s}$	Sperre	Abfluss $\text{m}^3/\text{s}$
1 Furnas	13 000	12 Volta Grande	12 700
2 Estreito	13 000	13 Jaguará	14 000
3 Funil	2 700	14 Três Marias	8 700
4 Porto Colombia	16 000	15 Emborcação	7 800
5 Marimondo	21 400	16 Salto Santiago	24 100
6 Itumbiara	16 200	17 Salto Osório I	15 000
7 Água Vermelha	20 000	18 Salto Osório II	12 500
8 Três Irmaos	9 500	19 Foz do Areia	11 000
9 Ilha Solteira	40 000	20 Pedra do Cavallo	12 000
10 Xavantes	3 200	21 Tucuruí	100 000
11 Sao Simao	21 400	22 Itaipú	62 000

wichtigste Grösse ist das Bemessungshochwasser, die zweitwichtigste die zugehörige Fallhöhe. Vom Produkt, das heisst von der hydraulischen Leistung, wird erstaunlicherweise kaum gesprochen, obschon sie als Fallenergie pro Zeiteinheit immer augenfällig in Erscheinung tritt.

Beim Vergleich mehrerer Hochwasserentlastungen zieht der Praktiker gerne den spezifischen Bemessungsabfluss heran. Es handelt sich um den Quotienten aus dem Bemessungsabfluss und der Breite der Hochwasserentlastung an einem bestimmten Ort, beispielsweise auf der Überfallkrone, in der Schussrinne, auf der Sprungschanze oder im Tosbecken. Denn dieser spezifische Bemessungsabfluss ist zusammen mit der Fließgeschwindigkeit für eine ganze Reihe von hydraulischen Problemen massgebend: Abrasion, Kavitation, Vibration, Erosion usw. So ergab eine vom Französischen Nationalkomitee für Grosse Talsperren 1979 durchgeführte internationale Umfrage [4], dass die in Schussrinnen auftretenden Kavitationsschäden bei spezifischen Abflüssen über  $150 \text{ m}^3/\text{s m}$  sehr stark werden können.

Es ist nun auffällig, dass viele brasilianische Talsperren-Schussrinnen mit hohen spezifischen Bemessungsabflüssen entworfen wurden. Bild 1 vermittelt eine Übersicht über 22 Anlagen mit Bemessungsabflüssen zwischen 2700 und  $100\,000 \text{ m}^3/\text{s}$  (siehe Tabelle 1). Daraus kann entnommen werden, dass 10 Hochwasserentlastungen einen spezifischen Bemessungsabfluss über  $150 \text{ m}^3/\text{s m}$  aufweisen; bei Itaipú und Tucuruí werden sogar Werte von  $185$  bzw.  $180 \text{ m}^3/\text{s m}$  erreicht.

Im selben Bild 1 wird auch der Bezug zur Fallhöhe und zur hydraulischen Leistung pro Meter Schussrinnenbreite hergestellt. Dabei werden die längs der Hochwasserentlastung



**LÄNGSSCHNITT A-A**  
 Bild 2. Belüftungsdispositiv für eine Schussrinne: Der vom Absatz erzeugte Strahl reißt auf seiner Unterseite Luft mit, die durch die Belüftungsschächte seitlich zuströmt (Prinzip der Wasserstrahl-Luftpumpe).

stung auftretenden hydraulischen Verluste vernachlässigt, das heisst, es handelt sich jeweils um die Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser und um die zugehörige Bruttoleistung. Hinsichtlich dieser Bruttoleistung sind in Brasilien offensichtlich die Anlagen Foz do Areia und Itaipú mit 184 bzw. 154 MW/m führend.

