

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 87 (1995)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Stauanlage Panix  
**Autor:** Lier, Peter / Obrist, Walter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940436>

#### 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:** 21.02.2026

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

# Stauanlage Panix

## Von der Planung zur Realisierung

Peter Lier und Walter Obrist

### 1. Einleitung

Die Kraftwerke Ilanz bestehen aus 2 Kraftwerksstufen: der Hochdruck-Speicheranlage Panix und dem Mitteldruck-Laufkraftwerk Tavanasa (Bild 1).

Die Stauanlage Panix bildet das Kernstück der Stufe Panix (Bild 3). Das Staubecken mit einem Nutzinhalt von rund 7 Mio m<sup>3</sup> erlaubt einen teilweisen Rückhalt der aus dem Schmuerbach und Siaterbach anfallenden Wassermengen und dient weitgehend dem Tages- respektive Wochen- ausgleich. Ein rund 8 km langer Druckstollen führt das Wasser zum Wasserschloss oberhalb des Dorfes Ruschein und von dort über einen Druckschacht beziehungsweise eine teilweise im Boden verlegte Druckleitung zur rund 750 m tiefer gelegenen Zentrale in Ilanz. Die Ausbauwassermenge beträgt 8 m<sup>3</sup>/s und die installierte Leistung der Doppelrad-Pelton-Maschine 52,3 MW.

In der gleichen Zentrale wird auch das von den Kraftwerken Vorderrhein bei Tavanasa in ein Ausgleichsbecken abgegebene Wasser sowie der Abfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet des Vorderrheins genutzt (Bild 1). Die Strecke zwischen dem Becken in Tavanasa und der Zentrale in Ilanz misst rund 12,5 km, während die entsprechende Höhendifferenz ein nutzbares Gefälle von 97 m zulässt. Mit einer Ausbauwassermenge von 50 m<sup>3</sup>/s ergibt sich für die Stufe Tavanasa eine installierte Leistung von 34,5 MW. Die jährliche Energieproduktion beläuft sich bei der Stufe Tavanasa auf 125 Mio kWh respektive 135 Mio kW bei der Stufe Panix.

Die offizielle Inbetriebnahme der Kraftwerksanlage Ilanz und damit auch der Staumauer Panix erfolgte im Mai 1993 und damit beinahe 40 Jahre nach den ersten Bemühungen der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK) um den Ausbau der Wasserkräfte in diesem Gebiet.

### 2. Vorgeschichte

Bereits in den fünfziger Jahren regten die NOK den Gesamtausbau der Wasserkräfte im Vorderreintal an. Infolge der starken Konkurrenz durch andere Interessengruppen musste die Realisierung eines Gesamtplans jedoch schon bald aufgegeben werden. So bewarben sich die NOK im November 1962 unter anderem auch um die Konzession für die beiden Kraftwerksstufen Tavanasa und Panix. Nach langwierigen Verhandlungen wurde dem Gesuch im August 1964 entsprochen.

Durch die Mitte der sechziger Jahre rasch wachsende Teuerung und die günstigen Absatzpreise für Kernenergie verlor der Bau der Kraftwerke Ilanz trotz erteilter Konzession zusehends an Attraktivität. Um jedoch den Verfall der Konzession zu verhindern, wurde mit den zuständigen Behörden eine Fristverlängerung für den Beginn der Bauarbeiten bis ins Jahr 1979 vereinbart. Durch die Ölkrise im Jahre 1973 und die Entspannung auf dem Bau- und Kapitalmarkt verbesserten sich die Voraussetzungen für die Realisierung der beiden Kraftwerke schlagartig. In der Folge wurde der durch die NOK im Juli 1978 gefällte Baubeschluss jedoch aus Gründen des Naturschutzes stark bekämpft, und die eben erst angelaufenen Bauarbeiten mussten kurzfristig wieder eingestellt werden. Durch den Bundesgerichtentscheid vom 29. Februar 1984 konnten schliesslich auch die letzten Einsprachen bereinigt werden, und der Weiterführung der Bauarbeiten stand, 5 Jahre nach dem eigentlichen Baubeginn, nichts mehr im Wege.

Auch die Aushubarbeiten für die Staumauer Panix konnten somit, entsprechend den überarbeiteten Terminplänen, im Sommer 1986 in Angriff genommen werden.

Obwohl die topographischen und geologischen Verhältnisse auf der Alp Panix die Wahl einer Gewichtsmauer begünstigten, wurde im Zuge der Vorabklärungen auch eine Variante mit einem Erddamm geprüft, aus wirtschaftlichen Gründen aber wieder verworfen. Verschiedene Möglichkeiten mit grösseren Speicherkapazitäten hätten eine Konzessionsänderung erfordert und wurden aus diesem Grund nicht weiterverfolgt.

