

Umbau und Sanierung des Grundablasses beim Wasserkraftwerk Mühleberg

Autor(en): **Holzer, Walter / Reutemann, Martin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des
Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de
l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des
Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **91 (2000)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-855516>

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.

Umbau und Sanierung des Grundablasses beim Wasserkraftwerk Mühleberg

Das Wasserkraftwerk Mühleberg – das grösste Flusskraftwerk der BKW FMB Energie AG – wurde 1917–1921 erstellt. Die entsprechende Talsperre, hinter der sich der Wohlensee gebildet hat, enthält unter anderem einen in der rechten Talflanke angeordneten Grundablass. Grundablässe sind Sicherheitsorgane und dienen der Absenkung des Stauspiegels in Notsituationen. Der vorliegende Grundablass wurde 1997 und 1998, nach einer längeren Projektierungs- und Bewilligungsphase, umgebaut und saniert. Diese anspruchsvolle und vielseitige Bauaufgabe konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

■ Walter Holzer und Martin Reutemann

Ausgangslage

Die 20 m hohe Talsperre des Wasserkraftwerks Mühleberg untersteht der (eidgenössischen) Verordnung über die Sicherheit der Stauanlagen (Stauanlagenverordnung, StAV) und somit der Oberaufsicht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BWW), Sektion Talsperren. Die Anlage umfasst auch den als Stollen ausgebildeten Grundablass.

Im Rahmen der Fünf-Jahres-Expertise wurden 1988 im Grundablass Betonkerne aus der Auskleidung des Stollens entnommen. Die Untersuchung dieser Proben ergab tiefe Festigkeitswerte; zudem wurden im Beton Risse und an der Sohle einzelne Erosionsschäden festgestellt. Von sicherheitsrelevanter Bedeutung war die Frage, ob die Betonauskleidung bei grosser Wassergeschwindigkeit im lang dauernden Betrieb genügend erosionsbeständig ist.

Aufgrund der Empfehlung des Experten wurde die zulässige Abflussmenge im Grundablass ab 1989 stark eingeschränkt. Um die Funktionstüchtigkeit wieder zu gewährleisten, musste eine Sanierung des Stollens ins Auge gefasst werden. Auf Veranlassung des BWW

wurde ein Umbau- und Sanierungsprojekt erarbeitet.

Das bestehende Bauwerk

Der Grundablass besteht aus einem rund 140 m langen Stollen in der rechten Talflanke und einem im Stausee angeordneten Einlaufbauwerk mit den Abschlussorganen. Der Stollen diente während der Bauzeit 1917–1921 vorerst als Umleitstollen und umfährt die Talsperre in einem leichten Bogen. Er mündet 80 m unterhalb des Stauwehres in die Aare.

Der Grundablass-Stollen hat einen Maulquerschnitt mit einer Höhe von 4,25 m und einer Breite von 7,55 m. Das Sohlengefälle beträgt 5‰. Die Sohle liegt tiefer als der Niederwasserspiegel der Aare; somit ist ständig stehendes Wasser im Stollen vorhanden.

Geologische Verhältnisse

Der Grundablass-Stollen liegt auf der ganzen Länge in der Molasse (untere Süsswassermolasse). Diese besteht zu rund $\frac{1}{3}$ aus Sandstein und zu etwa $\frac{2}{3}$ aus bunten Mergeln. Im Bereich des Grundablasses herrscht Feinsandstein vor.

1993 und 1994 wurden geologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden zwei Bohrungen im Bereich des künftigen Schützenschachtes – also oberhalb der Sperrenaxe – von der Oberfläche aus abgeteuf. Eine weitere Bohrung wurde im Stolleninneren in die Sohle abgeteuf. Diese hatte den Zweck, das vermutete Vorkommen von quellfähigem Material zu ergründen. Die erhaltenen Aufschlüsse gaben aber keinen Anlass zur Beunruhigung.

