

Umbau des Grundablasses beim Wasserkraftwerk Mühleberg

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **128 (2002)**

Heft 36: **Wasserkraft**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-80470>

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 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 u. a. einen in der rechten Talflanke angeordneten Grundablass. Grundablässe sind Sicherheitsorgane und dienen der Absenkung des Stauspiegels in Notsituationen. Der Grundablass wurde 1997/98 umgebaut.

Ausgangslage

Die 20 m hohe Talsperre des Wasserkraftwerks Mühleberg untersteht der Eidgenössischen Stauanlagenverordnung und somit der Oberaufsicht des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG), Sektion Talsperren. Die Anlage umfasst auch den als Stollen ausgebildeten Grundablass (Bild 1).

Im Rahmen der Expertentätigkeit (5-Jahres-Expertisen) wurde 1988 der Grundablass näher untersucht. Die Untersuchung von Betonproben aus der Auskleidung des Stollens ergab tiefe Festigkeitswerte; zudem wurden im Beton Risse und an der Sohle einzelne Erosionsschäden festgestellt. Sicherheitsrelevant 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 BWG 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 Stauwehrs in die Aare (Bilder 2 und 3).

Der Einlauf zum Grundablass-Stollen ist zweiteilig ausgeführt. Der 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.

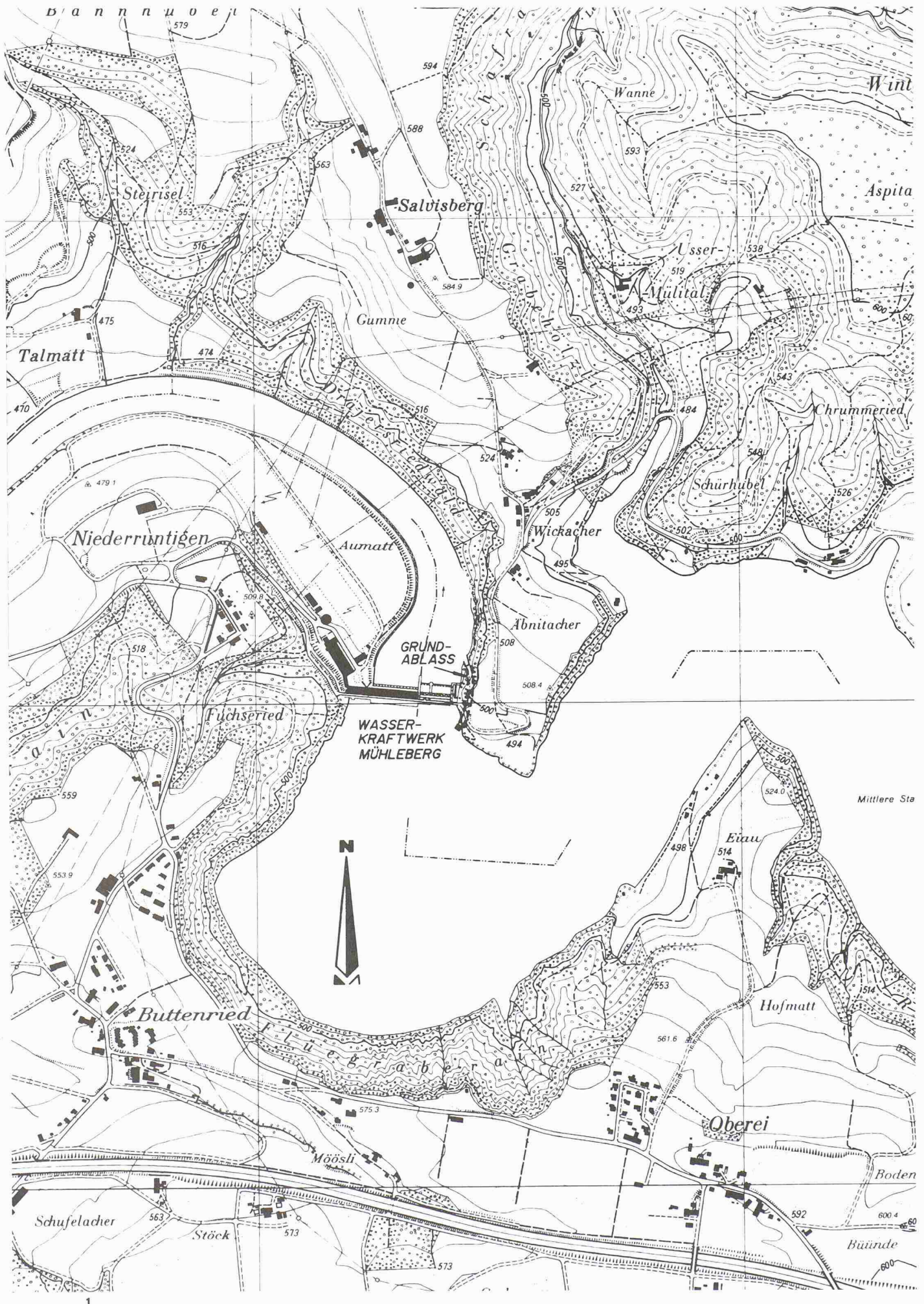
Geologische Verhältnisse

Der Grundablass-Stollen liegt auf der ganzen Länge in der unteren Süsswassermolasse. Diese besteht zu ca. 1/3 aus Sandstein und zu ca. 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 abgeteuft; eine weitere wurde im Stolleninneren von der Sohle aus gebohrt.

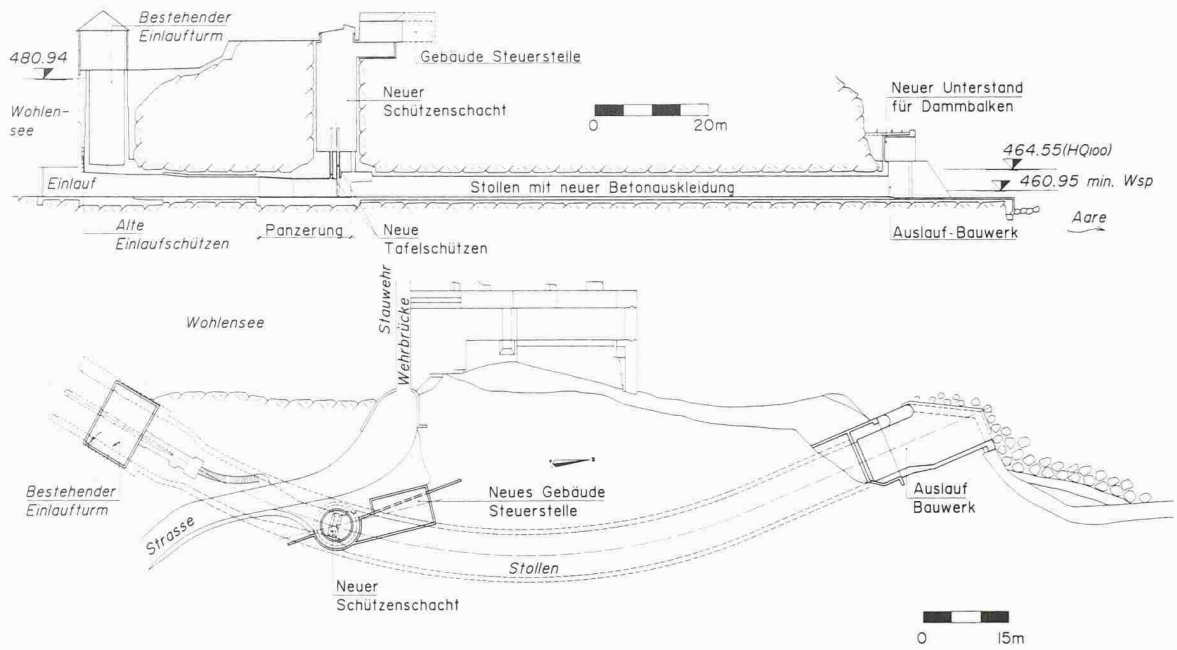
Zur Erkundung der Wasserdruckverhältnisse im Molassefels, vor und während des Baus, wurden in der Nähe des künftigen Schützenschachtes drei kleinkalibrige Bohrungen erstellt und mit Porenwasserdruckgebern ausgerüstet. Die Messungen ergaben, dass der Felsgrundwasserspiegel etwas variiert und im Mittel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