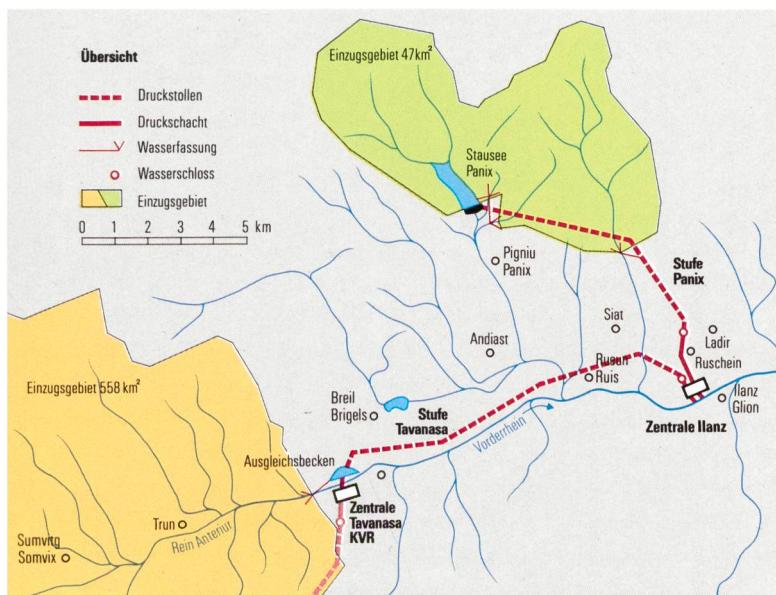


Bild 1. Die Anlagen der Kraftwerke Ilanz mit den Stufen Tavanasa und Panix.

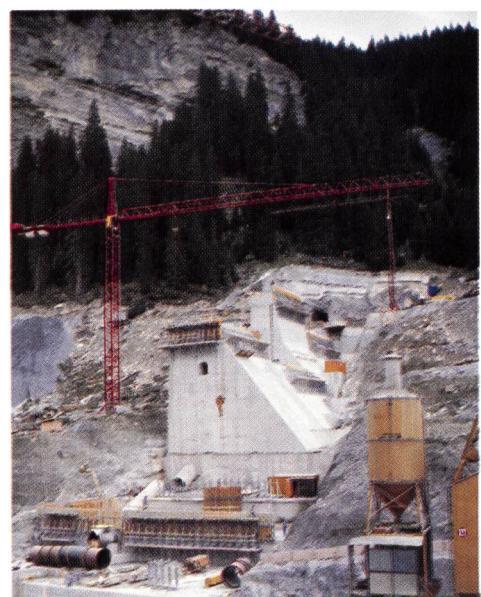


Bild 2. Bau des linken Widerlagers der Staumauer Panix.

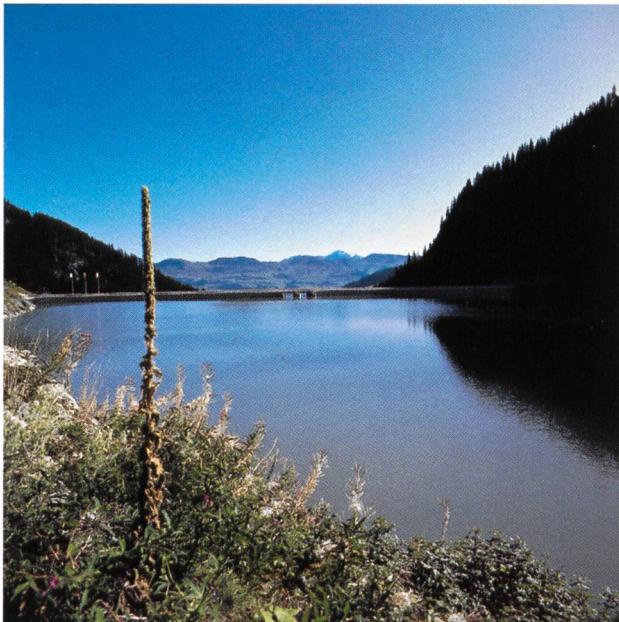


Bild 3. Staumauer und See Panix.

### 3. Voruntersuchungen

#### Geologie

Die Sperrstelle Panix liegt ganz im paraautochthonen Malm am südlichen Ende der Alp Panix, unmittelbar oberhalb des Eintrittes des Schmuerbachs in eine steil abfallende Schlucht (Bild 3). Auf der rechten Talflanke ist die Mauer in Quintnerkalk eingebunden, während die Fundation auf der linken Seite aus Korallenkalk besteht. In ihrem felsmechanischen Verhalten unterscheiden sich die beiden Formationen jedoch kaum. Die Malmkalke gelten ganz allgemein als idealer Baugrund für Staumauern, insbesondere gilt dies bezüglich ihrer Verformungs- und Elastizitätseigenschaften. Aufgrund der 1963 und 1978 durchgeführten Sondierkampagnen verfügt die Lockergesteinsdecke im gesamten Mauerbereich über eine geringe Mächtigkeit.

Eine Fernversickerung aus dem Stauraum kann anhand der festgestellten hydrogeologischen Verhältnisse ausgeschlossen werden. Das Umfließen der Sperrstelle, insbesondere durch die rechte Talflanke, ist unter Berücksichtigung der Ergebnisse verschiedener Färbversuche ebenfalls wenig wahrscheinlich. Periodische Messungen von Piezometern und die Beobachtung von Quellen talseits der Mauer und in der Schmuerbachschlucht dienen jedoch auch heute noch der Kontrolle allfälliger Sickerverluste.

**Hydrologie**

Die Zuflüsse zur Stufe Panix erreichen im Mitteljahr rund 80 Mio m<sup>3</sup>, davon entfallen 17 Mio m<sup>3</sup> auf das Winterhalbjahr und 63 Mio m<sup>3</sup> auf das Sommerhalbjahr. Durch die Speicherung im Stausee Panix lässt sich neben dem Tages- und Wochenausgleich auch der Winteranteil der turbinierten Wassermenge von 21 % auf rund 30 % steigern.

