

# Umbau der Wasserfassung Malvaglia

Autor(en): **Maino, Gian Luigi**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **85 (1993)**

Heft 9

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939998>

## **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.

# Blenio Kraftwerke AG Umbau der Wasserfassung Malvaglia

Gian Luigi Maino

## 1. Einleitung

Das Kraftwerk Biasca wurde in den Jahren 1956 bis 1959 durch die Blenio Kraftwerke AG erstellt. Die Fassung im Ausgleichsbecken Malvaglia wurde seit längerer Zeit durch Materialablagerungen beeinträchtigt und der Betrieb der Zentrale Biasca stark gestört. Im September 1990 beauftragten die Blenio Kraftwerke AG die AG Ingenieurbüro Maggia mit der Ausarbeitung eines Projektes für den Umbau der Wasserfassung im Staubecken Malvaglia. Dieser Umbau sollte einen möglichst wirksamen Schutz der Fassung vor Verstopfung mit Auflandungsmaterial bieten, möglichst kurze Betriebsunterbrüche bedingen und keine vollständige Beckenentleerung nötig machen.

## 2. Bestehende Anlagen

Die folgenden Anlagenteile sind für den Umbau der Wasserfassung von Bedeutung (Bilder 1, 2, 3):

- Das Staubecken Malvaglia ist durch eine Bogenmauer von 92 m Höhe und 292 m Kronenlänge abgeschlossen. Der maximale Beckeninhalte beträgt 4,1 Mio m<sup>3</sup> bei einer Staukote von 990 m ü. M.
- Die Wasserfassung befindet sich in der linken, sehr steilen Felsflanke des Staubeckens Malvaglia. Sie besteht aus zwei unteren, zwei mittleren und zwei oberen Einlauföffnungen, jede mit einem Rechen von etwa



Bild 1. Stauanlage am Ende der Bauarbeiten im Jahre 1959.

4×6,5 m ausgerüstet. Die Einlaufschwelle liegt auf Kote 935,50. Eine Rechenreinigungsmaschine kann auf einer 80 m langen und 100% geneigten schiefen Ebene die Wasserfassung erreichen und sie von allfälligem Material freihalten. Die Ausbauwassermenge beträgt 50 m<sup>3</sup>/s.

- Der anschliessende Druckstollen weist einen Durch-

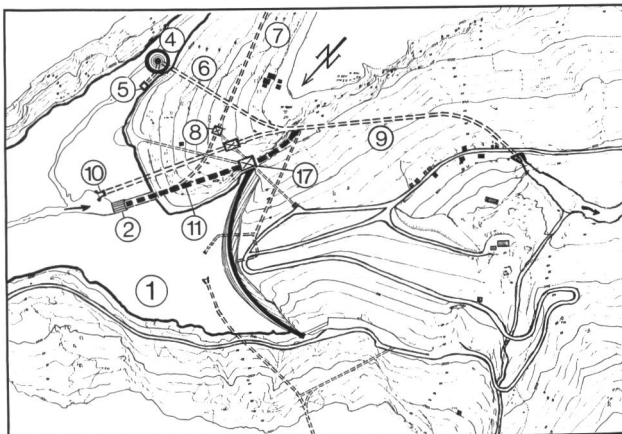


Bild 2. Allgemeine Situation.

- 1 Staubecken Malvaglia 4,1 Mio m<sup>3</sup>
- 2 Wasserfassung QA = 50 m<sup>3</sup>/s
- 3 Rechenreinigungsmaschine
- 4 Hochwasserüberlauf QA = 300 m<sup>3</sup>/s
- 5 Schütze für Spülwasserzugabe
- 6 Entlastungsschacht Durchmesser 3,60 m
- 7 Druckstollen Durchmesser 4,00 m
- 8 Drosselklappenkammer
- 9 Entlastungsstollen L = 400 m
- 10 Grundablass
- 11 Neuer Spülstollen L = 287 m
- 12 Stahltrichter Durchmesser 3,0/2,0 m
- 13 Traditioneller Ausbruch
- 14 Ausbruch des Felszapfens
- 15 Obere Zugangskammer
- 16 Zugangsschacht Durchmesser 3,0 m, Höhe 32 m
- 17 Schützenkammer
- 18 Stahlpanzerung L = 12,5 m
- 19 Auflandungsmaterial

