

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Band:** 89 (1997)  
**Heft:** 11-12

**Artikel:** Verschluss Grundablass  
**Autor:** Leuenberger, Urs  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940219>

### **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:** 15.10.2024

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

## Verschluss Grundablass

Urs Leuenberger

### 1. Einleitung

Das Kraftwerk Langenegg ist seit 18 Jahren in Betrieb. Im Einzugsgebiet des Kraftwerkes liegen beträchtliche Seetonlager, die mit den Abflüssen stetig abgetragen werden und im Speicher Bolgenach zu einer starken Verlandung geführt haben.

Die zuletzt durchgeführte Speicherentleerung hat zu einem massiven Feststoffaustrag ins Unterwasser und zur Verklauung des Grundablassleinlaufes geführt. Um in Zukunft eine derartige Belastung des Unterwassers auszuschliessen und die Funktionstüchtigkeit der Betriebseinrichtungen zu gewährleisten, ist vorgesehen, Grundablass- und Triebwassereinlauf höherzulegen. Der so geschaffene Totraum wirkt als Absetzraum und soll in einer Weise bewirtschaftet werden, dass die im Speicher abgesetzten Feststoffe möglichst synchron zum Eintrag ausgebracht werden können. Durch diese Feststoffbewirtschaftung soll eine Verlandung des Speichers und somit auch der Aufbau eines Gefahrenpotentials für künftige Verklauungen vermieden werden.

Tabelle 1.

Hauptdaten Kraftwerk Langenegg und Speicher Bolgenach.

Betriebsaufnahme	1979
Gewässer	Bolgenach-Subersach
Betriebsart	Wochenspeicher
Nutzinhalt Speicher	8,4 Mio m <sup>3</sup>
Einzugsgebiet	187 km <sup>2</sup>
Ausbauwassermenge	32 m <sup>3</sup> /s
Fallhöhe brutto	280 m
Arbeitswert	0,62 kW/m <sup>3</sup>
Jahreserzeugung	227 Mio kWh
Staudamm	Schüttdamm
Länge	240 m
Grösste Höhe	102 m
Grundablass	max. 100 m <sup>3</sup> /s



Bild 1. Staudamm Bolgenach.

### 2. Projektbeschreibung

Um bis zur Realisierung des neuen Grundablassleinlaufes das behördlich vorgeschriebene Abfuhrvermögen des Grundablasses zu gewährleisten und den Bau der neuen Betriebseinrichtung zu ermöglichen, mussten die nachfolgend beschriebenen Arbeiten durchgeführt werden.

#### Versetzen eines Strömungskragens

Um das Abflussvermögen der Zwischenentlastung zu erhöhen, musste auf die vorhandene Öffnung mit 2,50 m Durchmesser ein entsprechender Strömungskragen aufgesetzt werden. Das vorgefertigte Betonelement hat einen Aussendurchmesser von 3,50 m und wiegt ca. 6,5 t.

#### Verschluss Grundablassleinlauf

Um den vorderen Teil des unteren Grundablassleinlaufes, den statisch schwächsten Bauteil, vom übrigen Bauwerk hydraulisch zu trennen, musste zwischen Grundablassrechen und der Einmündung des Zwischenentlastungsbau-



Bild 2. Lageplan Speicher Bolgenach.