Das für den Standort der Staumauer massgebende 1000jährliche Hochwasser verfügt aufgrund der hydrologischen Berechnungen über eine Abflussspitze von 100 m<sup>3</sup>/s.

#### Betonzuschlagsstoffe und Betonvorversuche

Bereits 1979 wurde im Gebiet der Alp Panix ein geeigneter Steinbruch zur Gewinnung der Betonzuschlagsstoffe gesucht. Die Alluvionen des Talbodens wie auch der reichlich vorhandene Gehängeschutt erwiesen sich als ungeeignet. Als möglicher Standort für einen Steinbruch wurden daher vor allem die Talflanken der Alp Panix einer näheren Prü-

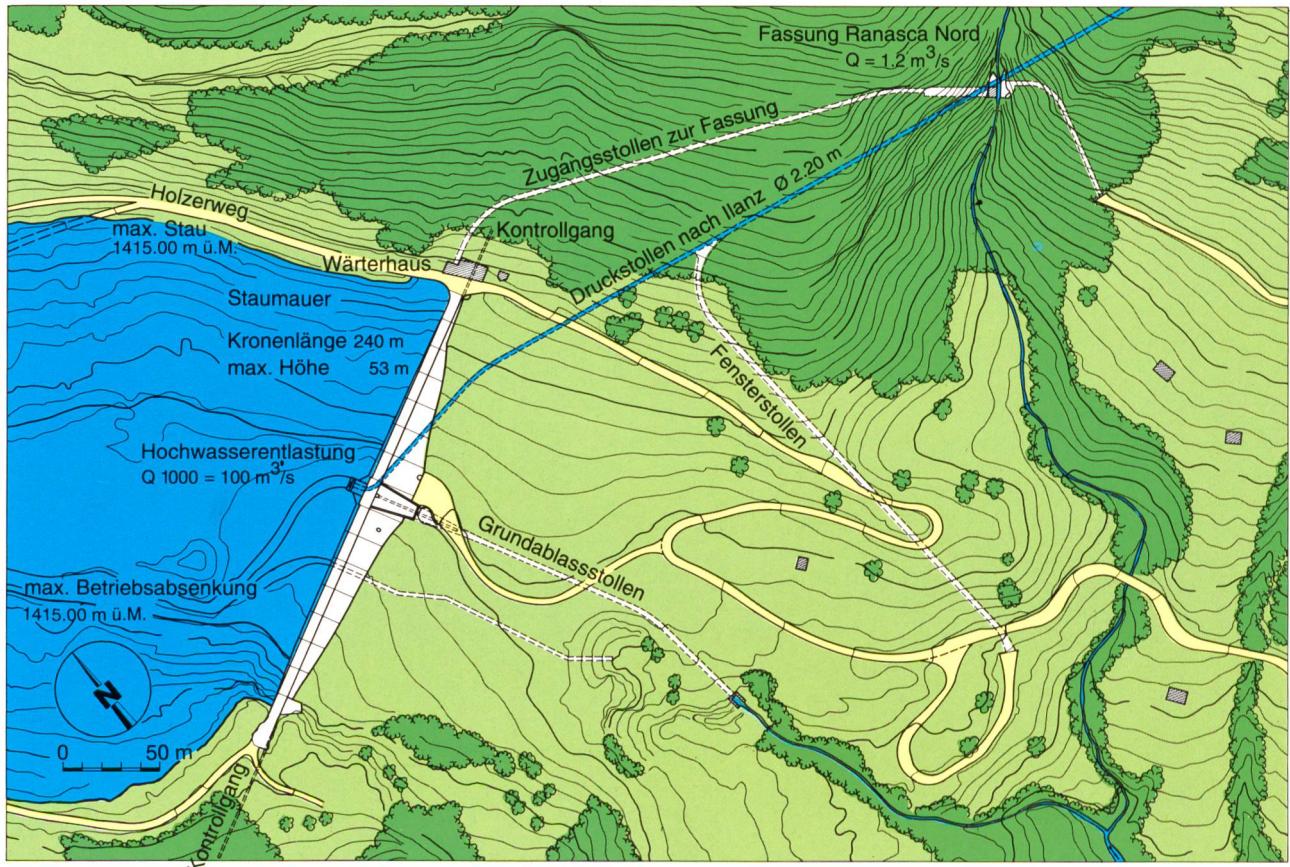


Bild 4. Situation der Staumauer Panix samt Nebenanlagen und Triebwassersystem.

fung unterzogen. Schliesslich einigte man sich auf einen Felskopf aus massigen Korallenkalken am rechten Ufer des späteren Stausees. Ein im besagten Gebiet vorgetriebener Sondierstollen lieferte nicht nur Aufschlüsse über die Ge steinsbeschaffenheit, sondern auch das nötige Material für die Durchführung von entsprechenden Betonvorversuchen. Die mit Hilfe verschiedener Prüflabors durchgeföhrten Versuche sollten Angaben über die Eignung der Zuschlagsstoffe, die erzielbaren Betonqualitäten sowie die optimalen Rezepturen geben. Das Material erwies sich als geeignet und auch der Abbau im gewünschten Ausmass als realisierbar.