Angesichts der hohen spezifischen Bemessungsabflüsse erhebt sich die Frage, ob es sich bei den brasilianischen Hochwasserentlastungen um besonders kühne Bauwerke handelt. Dies kann teilweise bejaht werden; deshalb ist nicht auszuschliessen, dass bei einigen entsprechende Schäden auftreten werden. Die erwähnten «Spitzenreiter» Itaipú und Tucuruí sind ja noch nicht in Betrieb, so dass Erfahrungen fehlen. Diese werden sich aber bald nach Inbetriebnahme einstellen. Denn beide Anlagen dienen der Wasserkraftnutzung und sollen zunächst nicht voll ausgebaut werden. Das bedeutet, dass sie in den ersten Betriebsjahren nur mit Teillast fahren und somit viel Überschusswasser über ihre Hochwasserentlastung abgeben werden. Diese wird folglich von Anfang an während längerer Zeit beansprucht werden, allerdings nicht unbedingt mit dem Bemessungshochwasser, aber doch mit zahlreichen kleineren Hochwässern.

Andererseits ist zu sagen, dass in Brasilien schon viele hochbeaufschlagte Hochwasserentlastungen seit längerer Zeit in Betrieb sind und sich die dort beobachteten Schäden in annehmbaren Grenzen halten [5]. Beispielsweise bestehen die hinsichtlich spezifischem Bemessungsabfluss dritt- und viertgrössten Anlagen Jaguara und Salto Osório seit 1970 und 1976 und scheinen keine Probleme aufzuwerfen. Zudem ergreifen die Brasilianer bei ihren neuen Hochwasserentlastungen ganz besondere Massnahmen gegen die Kavitation, Massnahmen, die Gegenstand der nächsten beiden Abschnitte sind.

## 2. Kavitationsverminderung durch Lufteintrag

Unter Kavitation versteht man die Bildung von kleinen Dampfblasen in einer Strömung bei Unterdruck. Diese Erscheinung ist für Wasserbauten schädlich, weil bei der Rückbildung der Dampfblasen – das heisst bei deren In-sichzusammenfallen – Druckstösse entstehen, die unmittelbar benachbarte Festkörper angreifen. So wurden auch an Hochwasserentlastungen entsprechende Kavitations-

schäden beobachtet; sie äussern sich durch eine flächenhafte Erosion der befallenen Betonteile und verleihen diesen ein rauhes Aussehen.

Als gefährdet gelten insbesondere Schussrinnen bei Abflussgeschwindigkeiten von 40 m/s und mehr, wo kleinste Unebenheiten in der Sohle zu hohen lokalen Unterdrücken und damit zur Kavitation führen können. Nun ist aber schon seit den fünfziger Jahren bekannt, dass die Kavitation durch den Eintrag von Luftblasen vermindert oder sogar verhindert werden kann. Offenbar wirken die in der Strömung verteilten Luftblasen als federnde Elemente, die die Druckstösse auffangen; die Luftblasen sind gewissermassen kleine Stossdämpfer. Die ersten Anwendungen dieser Erkenntnis auf Hochwasserentlastungen stammen aus den sechziger Jahren, entsprechende systematische Untersuchungen wurden Anfang der siebziger Jahre in den USA und in der UdSSR durchgeführt.

Seither gilt der Lufteintrag in verschiedenen Ländern als Standardlösung zur Kavitationsminderung [7], so auch in Brasilien. Als wegweisend erwies sich dort die Hochwasserentlastung der Wasserkraftanlage Foz do Areia am Rio Iguacu [6]. Sie besteht aus einem Stirnüberfall mit vier Öffnungen, die mit Segmentschützen von  $14,5 \times 18,5$  m abgeschlossen werden können, und einer anschliessenden Schussrinne von 400 m Länge, 70,6 m Breite und 25,8% Gefälle, die in einer Sprungschanze endet (Bild 3). Das Bemessungshochwasser beträgt  $11\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ , die Fallhöhe vom Stauziel ins Unterwasser 120 m. Wie bereits im vorangehenden Abschnitt erwähnt, handelt es sich bezüglich