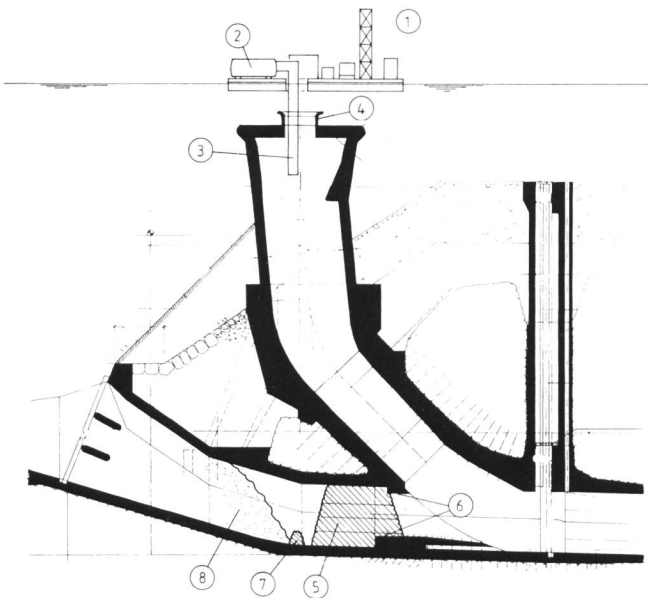


Bild 3. Längensprofil durch den Grundablassseinlauf.

- 1 Arbeitsponton
- 2 Dekompressionskammer
- 3 Tauchrohr
- 4 Strömungstrichter
- 5 Grundablassverschluss
- 6 Widerlager
- 7 Gesteinssperre
- 8 Schlamm- und Gesteinsablagerung

werkes ein wasserdichter Verschluss eingebaut werden. Als Einbauort eignete sich das vorhandene Widerlager, das während der Bauzeit des Staudammes für den Einbau eines Nadelwehres benötigt wurde. Da damit zu rechnen war, dass im Bereich vor dem Widerlager Steine und Schlammablagerungen liegen, musste dieser zuerst freigelegt werden.

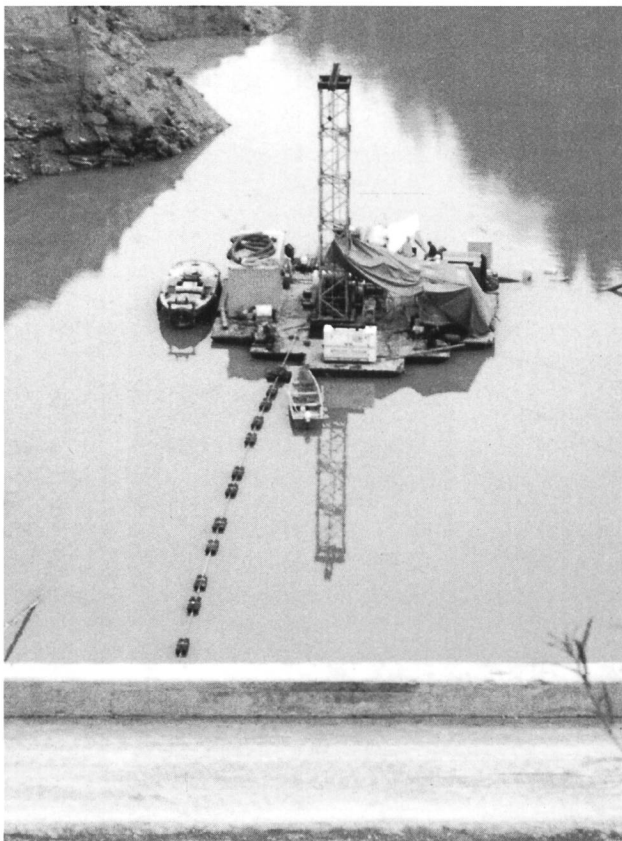


Bild 4. Grundablassverschluss.

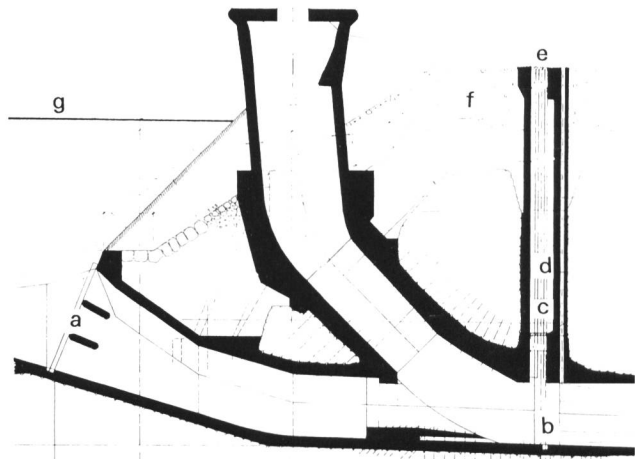


Bild 6. Gewebeschalungselement. Frontansicht mit Injektionsanschlüssen und Auftriebselementen als Positionierungshilfe.