### Erschliessung der Alp Panix

Mit dem seit 1979 trotz verschiedener hängiger Verfahren vorangetriebenen Ausbau der Strasse zur Alp Panix stand ab Sommer 1982 eine in allen Belangen ausreichende Bau stellenzufahrt zur Verfügung. Die Fahrbahnbreite beträgt durchgehend 3,50 m, die maximale Steigung 16% und die zulässige Höchstbelastung 16 t.

## 4. Projekt

### Konzept

Die Stauanlage Panix liegt, wie bereits erläutert, unmittelbar beim Austritt des Schmuerbachs aus dem Talkessel der Alp Panix (Bilder 3 und 4). Die Sperré ist als Gewichtsmauer konzipiert und schliesst das Tal bis zu einer maximalen Höhe von 50 m durch 18 je 15 m breite, aneinander gereihte Blöcke ab (Bild 5). Die Dichtheit der Blockfugen wird durch ein nahe der Wasserseite von der Fundation bis zur Krone durchlaufendes, 50 cm breites Spezialfugen band sichergestellt. Die Hauptdaten der Gewichtsmauer lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Maximale Höhe über der Fundation	53 m
Luftseitige Neigung der Mauer	1 : 0,79%
Höhenlage der Mauerkrone	1452 m ü. M.
Maximaler Betriebsspiegel	1450 m ü. M.
Tiefste Betriebsabsenkung	1415 m ü. M.
Kronenlänge	240 m
Kronenbreite	5 m
Maximale Mauerstärke am Mauerfuss	40 m
Betonvolumen	160 000 m <sup>3</sup>
Nutzbarer Speicherinhalt	7,3 Mio m <sup>3</sup>

Die Spannungs- und Verformungsanalyse der Mauer erfolgte mit einem zweidimensionalen, auf der Methode der «Finiten Elemente» basierenden Rechenprogramm. Für die Stabilitätsuntersuchungen gelangten die gängigen Methoden zur Anwendung, wobei die üblichen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen waren.

### Injektionen

Zur Abdichtung des an sich dichten Felsuntergrunds genügten im wesentlichen einreihig angeordnete Injektionsbohrungen mit einer Tiefe von 5 bis 8 m und Abständen zwischen 50 und 100 cm. Ziel dieser «Anheftinjektionen» war es, die Durchlässigkeit im aufgelockerten oberflächennahen Fundationsbereich zu vermindern. Einzig beim Übergang vom Korallenkalk zum Quintnerkalk führte die ungenügende Gebirgsdichtigkeit zu Injektionstiefen von bis zu 70 Metern (für weitere Details wird auf den speziell den Injektionen gewidmeten Beitrag von Prof. Dr. F. K. Ewert verwiesen).

Zur weiteren Reduktion der Auftriebskräfte wurden im mittleren Bereich der Mauer und talseits der Anheftinjektionen 17 rund 20 m tiefe Drainagebohrungen angeordnet.

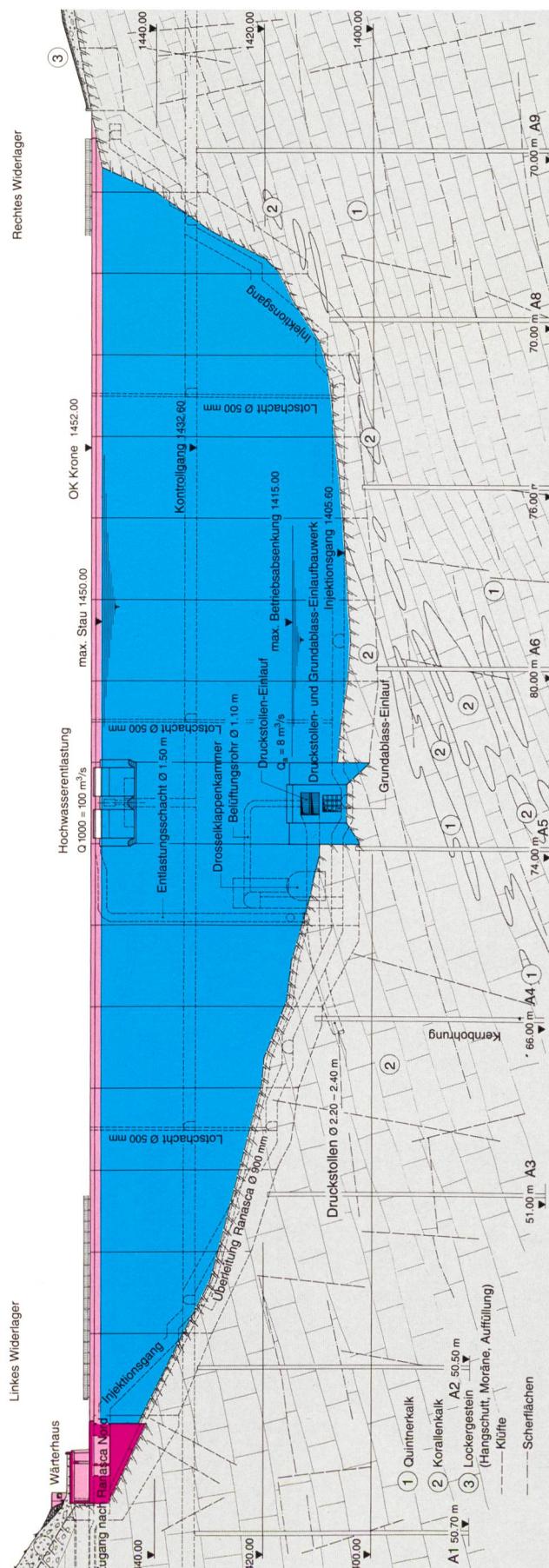


Bild 5. Wasserseitige Ansicht der Staumauer.