Umbau- und Sanierungskonzept

Im Einvernehmen mit dem BWG ergab sich folgendes Umbaukonzept: Im Schutze der vorhandenen Abschlussorgane beim Einlauf wurde ca. 40 m flussabwärts ein Schützenschacht erstellt. Am Fuss dieses Schachtes, in der neuen Schützenkammer, sind die neuen Abschlussorgane (ölhydraulisch betätigte Tafelschützen) eingebaut. Die aus der Bauzeit des Kraftwerks stammenden Segmentschützen wurden demontriert und der Einlaufsturm innen umgebaut. Die Tafelschützen beim Einlauf wurden belassen. Sie dienen als Abschluss gegen den Stausee während der Bauarbeiten und werden später gebraucht, wenn im Grundablass Revisions- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden müssen. Der Stollen erhielt auf der ganzen Länge eine neue, auf den vorhandenen Beton aufgebrachte Betonauskleidung. Die dadurch bedingte Verringerung des Durchflussquerschnittes



Situation Wasserkraftwerk Mühleberg 1:10 000 (Bild: reproduziert mit Bewilligung des Vermessungsamtes des Kantons Bern)



2

Längsschnitt und Situation Grundablass (Bilder: BKW FMB)



3

Oberwasserseitige Ansicht: links Maschinenhaus, Mitte und rechts hinten die Baustelle mit dem bleibenden Einlaufsturm

musste in Kauf genommen werden. Die neue Kapazität des Grundablasses beträgt gemäss hydraulischer Berechnung bei Normalstau $210 \text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber den ursprünglichen ca. $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Die neue Abflusskapazität liegt immer noch bedeutend über dem Q_m der Aare von $125 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der Grundablass-Umbau

Schützenschacht und -kammer

Ungefähr 40 m hinter dem Einlauf wurde ein ca. 25 m tiefer Vertikalschacht abgeteuft. Der lichte Durchmesser des mit einer Betonauskleidung versehenen Schachtes beträgt 7,00 m. Zuunterst, in der im Stollen «eingeschalteten» Schützenschacht, sind die neuen Schützen eingebaut. Durch den Schützenschacht konnten während des Baus u. a. die Stahlpanzerungselemente und die neuen Schützen abgesenkt werden. Der Schacht dient heute vor allem als Zugang zu den Schützen (Bild 4).

Vor und nach der Schützenschacht wurde auf einer Gesamtlänge von 15 m eine Stahlpanzerung eingebaut. Im Bereich der Panzerung und der unterwasserseitig anschliessenden Lufteintragskammer musste zu Beginn die vorhandene Stollenauskleidung vollständig herausgebrochen werden. In die Lufteintragskammer, wo der Stollenquerschnitt seitlich und vor allem oben erweitert ist, münden zwei Belüftungsrohre von je 1000 mm Durchmesser. Die Luftzufuhr erfolgt vom Schützenschacht her.

Abschlussorgane

Als Betriebs- und Revisionsschütze wurde je eine Tafelschütze mit den lichten Abmessungen $4,00 \times 3,10 \text{ m}$ erstellt und montiert. Die Schützen lassen sich gegen fließendes Wasser schliessen. Im Notfall kann die Revisionsschütze die Funktion der Betriebsschütze übernehmen. Die Schützensgehäuse sind mit der ober- und unterwasserseitigen Panzerung verbunden und als selbsttragende Stahlkonstruktion konzipiert; sie sind vollständig von Beton umhüllt.