- a Einlaufbauwerk Grundablass mit Rechen
- b Dichtungsebene
- c Untere Abdeckung des Dammtafelschachtes
- d Dammtafelschacht
- e Obere Abdeckung des Dammtafelschachtes
- f Steinschüttung
- g Verlandung 1993

### 3. Arbeitsbedingungen

Für die Ausführung der Arbeiten erschwerend sind die besonderen Bedingungen im Speicher Bolgenach. Bei entsprechenden Witterungsverhältnissen liegt die Zuflussmenge über der Kapazität des Entnahmebauwerkes. Dies kann zu einem raschen Anstieg des Wasserspiegels führen. Sämtliche Taucherarbeiten in Tiefen bis zu 50 m waren bei Null-Sicht auszuführen.

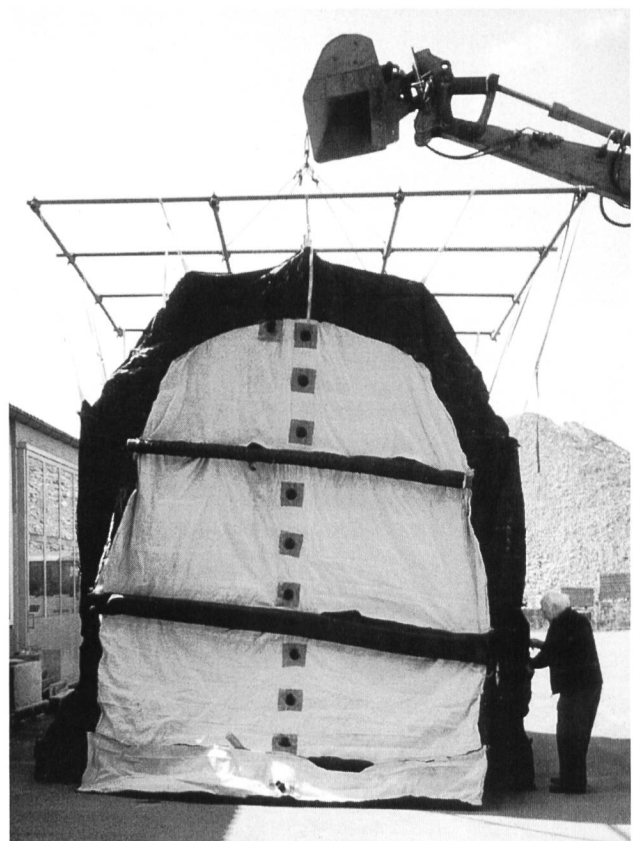


Bild 5. Pontoneinrichtung für die Unterwasserarbeiten.



Bild 7. Arbeitsponton mit Dekompressionsanlage.

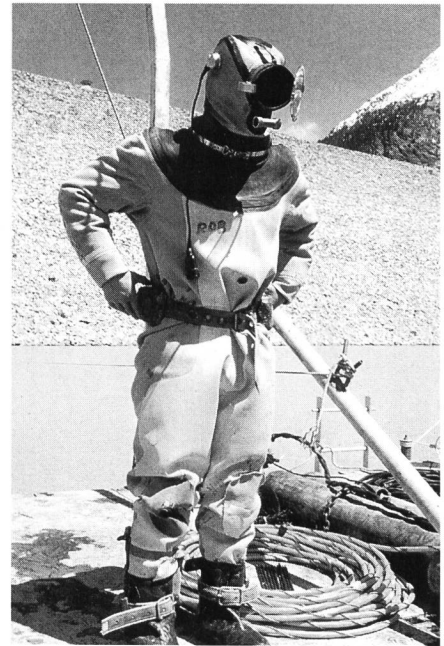


Bild 8. Vorbereitung zum Abtauchen.