Zur Erkundung der Wasserdruckverhältnisse im Molassefels wurden in der Nähe des künftigen Schützenschachtes zusätzlich drei kleinkalibrige Bohrungen erstellt und mit Porenwasserdruckgebern ausgerüstet. Die Messungen ergaben, dass der Felsgrundwasserspiegel etwas variiert und im Mittel rund 4,50 m über dem Stollenscheitel liegt.

Umbau- und Sanierungskonzept

Im Einvernehmen mit dem BWW realisierte die BKW das folgende Umbaukonzept.

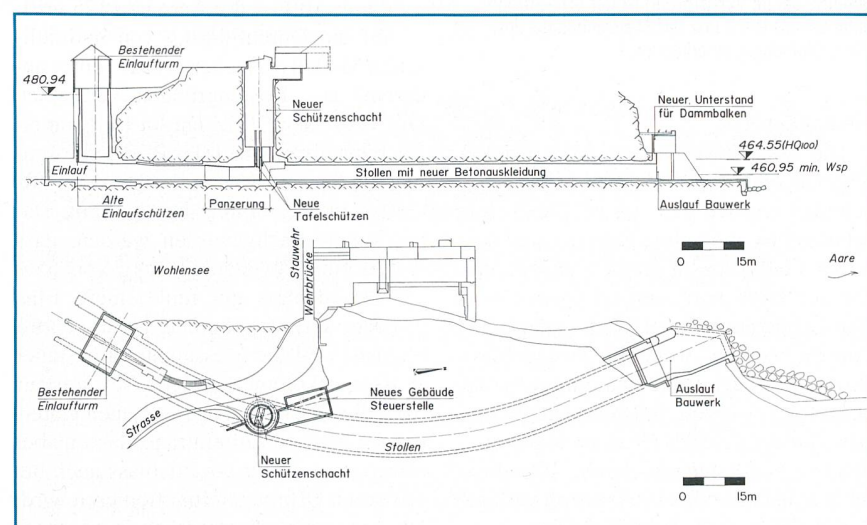


Bild 1 Grundablass Mühleberg: Situation (unten) und Längsschnitt (oben).

Adresse der Autoren

Walter Holzer, dipl. Ing. HTL
Martin Reutemann, dipl. Ing. ETH
BKW FMB Energie AG
Viktoriaplatz 2
3000 Bern 25

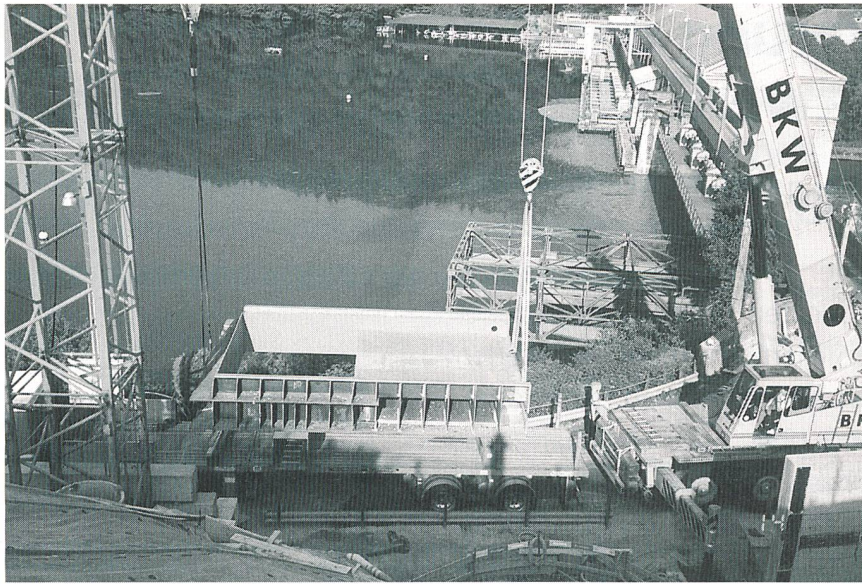


Bild 2 Antransport und Ablad des Schützengehäuses: Zusammenarbeit von Baukran und Mobilkran.