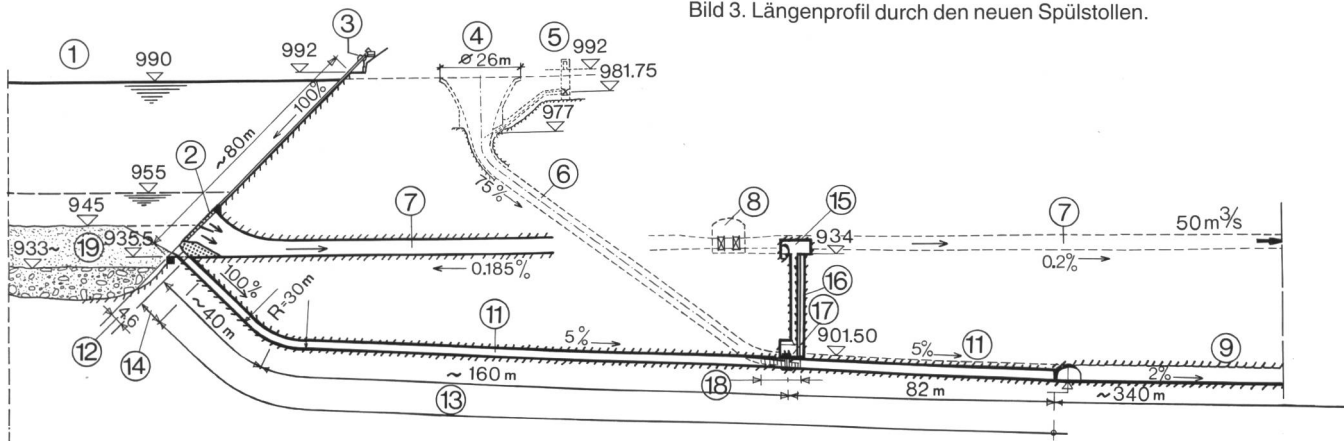


Bild 3. Längenprofil durch den neuen Spülstollen.

messer von 4 m auf. Die mit zwei Drosselklappen (Durchmesser 3,2 m) ausgerüstete Kammer befindet sich etwa 285 m nach der Fassung.

- Der Grundablass befindet sich in derselben Felsflanke wie die Wasserfassung, etwa 30 m davon entfernt. Der Zugang zur Kammer erfolgt durch einen 32 m hohen Vertikalschacht, der oben (Kote 934 m ü. M.) mit dem Zugangsstollen zur Drosselklappenkammer des Druckstollens verbunden ist. Bei Vollstau beträgt der grösste Abfluss etwa 90 m<sup>3</sup>/s.
- Der Hochwasserüberlauf befindet sich auch in der linken Talflanke, etwa 200 m südöstlich der Staumauer. Der Einlauftrichter, dessen Krone sich auf der Kote 990 (Stauziel) befindet, weist einen Durchmesser von 26 m auf. Bei Überstau von 1,50 m schluckt der Überlauf 300 m<sup>3</sup>/s. Der anschliessende Schrägschacht und Entlastungsstollen vereint sich nach 200 m auf Kote 894 mit dem Grundablassstollen und mündet, nach weiteren 400 m, auf Kote 886,90 in das ursprüngliche Flussbett.