#### 4. Bauvorgang

In einer ersten Phase war vorgesehen, den Strömungstrichter auf das Zwischenentlastungsbauwerk zu versetzen. Für die anschliessenden Arbeiten im Grundablassstollen wurde das Arbeitsponton über dem Strömungstrichter positioniert, da dies der einzig mögliche Einstieg in den Grundablassstollen war. Infolge der starken Verlandung war ein Zugang vom Einlaufrichter her ausgeschlossen. Um ein Aufsetzen des Pontons auf das Zwischenentlastungsbauwerk zu verhindern, wurde das minimale Stauziel auf 697,00 m festgelegt.

Als Vorarbeiten zum definitiven Verschluss des Grundablasses waren zuerst umfangreiche Räumungsarbeiten vorzunehmen, wie das Entfernen von Schlammablagerungen und Gesteinsmaterial sowie das Abbrennen von Eisenteilen.

Für die Erstellung des Betonpfropfens als Verschluss wurde die Variante mit einer konfektionierten Gewebeschalung der konventionellen Schalungsmethode vorgezogen. Dadurch konnte die Einbauzeit erheblich verkürzt werden. Vom Zeitpunkt des Einbringens der Gewebeschalung bis zum Abschluss der Verfüllung wurde mit sechs Arbeitstagen gerechnet.

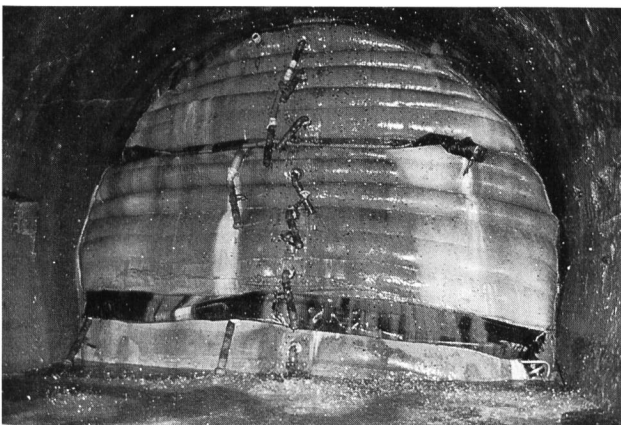


Bild 9. Der fertige Betonabschluss vom Unterwasser her gesehen. Vergleiche Bild 4, Ziffer 6.

#### Ablauf der Arbeiten

- Versetzen des Strömungstrichters auf das Zwischenentlastungsbauwerk.
- Positionierung des Arbeitspontons über dem Strömungstrichter, welcher als Einstieg in den Grundablassstollen diente. Das 9 m lange Tauchrohr, das mit der auf dem Ponton stationierten Druckkammer verbunden war, reichte je nach Wasserstand mehr oder weniger tief in die Öffnung hinein.
- In einer Arbeitstiefe von ca. 35 m wurden durch die Taucher die Vorarbeiten ausgeführt. In einer ersten Phase wurden mit Hilfe des Airlifts die Schlammablagerungen abgesaugt. Grössere Steine mussten durch die Taucher aus dem Einbaubereich wegbewegt werden.
- Um den stets nachrutschenden Schlamm aufzuhalten, wurde eine Sperre errichtet durch das Ausinjizieren eines Gewebeschalungselementes.
- Nach der Reinigung der Einbaustelle mussten in einer zweiten Phase vorstehende Eisenteile abgetrennt werden, damit die Gewebeschalung nicht beschädigt werden konnte.
- Nun erfolgte der eigentliche Teil der Abdichtungsarbeiten mit dem Einbau der Gewebeschalung und dem Verfüllen mit Mörtel. Als Voraussetzung für das Gelingen dieser Arbeit wurden die Taucher ausgiebig mit der Konstruktion der Gewebeschalung und der Funktion aller Anschlusssteile vertraut gemacht. Nur so konnte gewährleistet werden, dass bei Null-Sicht an der Einbaustelle die Gewebeschalung richtig positioniert wurde und sich wie vorgesehen beim Verfüllen aufbaut.
- Mit Hilfe eines Helikopters wurde das ca. 7 m lange und 450 kg schwere Bündel zum Ponton geflogen und direkt durch die Öffnung im Zwischenentlastungsbauwerk in den Grundablassstollen versenkt.
- Durch das geringe spezifische Gewicht der gesamten Konstruktion konnte ein Taucher allein die Gewebeschalung unter Wasser bewegen, zur Einbaustelle manövrieren und dort auseinanderfallen.
- In Tagesetappen von ca. 25 m<sup>3</sup> Mörtel wurde die Gewebeschalung mit Colcrete-Mörtel verfüllt. Durch regelmäßige Tauchgänge wurde dieser Vorgang überwacht.