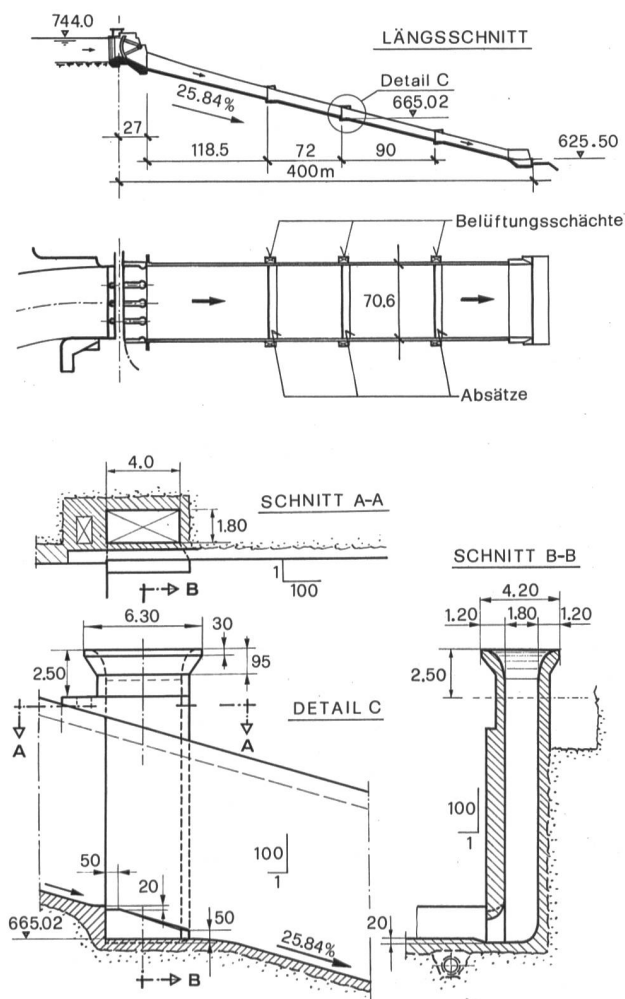


Bild 3. Hochwasserentlastung Foz do Areia, Brasilien. Oben: Längsschnitt und Situation. Unten: Details der Belüftungsschächte und der Absätze (aus [6]).

der spezifischen Bruttoleistung um eine Spitzenanlage Brasiliens (siehe Punkt 19 in Bild 1).

Das zugehörige Belüftungsdispositiv wurde aufgrund von hydraulischen Modellversuchen an der Universität von Curitiba entwickelt und ist in Bild 2 skizziert. Mit einem kleinen Absturz wird erreicht, dass sich der Schussrinnenstrahl auf einer kurzen Strecke von der Sohle abhebt und dort einen Unterdruckbereich erzeugt, in den von der Seite Luft einströmt. Diese Luft wird vom Strahl mitgerissen und durchsetzt den Abfluss laufend mit kleinen Luftblasen. Die Funktionsweise entspricht derjenigen einer Wasserstrahlpumpe und ist wenig störungsanfällig. Wichtig ist, dass längs der kavitationsgefährdeten Schussrinnensohle eine Luftkonzentration von einigen Prozenten erzeugt wird. Die Luftblasen unterliegen dem Auftrieb und steigen deshalb längs einer gewissen Fließstrecke auf, das heisst, die beim Absturz erzeugte Luftkonzentration nimmt in Fließrichtung ab. Daher muss 50 bis 100 m unterhalb des ersten Absturzes ein zweiter eingebaut werden usw. Bild 3 zeigt die für Foz do Areia gewählte Anordnung von drei Abstürzen mit den zugehörigen seitlichen Belüftungsschächten.

Interessant sind die Messungen, die seit der Inbetriebnahme der Hochwasserentlastung Foz do Areia 1980 bei Abflüssen von 500 bis 3300 m<sup>3</sup>/s durchgeführt worden sind. Sie ergaben für den obersten Absturz unter anderem die in Tabelle 2 enthaltenen Werte und belegen die Wirksamkeit des Belüftungsdispositivs für Abflüsse bis zu fast einem Drittel des Bemessungsabflusses. Aufgrund der Modellversuche ist zu erwarten, dass der Lufteintrag für den Bemessungsabfluss von 11 000 m<sup>3</sup>/s zwar kleiner sein wird als bei Drittlast, aber vermutlich immer noch genügend gross, um eine mittlere Luftkonzentration von einigen Prozenten zu gewährleisten.