### 3. Situation vor dem Umbau

Wie schon erwähnt, ist das Kraftwerk Biasca im Jahr 1959 in Betrieb gesetzt worden. Am Ende der Bauarbeiten lag der natürliche Talboden vor dem Einlauf des Grundablasses ungefähr auf Kote 933, das heisst 2,5 m tiefer als die Schwelle der Wasserfassung. In den 30 Jahren Betrieb und insbesondere durch die ausserordentlichen Hochwasserereignisse des letzten Jahrzehntes sind sehr grosse Materialmengen in das Staubecken eingetragen worden. Das Auflandungsmaterial ist auf dem Beckenboden von der Stauwurzel immer mehr in Richtung Staumauer bzw. Wasserfassung transportiert worden. Diese mächtige Materialablagerung hat auch die Einläufe des Grundablasses und der Wasserfassung erreicht. Nach der Unwetterkatastrophe vom Juli 1987 hat die Auflandung die Kote 945 erreicht, das heisst die Wasserfassung auf zwei Drittel der Fläche verstopft. Dies verursachte grosse Betriebsstörungen, so dass folgende Massnahmen getroffen wurden:

- Öffnen des Grundablasses: Es bildete sich wohl ein Trichter vor dem Stolleneinlauf, aber die Spülwirkung beschränkte sich auf die Zone des Grundablasses, das heisst, dieses Vorgehen hatte keinen Einfluss auf die Materialablagerung vor der 30 m weit entfernten Wasserfassung.
- Installation einer Unterwasserpumpe: Diese Spezialpumpe saugte ein Sand/Wasser-Gemisch an und beförderte es, mittels einer auf Schwimmkörpern auf der Seeoberfläche verlegten Rohrleitung, bis zum Einlauftrichter des Hochwasserüberlaufs. Durch ständiges Pumpen konnte ein Teil des Einlaufrechens wieder einigermassen von Material befreit und der Betrieb des Kraftwerks aufrechterhalten werden.

Wegen der unbefriedigenden Resultate wurden diese Massnahmen von der Blenio Kraftwerke AG als ein Provisorium erachtet.

### 4. Variantenstudien

Es wurden verschiedene Umbauvarianten ausgearbeitet:

#### *Variante A: Stahlcaisson um die Fassung*

Die Fassung wird mit drei vertikalen Wänden aus Stahl bis zu ihrem oberen Rand (Kote 950) eingeschlossen; dadurch wird das Material von der Fassung ferngehalten und kann nicht auf den Rechen gelangen. Das Wasser tritt von oben durch den Caisson ein.

#### *Variante B: Eine neue Wasserfassung*

Eine Schwelle auf Kote 950 wird 15 m direkt oberhalb des bestehenden Grundablasses angeordnet, welche keine nachträglichen Materialentfernungen durch Pumpen benötigt. Im Falle von aussergewöhnlichen Auflandungen könnte die unmittelbare Umgebung der Fassung mit Hilfe des darunterliegenden Grundablasses freigespült werden. Für die Ausführung der Bauarbeiten erfordert diese Variante eine vollständige Beckenentleerung und eine Ausserbetriebsetzung der Zentrale Biasca während 3 bis 5 Monaten.

#### *Variante C: Neuer Spülstollen*

Das vorgesehene Bauwerk soll den ungestörten Betrieb des Kraftwerks gewährleisten, indem es Spülungen der bestehenden Fassung durch einen neuen Spülstollen ermöglicht. Dieser Spülstollen ist direkt unter der linken Einlauföffnung der bestehenden Wasserfassung vorgesehen und ist mit zwei neuen Abschlussorganen ausgerüstet. Der Bau des neuen Spülstollens ist ohne vollständige Beckenentleerung und mit sehr geringen Betriebseinschränkungen möglich. Da der bestehende Entlastungsstollen als Zugang zur Baustelle dient, darf aus Sicherheitsgründen während der ganzen Arbeitsdauer der Grundablass nicht geöffnet werden. Sollte aber trotzdem aus zwingenden Gründen der Grundablass in Betrieb gesetzt werden müssen oder treten sehr grosse Niederschläge auf, die das Ansteigen des Seestandes über die Sicherheitskote bewirken, muss die Baustelle vorzeitig alarmiert und geräumt werden.