Bild 3 Der 100-t-BKW-Kran hebt das Schützengehäuse an. Im Vordergrund ist der Schachtrand, dahinter das Wehr und das Maschinenhaus des WKW Mühleberg zu erkennen.

Umbaukonzept

Die aus der Bauzeit stammenden Segmentschützen (= ehemalige Betriebschütze) wurden demontiert. Die Tafelchützen (= ehemalige Revisionschütze) wurden belassen. In ihrem Schutz konnten alle Umbauarbeiten erfolgen. Diese Tafelchützen können auch später gebraucht werden, wenn im Grundablass Revisions- oder Instandhaltungsarbeiten ausgeführt werden müssen. Die neuen Abschlussorgane des Grundablasses wurden in einen Schützenschacht, 40 m hinter dem bestehenden Einlaufurm verlegt. Am Fuss dieses Schachtes von 7 m Durchmesser und in etwa 25 m Tiefe lie-

gen in Fliessrichtung hintereinander die Schützengehäuse. Unmittelbar an diese anschliessend folgt eine Querschnittserweiterung («Belüftungskammer»). Zwei Rohre von 1000 mm führen aus dem Schacht Luft in die Belüftungskammer und «belüften» (zur Reduktion des Unterdruckes) den unter der Schütze durchschliessenden Wasserstrahl.

Der Stollen erhielt auf der ganzen Länge eine neue Betonauskleidung. Diese ist auf den vorhandenen Beton aufgebracht. Eine Verringerung des Durchflussquerschnittes musste deshalb in Kauf genommen werden.

Abflusskapazität

Die neue Kapazität des Grundablasses beträgt gemäss hydraulischer Berechnung 210 m³/s bei Normalstau. Die ursprüngliche Kapazität hatte etwa 300 m³/s betragen. Auch mit 210 m³/s liegt die Abflusskapazität immer noch deutlich über dem mittleren Abfluss der Aare von 125 m³/s.

Auf die Durchführung von hydraulischen Modellversuchen wurde (unter anderem) aus Kostengründen verzichtet. Die VAW der ETHZ hat im Rahmen einer Forschungsarbeit des PSEL im Sommer 1999 in situ-Versuche über den Lufteintrag in den Stollen durchgeführt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass bis zu einer Schützenöffnung von 65% der Grundablass gut funktioniert. Eine grössere Öffnung konnte nicht geprüft werden, weil die Messapparaturen unter Wasser gekommen wären. Der Verlauf bzw. die Tendenz der gemessenen Unterdrücke und des Lufteintrages lassen aber erwarten, dass der Grundablass auch bei grösseren Öffnungen funktionieren wird. Die gemessenen Unterdrücke sind, absolut betrachtet, sehr klein.

Abschlussorgane

Als Betriebs- und Revisionschütze wurde je eine Tafelchütze mit den lichten Abmessungen 4,0 × 3,1 m eingebaut. Die ölhydraulisch angetriebenen Schützen lassen sich gegen fließendes Wasser schliessen. Im Notfall kann die Revisionschütze die Funktion der Betriebschütze übernehmen. Jede Schütze verfügt über eine Schlackenschleuse, eine Nischenspülung und eine automatische Schmiereinrichtung. Das Antriebsaggregat verfügt für alle Fälle über eine benzinmotorgetriebene Pumpe. Die Schützengehäuse sind mit der ober- und unterwasserseitigen Panzerung verbunden und als selbsttragende Stahlkonstruktion konzipiert; sie sind aber vollständig von Beton umhüllt.

Gebäude «Steuerstelle»

Oberirdisch, unmittelbar neben dem Schützenschacht, wurde ein kleines Gebäude erstellt. Es dient als Zugang zum Schützenschacht und der Unterbringung der ölhydraulischen Schützenantriebe sowie der elektrischen Anlagen zur Steuerung und Überwachung.