Gestützt auf diese Messungen werden nun auch die Schussrinnen neuerer Anlagen entworfen und gebaut, so beispielsweise diejenigen von Itaipú oder Pedra do Cavalo (Bild 4).

Tabelle 2. Lufteintrag in der Schussrinne von Foz do Areia nach [6].

	Versuch 5		Versuch 7
Abfluss	m <sup>3</sup> /s	535	3300
Lufteintrag	m <sup>3</sup> /s	395	730
Luftkonzentration	%	42	18
Abflusstiefe	m	0,38	1,64
Fließgeschwindigkeit	m/s	19,9	28,5
Strahlwurfweite	m	8,2	14,0
Luftunterdruck unter dem Strahl	m WS	0,08	0,23

### 3. Oberflächenschutz durch stahlfaserverstärkten Beton

Stahlfaserverstärkter Beton besteht aus einer Mischung von gewöhnlichem Beton mit Stahlfasern. Der Fasergehalt liegt in der Grössenordnung von 0,5 bis 1,5%; bei kleineren Werten sind die Fasern zu wenig wirksam, bei höheren stellen sich Schwierigkeiten bei der Betonverarbeitung ein. Die Abmessung der Fasern richtet sich nach den Betonzuschlagstoffen und insbesondere nach der Grösse des Maximalkorns. Heute werden Längen im Bereich von 13 bis 64 mm bei Durchmessern von 0,25 bis 0,50 mm empfohlen [8].

Die Stahlfasern verstärken die Zementmatrix bzw. den Mörtel des Betons und schaffen damit ein Verbundmaterial, das der Rissebildung entgegenwirkt. Das heisst, die Fasern verhindern oder verlangsamen die Ausbreitung von Mikrorissen; ihre Wirkung könnte daher mit dem Begriff «Mikroarmierung» umschrieben werden. Die Stahlfasern verleihen dem Beton eine Reihe von Eigenschaften,

die dem gewöhnlichen Beton abgehen, nämlich unter anderem eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Schlag, Kavitation, Zug, Schub und Ermüdung sowie eine bessere Verformbarkeit und eine höhere Tragfähigkeit nach erfolgter Rissebildung. Weitere Einzelheiten finden sich in einem soeben vom Internationalen Komitee für Grosse Talsperren herausgegebenen Bericht [8], dem auch die Tabelle 3 entnommen ist.

Tabelle 3. Erhöhung des Betonwiderstandes durch Beigabe von Stahlfasern nach [8].

Widerstand gegen:	Erhöhung in %
Schlag	100 bis 200
Kavitation	300
erste Rissebildung	25 bis 100
Zug	25 bis 150
Biegung	25 bis 200
Druck	-25 bis 75
Ermüdung	50 bis 100

Der in Tabelle 3 angeführte Widerstand gegen Kavitation wurde vom US Corps of Engineers ermittelt, und zwar unter ähnlichen Bedingungen, wie sie auf Schussrinnen von Hochwasserentlastungen herrschen: Bei einer Fallhöhe von 75 m wurden 1,7 m<sup>3</sup>/s Wasser mit einer Geschwindigkeit von rund 37 m/s sowohl über gewöhnliche als auch über stahlfaserverstärkte Betonplatten von 0,53 m Breite und 3 m Länge geleitet [9]. Dabei wurde die Kavitation durch kleine Unregelmässigkeiten auf der Betonoberfläche bewusst begünstigt. Für jede Betonplatte wurde jeweils die durch Kavitation verursachte Erosionsziffer in Funktion der Versuchsdauer gemessen. Bild 5 zeigt die Ergebnisse einer Versuchsreihe graphisch und gibt zu folgenden Bemerkungen Anlass: Der frappante Unterschied zwischen dem gewöhnlichen und dem stahlfaserverstärkten Beton lässt sich einerseits durch die bereits beschriebene Wirkung der «Mikroarmierung» erklären. Andererseits beruht er auch auf dem Umstand, dass die Stahlfasern einen höheren Zementgehalt nicht nur erheischen, sondern auch zulassen. Der stahlfaserverstärkte Beton kann mit einem höheren Bindemittelgehalt hergestellt werden und weist damit in mancher Hinsicht eine bessere Widerstandsfähigkeit auf.