### 5. Variantenwahl

Der Bauherr erachtete die Varianten A und B wohl als technisch korrekt und interessant, aber aus folgenden wichtigen Betriebsgründen nicht empfehlenswert:

#### *Variante A: Stahlcaisson*

Nachteil: Diese Lösung vermag die Wasserfassung nur für eine beschränkte Zeitspanne zu schützen und erfordert daher eine periodische Materialentfernung mittels Pumpen oder Spülungen. Sie ist auf lange Sicht unzureichend.

#### *Variante B: Neue Wasserfassung*

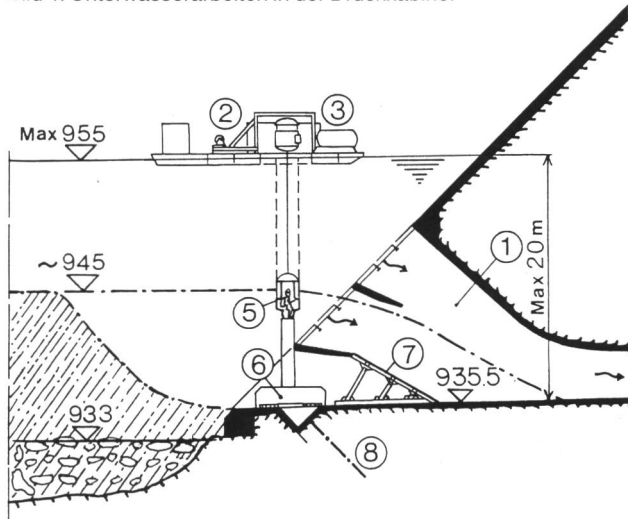
Nachteile: Eine vollständige Beckenentleerung ist zu vermeiden, da grosse Rutschgefahr für die Strasse längs des Stausees besteht, und vor allem, weil das frei im Beckengrund fließende Wasser das Auflandungsmaterial in Richtung Grundablass/Wasserfassung in Bewegung setzen würde. Zudem ist es sehr fraglich, ob die kantonalen Behörden eine Bewilligung für das Offenhalten des Grundablasses während mehrerer Monate erteilen würden. Die Überflutungsgefahr für die Baustelle ist bei einer längeren Stauzielbeschränkung (7 bis 8 Monate auf maximaler Kote 948, das heisst etwa 2 m unter der Schwelle der neuen Fassung) mit Offenhalten des bestehenden Grundablasses zu gross. Die Ausserbetriebsetzung der Zentrale Biasca während 3 bis 5 Monaten würde sehr grosse Einbussen an Energie verursachen (bis 7 Mio Franken).

Aus den obenerwähnten Gründen wurde die Variante C gewählt.

### 6. Hydraulische Modellversuche

Im September 1989 beauftragte der Bauherr das Wasserbaulaboratorium der Eidgenössischen Technischen Hoch-

Bild 4. Unterwasserarbeiten in der Druckkabine.



- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. Wasserfassung        | 6. Druckkabine (Habitat)                     |
| 2. Ponton Vriens        | 7. Hintere Stahlschalung 8,3t                |
| 3. Dekompressionskammer | 8. Vorbohrung 10 m im Fels                   |
| 4. Hilfsponton Blenio   | 9. Einlauftrichter 16 t aus Stahl            |
| 5. Taucherglocke        | 10. Unterwasserbeton (2x160 m <sup>3</sup> ) |