- In einer letzten Phase wurde durch Nachinjektionen die Abdichtungsarbeit abgeschlossen.

### Ergänzende Bemerkungen

Der zum Verfüllen der Gewebeschalung verwendete Colcrete-Mörtel wurde direkt auf der Baustelle hergestellt. In einer Spezialanlage wurden Zement, Sand und Wasser zu einem pumpfähigen Mörtel gemischt. Die Installation der Anlage befand sich auf dem Staudamm, von wo das fertige Gemisch über eine Schlauchleitung zum See und von dort durch eine Schwimmleitung aus Stahlrohren auf das Ponton in ein Silo gepumpt wurde. Mit der auf dem Ponton installierten Pumpe wurde der Mörtel unter ständiger Überwachung des Pumpendrucks in die Gewebeschalung geleitet.

Die gesamte benötigte Mörtelmenge betrug ca. 120 m<sup>3</sup>.

### Liste der Beteiligten

Bauherr und Bauleitung: Vorarlberger Kraftwerke AG; Taucher- und Unterwasserarbeiten: Vriens bv, Bergen op Zoom, Niederlande; Gewebeschalung und Injektionsarbeiten: ULO Bau GmbH, Steffisburg, Schweiz.

Adresse des Verfassers: Urs Leuenberger, ULO Bau GmbH, Zelgstrasse 29, CH-3612 Steffisburg.

## Lorenzo Allievi (1856–1941)

Obwohl *Ménabrea* und der Schweizer *Jules Michaud* bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Druckstösse hydraulisch erforscht haben, wird die analytische Lösung des Druckstossproblems *Allievi* zugeordnet. Seit 1902 hat er sich intensiv mit den Ausbreitungsvorgängen in Druckleitungen unter Einbezug der Kompressibilität der Medien Flüssigkeit und Rohrmaterial auseinandergesetzt und erst so den Weg für die moderne Hochdrucktechnik im Wasserbau geebnet. Anhand von eleganten mathematischen Methoden gelingt *Allievi* vorerst (1902) die Vorhersage der Druckverhältnisse für Öffnungs- und Schliessvorgänge, später verallgemeinert er seine Methode und beschäftigt sich auch mit Resonanzeffekten. Alle Resultate werden graphisch ausgewertet und erlauben demnach eine ingenieurmässige Anwendung.

*Allievi* ist am 18. November 1856 in Mailand geboren worden, hat in Rom studiert und 1902 sein erstes Meisterwerk vorgelegt. 1937 ist er als Ehrenmitglied der American Society of Mechanical Engineers ASME gewählt worden. In Italien hat er viel für den landwirtschaftlichen Wasserbau geleistet. Daneben hat er sich auch für Wirtschafts- und Finanzfragen interessiert. Er ist hochverehrt am 30. Oktober 1941 in Rom verstorben.

WHH

*Allievi, L.* (1902): Teoria generale del moto perturbato dell'acqua nei tubi in pressione (colpo d'ariete). «Annali degli Ingegneri» 17: 285–325.

*Evangelisti, G.* (1956): Lorenzo Allievi nel centenario della nascita. «L'Energia Elettrica» 33 (2): 87–92.