Grundablass-Stollen

Mit dem Umbau ergaben sich zwei in der Funktion und Nutzung unterschiedliche Stollenabschnitte: der **obere** Stollenabschnitt, zwischen Einlaufbauwerk und Schützenkammer ist normalerweise, wenn die neue Schütze geschlossen ist, einem Innenwasserdruck von rund 20 m WS ausgesetzt. Wird dieser Stollenabschnitt entleert, so wirkt ein Aussenwasserdruck (Belastungsannahme: Wasserdruck entsprechend dem Normalstau des Sees). Um diese Belastungen aufzunehmen, wurde eine armierte Auskleidung, Stärke 40 bis 50 cm, mit «wasserdichtem» Beton B 45/35 eingebaut. Die vorhandene Betonauskleidung blieb grösstenteils bestehen und diente als Untergrund für den neuen Beton. Der **untere** Stollenabschnitt, d.h. der Stollen unterhalb der Schützenkammer, ist wie im bisherigen Zustand drainiert und nur auf einen beschränkten Aussenwasserdruck (max. 10 m WS über der Stollensohle) ausgelegt. Die alte Betonauskleidung in diesem Abschnitt wurde ergänzt und verstärkt, indem eine neue armierte Betonsohle eingezogen und auf das Gewölbe ein armerter Spritzbeton von 20 cm Stärke aufgebracht wurde. Damit kein grösserer äusserer Wasserdruck entste-

hen kann, wurden Drainagebohrungen ausgeführt, welche durch die neue und die bestehende Verkleidung bis in den Fels hineinreichen.

Einlaufbauwerk

Hier waren nach dem Entfernen der alten Segmentschützen bauliche Anpassungen notwendig. Als Decken über den zwei rechteckigen Einlaufquerschnitten wurden unten im Einlaufurm massive Betonplatten eingezogen.

Auslaufbauwerk

Das Auslaufbauwerk wurde ebenfalls saniert. Als Revisionsabschluss gegen das Unterwasser, zum Einbau in das Auslaufbauwerk (lichte Breite 7,58 m), wurden Dammbalken aus Stahl beschafft. Sie können in einem über dem Auslauf neu erstellten Dammbalkendepot gelagert werden.

Bauablauf und Bauzeit

Begonnen wurde Anfang Juni 1997 mit dem Hanganschnitt für das Gebäude und dem Abteufen des Schützenschachtes. Über den neu erstellten Schützenschacht wurde die Stollenbaustelle «vertikal erschlossen». Sämtliche Materialtransporte und der Abtransport des Schachtaushubes musste mit Kran erfolgen.

Die letzten Montagearbeiten sowie die Ausprüfungen erfolgten im Oktober und November 1998. Anfangs Dezember 1998 wurden die Schützen geschlossen, dem Wasserdruck ausgesetzt (Dichtigkeitskontrolle) und anschliessend mit Teilöffnungen Funktionskontrollen unterzogen. Seither ist der Grundablass wieder betriebsbereit.

Schlussbemerkungen

Die ganze Projektierung, von der ersten Planungsstudie bis zum Detailprojekt, sowie die Bau- und Montageleitung lag in den Händen der Fachstellen der Direktion Technik und Engineering (TE) der BKW. Der Kostenvoranschlag von 8,25 Mio. Fr. konnte deutlich unterschritten werden, vor allem weil die Baumeisterarbeiten und der Stahlwasserbau wesentlich preisgünstiger vergeben werden konnten. Der sanierte und umgestaltete Grundablass kann nun weitere 80 Jahre seinen Dienst erfüllen.