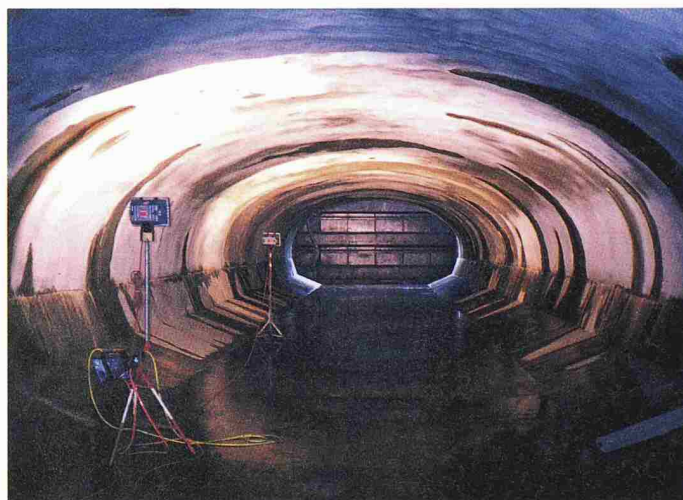
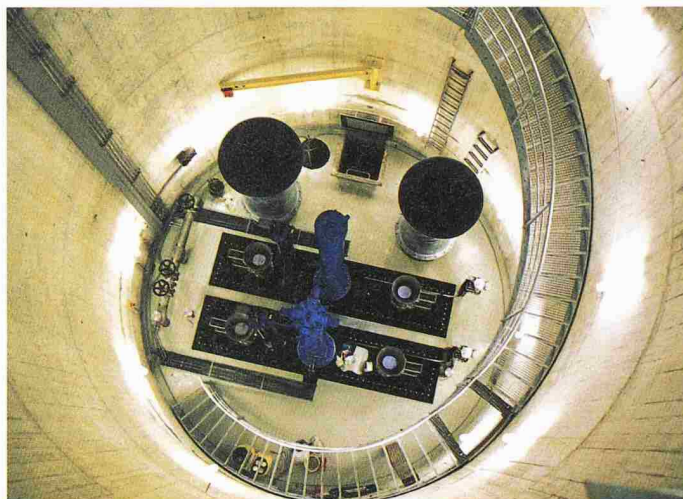
Als Revisionsabschluss gegen das Unterwasser, zum Einbau in das Auslaufbauwerk (lichte Breite 7,58 m), wurden Dammbalken aus Stahl beschafft (Bild 5).

Gebäude «Steuerstelle»

Oberirdisch, unmittelbar neben dem Schützenschacht, wurde ein kleines Gebäude erstellt. Es dient der Unterbringung der ölhydraulischen Schützenantriebe und der elektrischen Anlagen zur Steuerung und Überwachung sowie als Zugang zum Schützenschacht. Die architektonische Gestaltung des Gebäudes, welches grösstenteils in den Hang hinein gebaut werden musste, und dessen Verbindung mit dem Schützenschacht darf als gelungen bezeichnet werden.

Grundablass-Stollen

Mit dem Umbau ergaben sich zwei in der Funktion und Nutzung unterschiedliche Stollenabschnitte: der obere Stollenabschnitt, zwischen Einlaufbauwerk und Schützenschacht, ist normalerweise, wenn die neue Schütze geschlossen ist, einem Innenwasserdruck von



4

Blick von oben in den neuen Schützenschacht

5

Der erneuerte Stollen, Blick gegen den Auslauf mit eingesetzten Dammbalken

ca. 20 m WS ausgesetzt. Wird dieser Stollenabschnitt entleert, so wirkt ein Aussenwasserdruck (Belastungsannahme: Wasserdruck entsprechend dem Normalstau des Sees). Um diese Belastungen aufnehmen zu können, wurde eine armierte Auskleidung, Stärke 40–50 cm, mit wasserdichtem Beton eingebaut. Die vorhandene Betonauskleidung blieb grösstenteils bestehen und diente als Untergrund für den neuen Beton. Der untere Stollenabschnitt, d. h. der Stollen unterwasserseitig 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 20 cm armierter Spritzbeton aufgebracht wurde. Damit kein grösserer äusserer Wasserdruck entstehen kann, wurden Drainagebohrungen ausgeführt, welche durch die neue und die bestehende Verkleidung bis in den Fels hinein reichen. Weil die Abrasionsbeständigkeit in der Regel mit der Betonfestigkeit zunimmt, wurde für die neue Betonsohle ein B 45/35 verlangt.