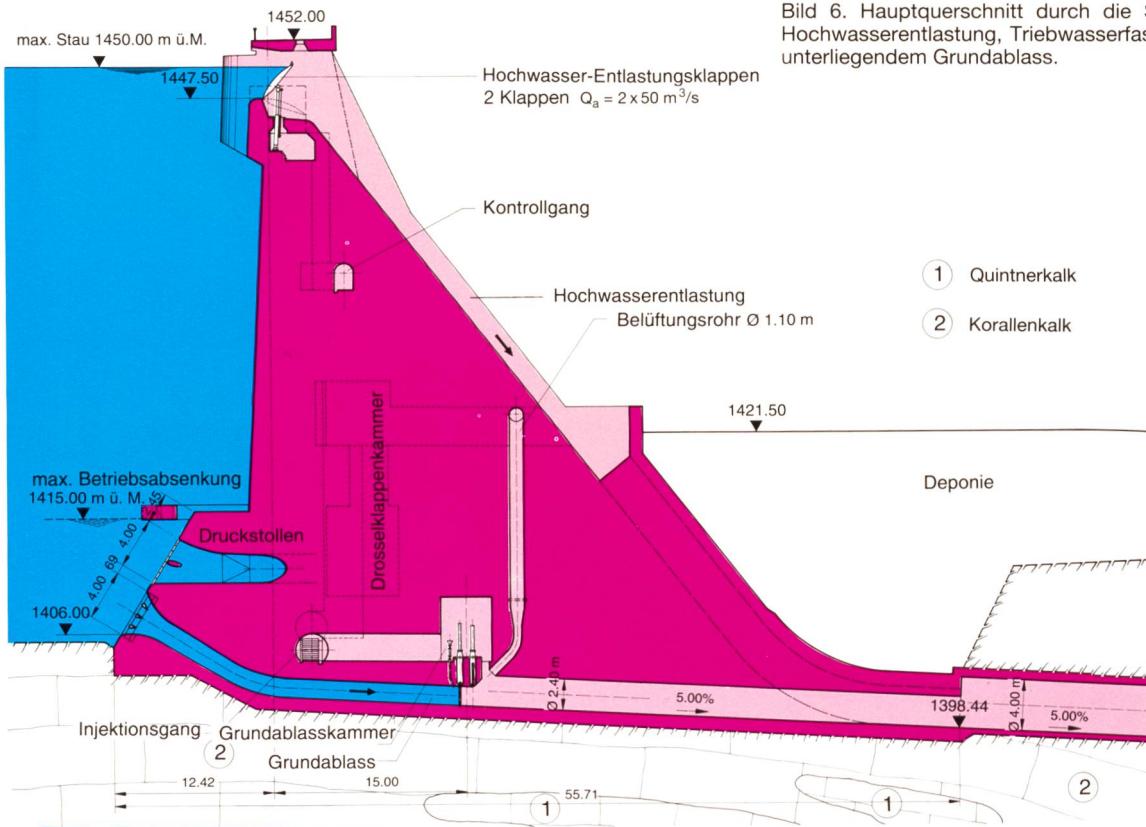


Bild 6. Hauptquerschnitt durch die Staumauer mit Hochwasserentlastung, Triebwasserfassung und darunterliegendem Grundablass.

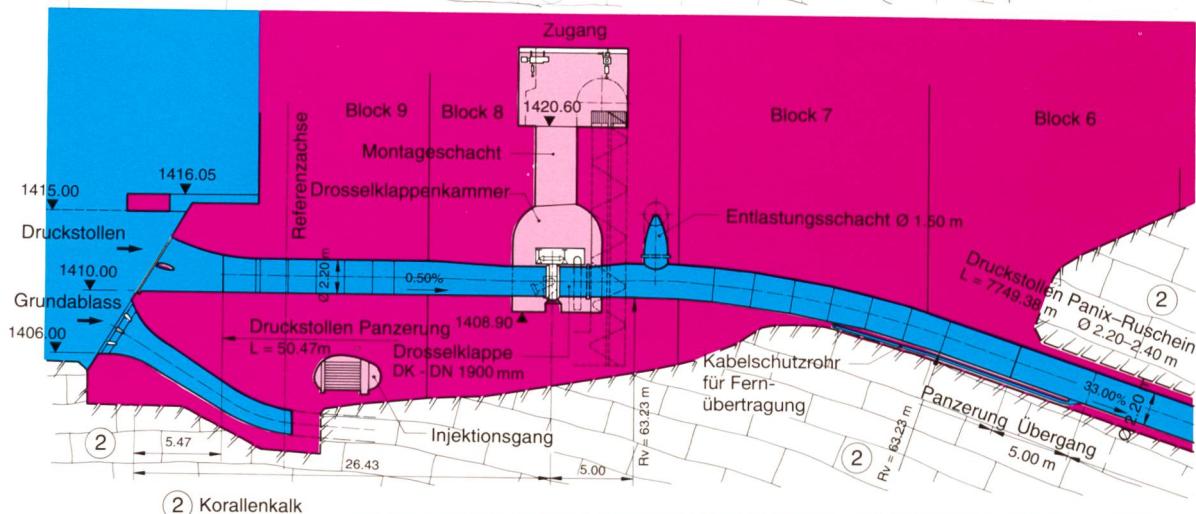


Bild 7. Druckstolleneinlauf, Drosselklappenkammer und Übergang in den Druckstollen.