schule Lausanne mit Modellversuchen zur Überprüfung des Geschiebetransportes und der hydraulischen Verhältnisse bei der Variante C. Die Resultate dieser Modellversuche sind aus dem entsprechenden Bericht der ETHL ersichtlich, «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» 84 (1992), S. 145–151. Die Hauptresultate können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Lösung mit einer einzigen Spülöffnung von 3 m Durchmesser im linken unteren Teil der Wasserfassung hat sich als zweckmässig erwiesen und ist vom Wasserbaulabor der ETHL zur Ausführung empfohlen worden. Dieses System erlaubt, je nach Öffnung der Schütze, Spülungen mit Wassermengen von 5 bis 50 m<sup>3</sup>/s. Der vor der bestehenden Wasserfassung auftretende Spültrichter ist praktisch von der Spülwassermenge unabhängig; das weggespülte Ablagerungsmaterial wurde auf 800 bis 1000 m<sup>3</sup> geschätzt. Die Zeitdauer des Vorganges ist allerdings von der Spülwassermenge abhängig. Die Wasserfassung kann also durch periodische Spülungen von Aufbaumaterial freigehalten werden, während der Betrieb des Kraftwerkes ungestört weiterläuft.

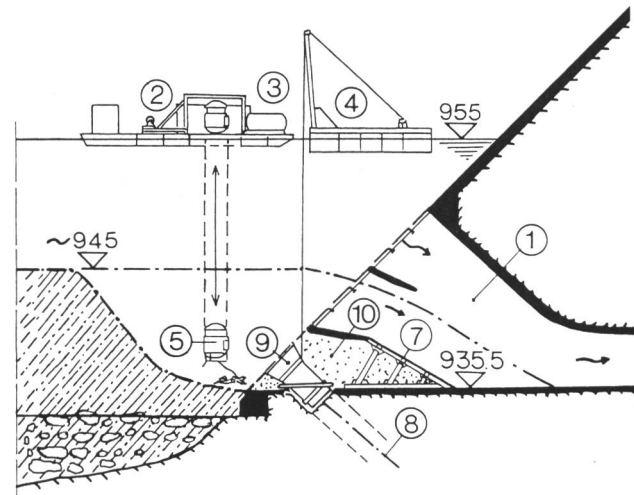
## 7. Projektbeschreibung und Bauvorgang

### Zweck und Randbedingungen

Das vorgesehene Bauwerk (Bilder 2 und 3) soll den ungestörten Betrieb des Kraftwerkes gewährleisten, indem es Spülungen der bestehenden Fassung, periodisch oder nach Bedarf, durch einen neuen Spülstollen ermöglicht. Der Einlauf dieses Stollens ist in der linken, untersten Öffnung der bestehenden Wasserfassung angeordnet, deren Fläche dadurch etwas verkleinert wird; der neue Stollen mündet kurz nach der Einmündung des Hochwasserentlastungsschachtes in den bestehenden Entlastungsstollen des Grundablasses. Der Spülstollen muss ohne vollständige Beckenentleerung und mit möglichst geringen Betriebseinschränkungen gebaut werden können.

Beim Stollenvortrieb in der Nähe des linken Widerlagers der Staumauer sind die Sprengerschütterungen zu beschränken.

Bild 5. Versetzen des Einlauftrichters.



Der Einsatz der Rechenreinigungsmaschine muss auch nach dem Bau des Spülstollens gewährleistet sein.

### Bestandteile der Anlage

- Kreisförmiger Einlauftrichter aus Stahl (Durchmesser 3,0 m auf 2,0 m) mit einem Abschlussdeckel (Gesamtgewicht etwa 16 t)
- Schrägschacht, 40 m lang mit 100% Neigung und etwa 3,5 m<sup>2</sup> Innenfläche
- Spülstollen verkleidet, Innenfläche 4,6 m<sup>2</sup>, 250 m lang mit 5% Neigung bis zur Einmündung in den bestehenden Entlastungsstollen
- Vertikaler Zugangsschacht von 3,0 m Durchmesser und 32 m Höhe vom vorhandenen Zugangsstollen zur Drosselklappenkammer auf Kote 934 bis zur neuen Schützenkammer
- Schützenkammer auf Kote 901,50 für die zwei Abschlussorgane
- Eine Schütze auf Kote 981,75 im Staubecken, welche während der Spülvorgänge die Zugabe von sauberem Mischwasser durch den Hochwasserentlastungsschacht erlaubt.