Es ist folglich naheliegend, den stahlfaserverstärkten Beton an kavitationsgefährdeten Stellen in Hochwasserentla-

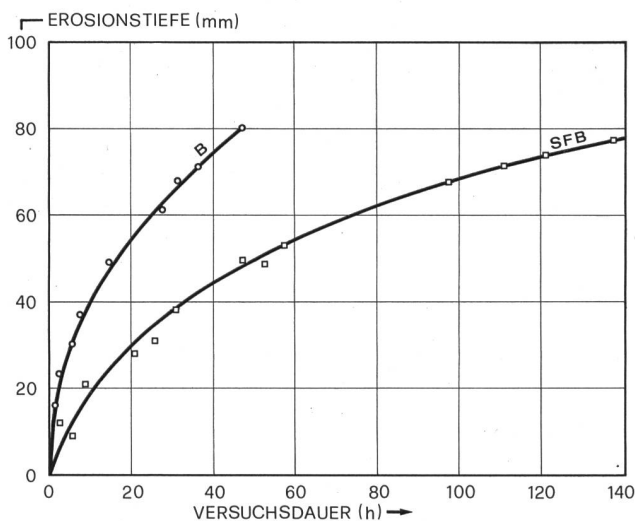


Bild 5. Kavitationswiderstand von Betonplatten nach [9]. Abhängigkeit der Erosionstiefe von der Versuchsdauer. Kurve B für gewöhnlichen Beton mit einem Zementgehalt von 356 kg/m<sup>3</sup>. Kurve SFB für stahlfaserverstärkten Beton mit einem Zementgehalt von 418 kg/m<sup>3</sup> und einem Fasergehalt von 83 kg/m<sup>3</sup>.

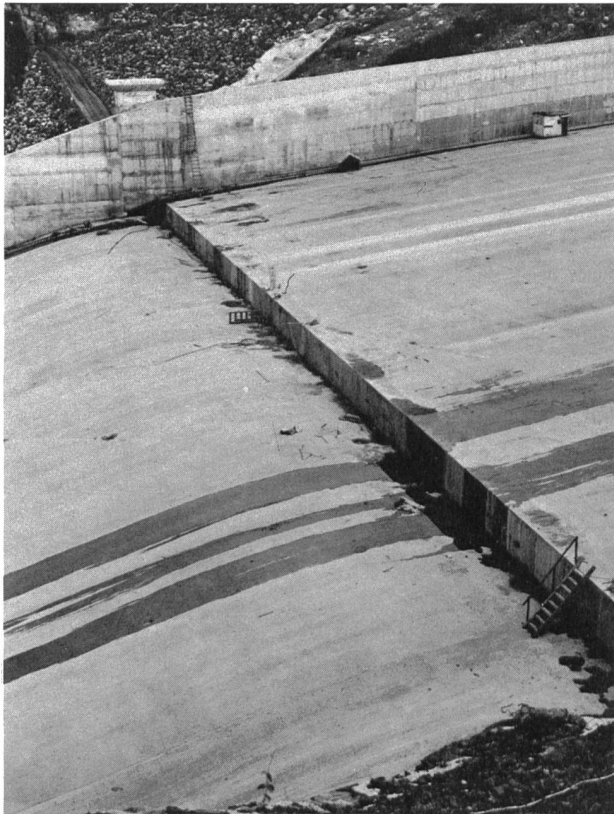


Bild 4. Hochwasserentlastung Pedra do Cavalo. Foto der Schussrinne mit Belüftungsdispositiv gemäss Bild 2, Bauzustand Mai 1982.

stungen – also auf Schussrinnen, auf Sprungschanzen, 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 m<sup>3</sup>) 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 m<sup>3</sup>) 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 km<sup>2</sup> grossen Einzugsgebiet zu 87% aus dem nur 3 Mio m<sup>3</sup> grossen Zwischenspeicher Längental mit 17 km<sup>2</sup> eigenem und zusammen mit den Bachüberleitungen aus dem Ötztal, Stubai- und Sellrain-Gebiet 140 km<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> 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.