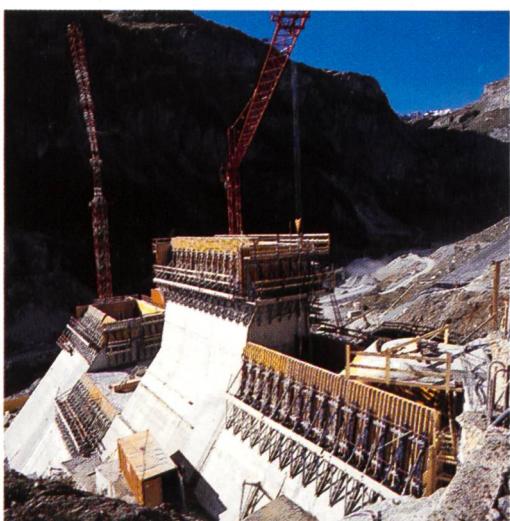


Bild 8. Staumauer Panix – linke Talflanke – Nov. 1987.



Bild 9. Aufbereitungsanlage mit Betonturm und Krananlage.

## **Grundablass**

Der Grundablass (Bild 6) dient zur Teil- oder Vollabsenkung des Stauspiegels in ausserordentlichen Fällen. Im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden wurde das Organ für eine maximale Abflussmenge von  $42 \text{ m}^3/\text{s}$  bei Maximalstau und voller Schützenöffnung ausgelegt. Die auf die Kote 1406 m ü. M. hochgezogene trompetenförmige Einlaufpartie liegt rund zehn Meter vor dem Mauerkörper und ist mit einem dreiteiligen Grobrechen ausgerüstet. Der ganze Grundablassstollen bis zur Vereinigung mit der Hochwasserentlastung verfügt über eine Stahlauskleidung von 18 mm Stärke. Nach einer Übergangsstrecke von 20 m Länge folgt ein 150 m langer, hufeisenförmiger Stollen mit 4 m Durchmesser. Danach fällt das Wasser 20 m tief ins Bett des Schmuerbachs.

Als Abschlussorgane des Grundablasses dienen zwei hintereinander angeordnete Schützen in Form massiver Gleittafeln von 1,45 resp. 1,50 m lichter Höhe und 1,10 m lichter Breite. Die talseitige Schütze funktioniert dabei als Regulierorgan, die oberwasserseitige Schütze wird lediglich bei Revisionsarbeiten geschlossen. Eine ausreichend dimensionierte Belüftung gewährleistet zudem den problemlosen Freispiegelabfluss talseits der Betriebsschütze.

## **Druckstolleneinlauf**

Der Einlauf zum Druckstollen (Bild 7) liegt direkt über dem Grundablass. Auch dieses Bauwerk zeigt eine Trompetenform mit quadratischem Einlaufquerschnitt. Ein vorgelagerter Feinrechen schützt das Triebwassersystem vor eindringenden Feststoffen. Das nachfolgende Abschlussorgan besteht aus einer Drosselklappe von 1900 mm Nennweite. Unter der Drosselklappenkammer ist ein Entlastungsschacht von 1,50 m Durchmesser angeordnet, der bis zur Mauerkrone hochführt und oberhalb des Maximalstaus eine Überlauföffnung zur Schussrinne der Hochwasserentlastung besitzt. Bei stillgelegtem Werkbetrieb, geschlossener Drosselklappe beim Stausee und zufließendem Wasser von der Fassung Siat (Bild 1) verhindert der Schacht ein allenfalls folgenschweres Überlaufen des Wasserschlusses oberhalb des Dorfes Ruschein.

Über dem Druckstolleneinlauf liegt eine gitterartige Betonkonstruktion, die bei tiefen Betriebsspiegeln das Auftreten von luftsaugenden Wirbeln verhindert.

Diese Konstruktion wie auch die gesamte Anordnung von Grundablass Druckstolleneinlauf und Hochwasserentlastung, wurden in einem hydraulischen Modell an der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich (VAW) überprüft.

## **Hochwasserentlastung**

Zur Abfuhr von Hochwasser dient ein in der Mitte der Mauer angeordneter, kontrollierbarer Hochwasserüberfall mit anschliessender Schussrinne entlang der Luftseite der Talsperre. Auf Höhe der Deponie, am Mauerfuss, wird das überlaufende Wasser durch eine Trennmauer geteilt und anschliessend über zwei Vertikalkrümmer beidseitig des Grundablassauslaufs in den hufeisenförmigen Ablaufstollen eingeführt (Bild 6). Die Ausbauwassermenge entspricht der Abflussspitze des 1000jährlichen Hochwassers und beträgt  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Dieser Bedingung wurde durch die Anordnung von zwei auf der Überlaufkrone aufgesetzten, automatisch betriebenen Stauklappen mit einer Kapazität von je  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  entsprochen. Die beiden Überlauföffnungen verfügen über eine lichte Weite von 5,25 m und Verschlusshöhen von 2,70 m. Die ölhydraulischen Hubwerke sind in einer Kammer unter den beiden Klappen angeordnet und jederzeit

über den Kontrollgang der Mauer zugänglich. Die beiden Klappen werden normalerweise in Abhängigkeit des Seestands durch eine automatische Regeleinrichtung gesteuert.