### Bauvorgang

- Ausbruch des neuen Spülstollens vom Entlastungsstollen aus, kurz vor der Einmündung des Hochwasserentlastungsschachtes abzweigend.
- Ausbruch des neuen vertikalen Zugangsschachtes sowie der neuen Schützenkammer auf Kote 901,50 und der neuen Zugangskammer auf Kote 934.
- Ausbruch des Schrägschachtes mit 100% Neigung bis unterhalb der untersten bergseitigen Öffnung der bestehenden Fassung, unter Belassung eines etwa 10 m langen Felszapfens.
- Ausbau des untersten Rechenelementes in der linken bergseitigen Öffnung der Fassung mit anschliessendem Einschwimmen und Versetzen des Einlauftrichters aus Stahl. Seine vordere Öffnung ist dabei mit einem Abschlussdeckel versehen.
- Einbetonieren des Einlauftrichters. Die zwei letztgenannten Arbeitsgänge werden durch Taucher ausgeführt, wobei der Seespiegel die Kote 955 nicht überschreiten darf.
- Ausbruch des verbliebenen Felszapfens im Schrägschacht unter der Fassung und Herstellung der Verbindung mit dem Einlauftrichter. Er muss ohne Verwendung von Sprengstoff schonend ausgeführt werden.



Bild 6. Pontoneinrichtungen für die Unterwasserarbeiten und das Absenken des Einlauftrichters.



Bild 7. Transport und Einbringen des Unterwasserbetons.

- Auskleidung des neuen Spülstollens, Montage und Hinterbetonierung der neuen Abschlussorgane in der Schützenkammer inkl. Anschlusspanzerungen.
- Verkleiden des vertikalen Zugangsschachtes und der oberen Zugangskammer.
- Reinigung des Stollens und Schliessen der Schützen.
- Füllen des neuen Spülstollens durch die im Deckel des Einlauftrichters vorgesehene Druckausgleichsschieber.
- Nach dem Druckausgleich folgt die Demontage des Abschlussdeckels. Die zwei letztgenannten Arbeiten werden wiederum durch Taucher ausgeführt, wobei auch in diesem Falle der Seespiegel die Kote 955 nicht überschreiten darf.

## 8. Bemerkungen zum Bauvorgang

- Bei der gewählten Variante C treten im Betrieb der Zentrale Biasca weder Einschränkungen noch Unterbrüche auf. Es ist einzig eine Limitierung des Seespiegels auf den Bereich 955 m ü. M. für die Durchführung von speziellen Arbeiten vorgesehen.
- Der neue Spülauslass dient primär zur Freihaltung der Fassung von Materialablagerungen; er kann aber im Falle von grossen Hochwassern auch zusammen mit dem bestehenden Grundablass und der Hochwasserentlastungsanlage als zusätzliches Entlastungsorgan benützt werden (maximal 50 m<sup>3</sup>/s).
- Die kürzlich neu eingebaute Rechenreinigungsmaschine kann auch nach der Erstellung des Spülstollens ohne Einschränkungen gebraucht werden, da über dessen Einlauföffnung kein Rechen vorgesehen ist.

## 9. Unterwasser- und Taucherarbeiten Arbeitsvorgang

Folgende Arbeiten wurden durch die spezialisierte Firma Vriens aus Holland ausgeführt:

- Antransport von Material, Personal und Baustelleneinrichtung, Zusammenbau von Pontonelementen an der Stauwurzel bei leicht abgesenktem Seestand.
- Seestand auf die vorgeschriebene Kote (maximal 955 m ü. M.) absenken. Diese Kote durfte während der Un-