*Marchetti, M.* (1941): Gli scritti tecnici e scientifici di Lorenzo Allievi. «L'Energia Elettrica» 18 (11): 766–772.

*Wernecke, O.* (1942): Lorenzo Allievi. «Wasserkraft und Wasserwirtschaft» 37 (3): 71–72.



## Jacques Antoine Charles Bresse (1822–1883)

*Bresse* wurde am 9. Oktober 1822 in Vienne (Isère) geboren. 1843 hat er die Ecole des Ponts et Chaussées abgeschlossen. Mit den Jahren ist er dabei an dieser Schule bis zum Inspecteur Générale (1881) aufgestiegen. Bereits 1855 als Titularprofessor für angewandte Mechanik als Nachfolger von *Joseph Bélanger* ernannt, hat er gleichzeitig Unterrichtsstunden an der Ecole Polytechnique (Paris) in Maschinenbau erteilt. Aus dieser Zeit datiert denn auch sein Buch *Cours de Mécanique Appliquée* (1859). 1880 ist er als Mitglied der Académie des Sciences gewählt worden, eine hohe wissenschaftliche Auszeichnung in Frankreich.

Der *Cours* darf als eines der ersten Bauingenieur-Lehrbücher der modernen Zeit bezeichnet werden. Bei der Lektüre fühlt man sich oft Anfang des 20. Jahrhunderts, besticht es doch durch Klarheit und Wissenschaftlichkeit und hat deshalb einen hohen internationalen Beliebtheitsgrad gefunden. Band 1 befasst sich mit dem Widerstandsverhalten von Baustoffen, Band 2 mit der Hydraulik und Band 3 mit Biegemomenten von Fachwerken. Dieser Band hat massgeblich die Entwicklung der Fachwerkberechnung eines *Culmann* angeregt. *Bresse* gehört denn auch mit *Navier*, *de Saint-Venant* und *Lévy* zu den grossen Statikern Frankreichs.

Band 2 *Hydraulique* zählt über 500 Seiten, mit den wesentlichen Aussagen über Hydrostatik und Hydrodynamik, der Rohrhydraulik, der Freispiegelhydraulik mit der Unterscheidung zwischen Strömen und Schiessen, Ausfluss und Überfall, Geschwindigkeitsmessung sowie einem Abriss über hydraulische Maschinen. Spezielle Beachtung soll hier dem Wassersprung und Staukurven gewidmet werden, da diese erstmals richtig abgeleitet in einem Buch erscheinen. Für den sogenannten *klassischen Wassersprung* findet *Bresse* die Beziehung für die konjugierten Tiefen, mit Referenz auf Vorlesungsangaben von seinem Vorgänger *Joseph Bélanger*. In diesem Zusammenhang wird auch die heute nach *Froude* benannte Zahl eingeführt und als wesentlich für Freispiegelabflüsse erkannt. Die Übereinstimmung mit Experimenten wird nachgewiesen.

Bei Stau- und Senkungskurven bezieht man sich noch heute auf die Kurven nach *Bresse* und meint damit das Oberflächenprofil im sehr breiten Rechteckquerschnitt. Die wesentlichen Eigenschaften dieser Kurven werden über die Normalabflusstiefe und die kritische Tiefe diskutiert. *Bresse* erhält 1875 den *Prix Poncelet* für dieses Buchwerk, insbesondere für den wichtigen Fortschritt in der Wissensvermittlung, der dadurch geschaffen worden ist. Er stirbt am 21. Mai 1883 in Paris und hinterlässt seine Frau und einen Sohn. Im Nekrolog wird *Bresse* als pflichtbewusst beschrieben, ja man spricht im Klartext von ihm sogar als das Gewissen in Person. Ein grosser Lehrer hat Frankreich verlassen...

WHH



- *Tarbé de Saint-Hardouin, M.* (1883): Paroles prononcées sur la tombe de M. Bresse. «Annales des Ponts et Chaussées» 53 (1): 650–659.

- *Timoshenko, S.P.* (1953): History of strength of materials: 146–152. McGraw-Hill: New York.