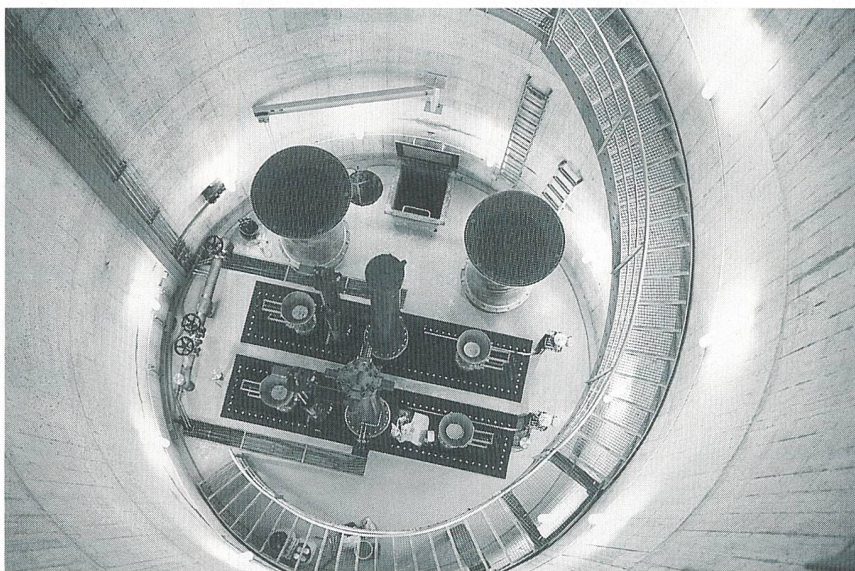


Bild 4 Blick in den Schützenschacht (Fließrichtung des Wassers von «unten» nach «oben»). Zu erkennen sind: Die Kastendeckel und die Antriebe der hintereinanderliegenden Schützen mit ihren Schlackenschleusen, die beiden Belüftungsrohre und dazwischen der quadratische Einstieg in den unterwasserseitigen Stollen. Der Schacht ist durch die ebenfalls sichtbare Wendeltreppe erschlossen.

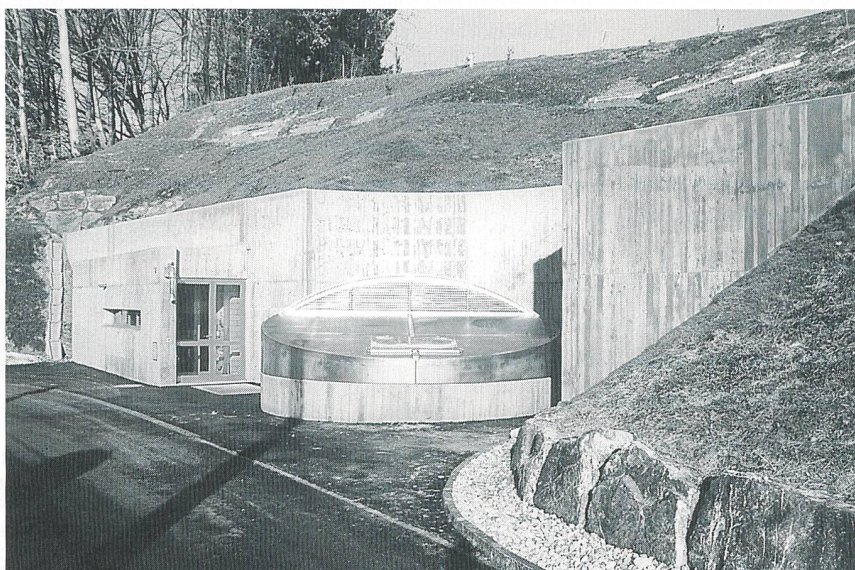


Bild 5 Blick auf den Deckel des Schützenschachts und das in den Hang hinein gebaute Gebäude «Steuerstelle». Hier sind die Hydraulikaggregate und die Vorortsteuerung der Schützen untergebracht.