- terwasserarbeiten nicht überschritten werden. Entfernen des vor und innerhalb der Wasserfassung abgelagerten Materials mittels Absaugepumpen und Demontage des Feinrechs. Anschliessend Montage der hinteren Stahlschalung in den beiden Einlauföffnungen. Bei der rechten Öffnung Montage der vorderen Schalung und Ausbetonieren derselben. Einschleiben der Druckkabine (Habitat) in die linke Öffnung und Vorbelastung gegen Auftrieb. Eine vorbereitete Stahlschablone befindet sich bereits in der Kabine und ist an deren Dach aufgehängt.
- Die Schablone wird auf der gereinigten Sohle fixiert und der Ausbruch der Betonsohle und des Felskeiles unterhalb Kote 935,50 sowie eine 10 m lange Vorbohrung in der Achse des Spülschachtes im Trockenen ausgeführt (Bild 4). Nachdem das Ausbruchmaterial entfernt ist und die Verbundanker eingegossen sind, kann die Druckkabine zurückgebracht werden; sie wird für die weiteren Arbeitsvorgänge nicht mehr benötigt.
- Absenken, Positionieren und Abdichten des Einlauftrichters (Bilder 5 und 6).



Bild 8. Bohr- und Ausbrucharbeiten in der Druckkabine bei etwa 20 m Wasserdruck.

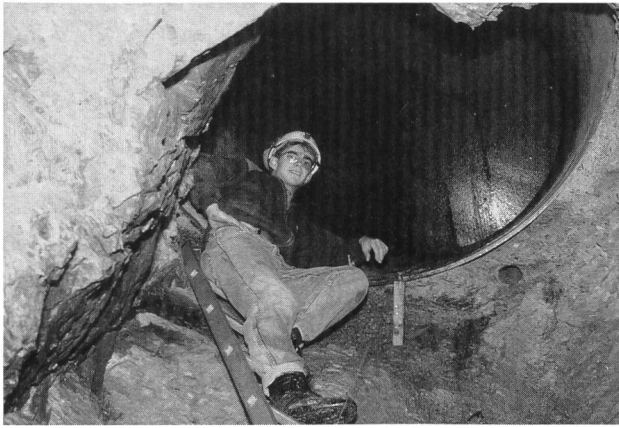


Bild 9. Durchschlag des Felszapfens und Verbindung mit dem einbetonierten Einlauftrichter.

- Danach wird der Trichter fest verankert, die vordere Schalung aufgebaut und der ganze Trichter vorsichtig einbetoniert. Die 320 m<sup>3</sup> Beton werden von einem Vorplatz neben der Staumauerkrone mittels Helikopter bis zum Ponton transportiert, der mit Einrichtungen für das Einbringen des Unterwasserbetons ausgerüstet ist (Bild 7).
- Erst nach Beendigung dieser heiklen Unterwasserarbeiten kann die Bauunternehmung vorsichtig von unten mit dem Ausbruch des 10 m langen Felszapfens beginnen und die definitive Verbindung des Spülschachtes mit dem darüber liegenden Einlauftrichter herstellen (Bild 9).
- Nach Fertigstellung aller Bau- und Montagearbeiten im Spülstollen (Betonverkleidung, Panzerung, Schützen usw.) wird der Spülstollen gefüllt und der Stahldeckel des Einlauftrichters mit Hilfe eines mit Kran ausgerüsteten Pontons bei ausgeglichenem Druck demontiert.

## 10. Ergänzende Bemerkungen

- Die Druckkabine, auch Habitat genannt (Abmessungen: 3 × 6 m Grundfläche und 2 m Innenhöhe), ist eine moderne Unterwasserarbeitskammer auf dem Prinzip der alten Taucherglocke. Sie wird durch Überdruck trocken gehalten und ist mit Beleuchtung, Unterwasserfernsehkamera, Kommunikationsmitteln, Hydraulik- und Pressluft- sowie Atem- und Notluftgeräten ausgerüstet (Bild 8).