Der Seestand wird über den ganzen Betriebsbereich mittels einer Präzisionsdruckwaage und für die Regulierung der Entlastungsklappen im obersten Bereich mit Hilfe einer Schwimmermessung bestimmt.

## **Bedienungsgebäude**

Am linken Staumauerwiderlager auf der Höhe der Mauerkrone befindet sich das Bedienungsgebäude (Bild 5) mit der Energieversorgung, den Einrichtungen für die Notstromversorgung, die Messwerterfassung und den Wasseralarm sowie die Fernübertragung nach der Zentrale Tavanasa. Unterkunfts- und Aufenthaltsräume für das Betriebspersonal ergänzen das vorhandene Raumangebot in sinnvoller Weise.

## **Zuleitungen**

Als direkte Seezuflüsse wurden die beiden ergiebigsten Ranascabäche, welche etwas unterhalb der Sperre über die linke Talflanke in die Schlucht des Schmuerbachs stürzen, gefasst und über eine Hangleitung respektive einen Stollen dem Speicher zugeleitet (Bild 4).

Die Ausbauwassermengen der beiden Fassungen betragen  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$  beziehungsweise  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## **Überwachung**

Das bei der Staumauer Panix gewählte Überwachungskonzept berücksichtigt sowohl die neusten Erkenntnisse der Messtechnik als auch die langjährigen betriebsseigenen Erfahrungen der NOK. Die erforderlichen Messeinrichtungen sind in Kontrollgängen, Schächten und Messnischen sowie auch im Felsuntergrund angeordnet.

Verformungen werden mit Freiloten in den Blöcken 5, 10 und 14 und einem in den Untergrund reichenden Schwimmplot im Block 10 gemessen. Mit Hilfe eines im Kontrollgang installierten, 350 m langen Drahtalignements lassen sich die Relativverschiebungen zwischen den Widerlagern und dem Mauerkörper direkt bestimmen. Die Messwerte werden zur Hauptsache lokal erfasst. Ausgewählte Werte werden jedoch automatisch aufgezeichnet und zur Zentrale Tavanasa übertragen. Lage und Höhe der drei Lotaufhängungen werden durch ein geodätisches Messnetz kontrolliert. Zusätzliche Nivellements auf der Staumauerkrone und im Kontrollgang ergänzen die Überwachung des Verformungsverhaltens.

Die Auftriebsverhältnisse im Untergrund werden in drei Querschnitten geprüft. Je vier Standrohre mit aufgesetzten Manometern überwachen die Verhältnisse in der Kontaktzone Fels/Mauerfundation, je zwei Rohre messen die Kluftwasserspannungen im Fels. Das in der Staumauer anfallende Sickerwasser kann bei jeder Blockfuge mittels einer Behältermessstelle erfasst, die Gesamtwassermenge im Injektionsgang mit einer Tauchkörperauftriebswaage registriert und ebenfalls in die Zentrale Tavanasa übertragen werden.

Die Betontemperaturen werden in einem Querschnitt mittels eingebauter Telethermometer gemessen und durchgehend aufgezeichnet. Ein Termograph an der Fassade des Wärterhauses ermittelt die entsprechenden Lufttemperaturen.

Das im Abschnitt Geologie bereits erwähnte, talseits der Mauer installierte Piezometernetz registriert sämtliche Veränderungen der hydrogeologischen Verhältnisse und erlaubt das frühzeitige Erkennen eines wachsenden Wasserandranges unterhalb der Mauer.

## 5. Bauausführung

Nach dem Aufbau der Brechanlage zur Gewinnung der Betonzuschlagsstoffe, der Betonfabrik und der Krananlagen (Bild 9) begann die beauftragte Arbeitsgemeinschaft im August 1986 mit den Aushubarbeiten an der linken Talflanke. Um eine möglichst intakte Felsoberfläche zu gewährleisten, wurde bis ca. 1 m über die geplante Ausbruchkote gesprengt, um danach die restlichen Felspartien schonend nachzusprengen. Die Abnahme des Aushubs durch die verantwortlichen Behörden erfolgte auf der linken Talflanke (Blöcke 1 bis 9) im Juli 1987, diejenige für die Blöcke 10 bis 18 rund ein Jahr später.

Das Aushubmaterial wurde luftseitig der Mauer deponiert und zur Gestaltung der geplanten talseitigen Maueranschüttung verwendet. Der Aufbau der Deponie soll dabei dem natürlichen und sanften Verlauf des Tals unterhalb der Mauer entsprechen. Ein in der Mitte der Deponie angelegtes Trockengerinne repräsentiert den ursprünglichen Verlauf des Schmuerbachs.

Bereits während der ersten Aushubarbeiten musste für den Schmuerbach im Bereich von Block 12 ein neues Abflussgerinne geschaffen werden, das die künftige Deponie auf eine Länge von rund 90 m in einem Sytec-Rohr mit einem Durchmesser von 2,20 m unterfährt. Durch den vorgezogenen Bau der linksufrigen Staumauerblöcke bestand die Möglichkeit, den Schmuerbach vor Beginn der Bauarbeiten im Bereich von Block 12 durch den bereits erstellten Grundablass umzuleiten.