Modernisation de la vidange de fond de la centrale hydraulique de Mühleberg

La centrale hydraulique de Mühleberg, principale centrale au fil de l'eau de BKW FMB Energie SA, a été construite entre 1917 et 1921. Le barrage derrière lequel s'est formé le lac de Wohlén comprend, entre autres, une vidange de fond située sur le flanc droit de la vallée. Les vidanges de fond sont des organes de sécurité visant à abaisser rapidement le niveau de l'eau du bassin de retenue lors de situations exceptionnelles. La vidange de fond concernée a été modernisée en 1997 et 1998, après une longue phase de planification et de procédure d'autorisation. Ce travail de modernisation ambitieux a été achevé avec succès.



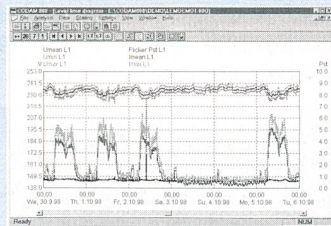
Macht es
nicht mehr
Spass,
komplexe
Mess-
aufgaben
einfach
zu lösen?

- Qualitätssicherung
- Störungssuche
- Netzoptimierung

Die neue MEMOBOX 800
Ein komplettes Messsystem - noch einfacher in der Bedienung.
Das handliche Gerät vereint unsere langjährige Erfahrung in der Messtechnik und in der computer-unterstützten Auswertung von Messergebnissen für die Verteilung elektrischer Energie.



LEM Instruments Lösungen:
Messergebnisse einfach und beweiskräftig präsentieren.



Einfacher messen? Fordern Sie ausführliche Unterlagen an.

LEM Instruments
ELMES • GOERZ • HEME • NORMA

LEM ELMES
Bahnhofstrasse 15 • CH-8808 Pfäffikon SZ
Tel. 055-415 75 75 • Fax 055-415 75 55
e-mail: lel@lem.com • www.lem.com



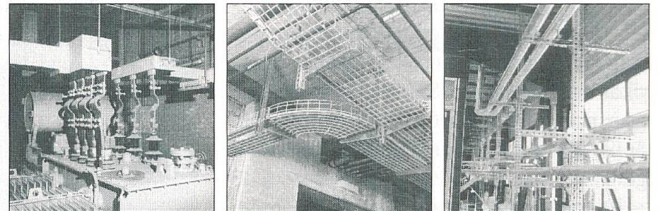
Inserieren Sie im Bulletin SEV/VSE

86% der Leser sind
Elektroingenieure ETH/HTL

91% der Leser haben
Einkaufsentscheide zu treffen

Sie treffen Ihr Zielpublikum

Wir beraten Sie kompetent
Telefon 01/448 86 34



Für Projekte weltweit liefert LANZ zu international konkurrenzfähigen Preisen:

- **Einfach montierbare LANZ Stromschienen** typengeprüft nach EN/IEC-Normen. 25 – 8'000 A IP 20, IP 54 und IP 68. **Korrosionsfest.** Komplett mit Befestigungen und Abgangskasten.
- **LANZ Multibahnen und Weitspann-Kabeltrichter** mit abrutschsicher verzahntem MULTIFIX-Trägermaterial. ACS Schockattest 3 bar. Stapelbar, geringer Platzbedarf.
- **G-Kanäle aus Gitterstahl 50 x 50 bis 125 x 150 mm**, zur rationellen Installation kleiner Kabelmengen. Auch aus Stahl rostfrei V4A und farbig pulverbeschichtet.
- **Aus rostfreiem Stahl V4A gefertigte Multibahnen, Gitterbahnen, Steigleitungen inkl. Befestigungsmaterial** zur Kabelführung in Chemie, Lebensmittelindustrie, korrosiven Umgebungen, Offshore-Anlagen, Stollen und Tunnel. CE konform. ISO 9001-zertifizierte modernste Produktion.

Fragen Sie LANZ! Wir beraten Sie und liefern termingerecht für Sammelsendungen oder direkt an den Bestimmungsort.

lanz oensingen ag Tel. 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24

LANZ für den Export interessieren mich! Bitte senden Sie Unterlagen.

Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name/Adresse/Tel. _____

AL 06



lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen • Telefon ++41/62 388 21 21