## Wasserspeicher am Fuss des Pitztalgletschers

### Geozellen schützen Dichtungsbahnen

#### Pitztalgletscher

Das Skigebiet Pitztalgletscher unterhalb des höchsten Tiroler Berges, der 3774 m hohen Wildspitze, wurde 1983 vom Pitztal, einem 35 km langen Seitental des Inntals, aus erschlossen. Wegen des Gletscherskilaufts, der tollen Abfahrten und herrlichen Rundblicke (Ortler bis Dolomiten, Öztaler und Stubai Alpen) entwickelte es sich zu einem der beliebtesten Skigebiete.

In nur sieben Minuten Fahrzeit gelangt man mit dem *Pitzexpress*, der schnellsten Schrägstollenbahn der Welt (10 bis 12 m/s; 1200 Personen/h), von der Talstation Mittel-

- Die Tauchermannschaft wird mit Hilfe einer als Schleuse und Fahrstuhl funktionierenden Taucherglocke vom Schwimmponton bis zur Arbeitsstelle in die Druckkabine hinuntergebracht.
- Bei einer eventuellen Noträumung der Arbeitsstelle infolge Hochwassergefahr (Ansteigen des Seestandes über die vorgeschriebene Kote) kann das Personal durch die Taucherglocke sofort in Sicherheit gebracht werden und direkt in die vollständig ausgerüstete Dekompressionskammer, die sich auf dem Ponton befindet, einsteigen.
- Alle Arbeiten in der Druckkabine können, mit einer Videokamera, ständig vom Ponton aus überwacht werden.

## 11. Zusammenfassung

- Das dargestellte Bauwerk sieht die Erstellung einer Spülöffnung mit zugehörigem Spülstollen und Schützen vor.
- Es erfüllt die Aufgabe, dass das Becken Malvaglia während des Umbaus nicht entleert werden soll. Mit der neuen Spülmöglichkeit kann die Freihaltung des Einlaufs zur Triebwasserfassung und die Aufrechterhaltung des Betriebes des Kraftwerks Biasca für die Zukunft gewährleistet werden.
- Die Anlage dient auch als zusätzliches Hochwasser-Entlastungsorgan, wodurch die Sicherheit der Gesamtanlage Malvaglia erhöht wird. Sämtliche bestehenden Anlagenteile werden beibehalten.
- Alle Bau-, Montage- und Unterwasserarbeiten wurden im Herbst 1993 mit Erfolg fertiggestellt.

*Bauherr:* Blenio Kraftwerke AG, CH-6600 Locarno.

*Projekt und Oberbauleitung:* AG Ingenieurbüro Maggia, Via St. Franscini 5, CH-6600 Locarno.

#### Literatur

*Biollat, J.-L.; Delley, P.:* Transformation de la prise d'eau de Malvaglia – Etude sur modèle et réalisation. «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» 84 (1992) S. 145–151.

Adresse des Verfassers: *Gian Luigi Maino*, dipl. Bauingenieur ETHZ, SA Ufficio di Ingegneria Maggia, CH-6600 Locarno.

berg (1740 m) im Pitztal zur Bergstation (2840 m) und damit in das Ganzjahresskigebiet am Gletscher. Die Bahn verläuft auf ganzer Länge (3786 m) in einem Tunnel von 4,10 m Durchmesser und hat eine mittlere Steigung von 31 Prozent. Die Strecke wird von zwei selbsttätig gesteuerten Zügen (bis zu 200 Personen/Zug) befahren; in Streckenmitte begegnen sich die beiden Züge in einer Ausweichstelle.

Anschliessend geht es dann weiter mit

- der *Pitz-Panoramabahn*, der höchsten Seilbahn Österreichs (2185 m Länge, 600 m Höhenunterschied; 16 Gondeln mit je 25 Personen), auf den 3440 m hohen Hinteren Brunnenkogel,
- der Doppelseilbahn *Gletschersee* (530 m Länge, 110 m Höhenunterschied) bis in 2740 m Höhe und
- den Gletscherschlepliften *Mittelbergjoch I und II* (2220 und 800 m Länge, 440 und 125 m Höhenunterschied;