Im Anschluss an die Freigabe der Fundationsfläche wurde im Juni 1987 mit den Betonierarbeiten beim Block 5 begonnen. Der Beton wurde blockweise in Arbeitsschichten von 0,50 m und Etappenhöhen von bis zu 3,00 m eingebracht (Bild 8).

Die von der Arbeitsgemeinschaft installierte Betonmischsanlage (Betonurm) liess Abgabefestigungen von maximal 120 m<sup>3</sup> Frischbeton pro Stunde zu (Bild 9). Nicht zuletzt aufgrund der hohen Abgabefestigkeit und des in zwei Schichten straff organisierten Arbeitsablaufs konnte die Gewichtsmauer bis zum Sommer 1989 fertiggestellt werden.

Aufgrund der Vorversuche wurden die Betonzuschlagsstoffe in 5 Komponenten mit unterschiedlichem Korndurchmesser aufbereitet: 0 bis 4, 4 bis 10, 10 bis 35, 35 bis 80 und 80 bis 120 mm. Im wesentlichen kamen dadurch die folgenden Betonsorten zur Anwendung:

Betonsorte	Zementdosierung [kg/m <sup>3</sup> ]	Größtkorn der Zuschlagsstoffe [mm]	W/Z-Wert	Betonzusatzmittel: FroV2 [%]
Vorsatzbeton	250	80	0,45	0,8
Felsanschlussbeton	275	80	0,45	0,4
Massenbeton	200	120	0,45	0,3
Stahlbeton	300	35	0,47	0,2

Zur Überprüfung der Betonqualität bestand ein durch die Projektierung in engem Kontakt mit dem zugezogenen Experten erarbeitetes Versuchsprogramm. Der Beton wurde in einem speziell zu diesem Zweck aufgebauten und von der Bauleitung betriebenen Labor geprüft. Die Eigenschaften des verarbeiteten Betons wurden dabei laufend sowohl an Frischbetonproben, mittels speziell hergestellten Prüfkörpern und anhand von am Bauwerk entnommenen Bohrkernen ermittelt. Bei der Prüfung der Druckfestigkeit wurden die für die jeweiligen Betonrezepturen geforderten Grenzspannungen durchwegs weit überschritten. Ebenso können die für den Vorsatzbeton und Stahlbeton im Zusammenhang mit der Prüfung der Frostbeständigkeit er-



Bild 10. Aushub und erste Betonierarbeiten Staumauer Panix.

zielten Werte als gut bezeichnet werden. Einzig die für den Vorsatzbeton in den WasserdurchlässigkeitsTests ermittelten Daten entsprachen in einzelnen Fällen nicht ganz den Erwartungen. Insgesamt wurden bei der Betonherstellung aber sehr gute bis hervorragende Ergebnisse erzielt.

Aufgrund detaillierter Abklärungen wurde auf die Installation eines Kühlsystems zum Abführen der Hydratationswärme verzichtet. Temperaturfühler in der Basis vom Block 5 ermöglichen die Überprüfung der theoretischen Untersuchungen. Die Übereinstimmung der gerechneten Werte mit den gemessenen Betontemperaturen war überraschend gut und bestätigte den getroffenen Entscheid.

Durch die Verzögerung der Bauarbeiten im Druckstollen Panix-Ruschein erfolgte der Ersteinstau der Mauer Panix erst drei Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten. Die während der Aufstauphase äußerst detailliert durchgeführten Messungen und visuellen Kontrollen zeigten keinerlei Unregelmäßigkeiten.

## 6. Schlussbemerkungen

Dank dem Verdienst aller am Bau der Staumauer Panix Beteiligten konnte ein Bauwerk geschaffen werden, dessen Verhalten in den ersten Betriebsjahren durchwegs den Erwartungen entspricht und dessen Gesamtkonzept zusammen mit einer Vielzahl von umgesetzten Detaillösungen auch aus betrieblicher Sicht volumnfähig befriedigt.

Die Projektierung inklusive Bauleitung der Staumauer Panix lag in den Händen der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden, der als technische Berater die Herren Prof. J. P. Stucky und E. Indermaur, Lausanne, Prof. Dr. F. K. Ewert, Paderborn, sowie als geologischer Experte Dr. M. Kobel, Wilen, zur Seite standen. Die Durchführung der hydraulischen Modellversuche erfolgte an der Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW) an der ETH Zürich. Die Ausführung der Bauarbeiten oblag einer Arbeitsgemeinschaft aus mehrheitlich im Kanton Graubünden ansässigen Bauunternehmungen, unter der Leitung der Firma Marti AG, Zürich. Die Injektionsarbeiten wurden durch die Firma Swissboring, Volketswil, ausgeführt.

### Literatur

Projekt und Bau der Kraftwerke Ilanz; «Schweizer Baublatt», Nr. 83, 1987.

Szenen einer Landschaft -- Die landschaftspflegerische Begleitung der Staumauer Panix; A. Erni, «Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik», Heft 10/1992.

Adressen der Verfasser: Peter Lier, dipl. Ing. ETH, Abteilungsleiter; Walter Obrist, dipl. Ing. ETH, Ressortleiter, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Postfach, CH-5401 Baden.