Einlaufbauwerk

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

Daten Wasserkraftwerk Mühleberg

Ausbau- bzw. Nennwassermenge	291 m ³ /s
Mittlere Fallhöhe	19 m
Mittlere Jahresenergieproduktion	158 Mio. kWh
Leistung total (6 Francis-, 1 Kaplan-turbine)	45 MW
Mittlere Wassermenge der Aare	125 m ³ /s
1000-jährliches Hochwasser	650 m ³ /s
Abflusskapazität umgebauter Grundablass	210 m ³ /s

Betonzusammensetzung und -qualität

Verlangt wurden folgende Betonqualitäten:

Konstruktionsbeton mit erhöhter Festigkeit, für geschaltete Stollenauskleidung oberwasserseitig Schützenschacht sowie neue Betonsohle zwischen Schützen und Auslauf		B 45/35, Körnung 0-32
Konstruktionsbeton für die übrigen Bauteile		B 35/25, Körnung 0-32
Spritzbeton für Stollen		Klasse C, B 35/25, Körnung 0-8, Haftzugfestigkeit 1,5 N/mm ²

Bei der Bauausführung wurden laufend Frischbetonkontrollen durchgeführt. Die Betonfestigkeiten wurden anhand von Probewürfeln und entnommenen Bohrkernen kontrolliert/überwacht.

Auslauf

Das unten an einem steilen, felsigen Hang liegende Auslaufbauwerk blieb im Wesentlichen unverändert. Eine neue Betonsohle wurde aufgebracht. Beim Ende des Bauwerkes, am Rand des Flussbettes, mussten Kolke aufgefüllt werden. Damit die beschafften Damm-balken an Ort gelagert werden können und geschützt sind, wurde – aufgesetzt auf die Mauern des Auslaufbauwerkes – ein Unterstand aus Beton gebaut.

Bauablauf und Bauzeit

Begonnen wurde Anfang Juni 1997 mit dem Hanganschnitt für das Gebäude und den Schützenschacht. Anschliessend wurde von dort aus der Schützenschacht im Molassefels abgeteuft. Der Schacht diente dann als Erschliessungsweg für die weiteren Teilbaustellen im Stollen und Einlaufbauwerk. Parallel zu den Bauarbeiten im Stollen, ab September 1997, wurden die Bauobjekte beim Auslauf erstellt. Im April 1998 konnte mit der Montage der bis zu 18t schweren Panzerungselemente begonnen werden. Die neuen Schützen wurden Anfang September 1998 antransportiert und eingehoben. Das Gebäude «Steuerstelle» wurde z. T. parallel zu anderen Bau- und Montagearbeiten im Frühling und Sommer 1998 gebaut. Die letzten Montagearbeiten sowie die Ausprüfungen erfolgten im Oktober und November 1998. Anfang Dezember 1998 wurden die Schützen geschlossen, dem Wasserdruck ausgesetzt (Dichtigkeitskontrolle) und anschliessend mit Teilöffnungen Funktionskontrollen unterzogen.

Die Bau- und Montagezeit von insgesamt 18 Monaten dauerte aus verschiedenen Gründen ungefähr zwei Monate länger als ursprünglich geplant. Das Ziel – die Fertigstellung vor Weihnachten 1998 – konnte aber eingehalten werden. Im Juni 1999 erfolgte die Abnahme durch das Bundesamt für Wasser und Geologie, Sektion Stauanlagen.

Schlussbemerkungen

Die Gesamtkosten des Umbaus betragen 6,7 Mio. Fr. Es handelte sich um eine anspruchsvolle und vielseitige Bauaufgabe, die auch interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderte. Die Projektierung, von der Planungsstudie bis zum Detailprojekt, sowie die Bau- und Montageleitung oblag der Abteilung Engineering Kraftwerke der BKW FMB Energie AG. Der umgebaute und mit neuen Abschlussorganen ausgerüstete Grundablass kann nun weitere 80 Jahre seinen Dienst erfüllen.

Walter Holzer, dipl. Bauing. HTL,
Martin Reutemann, dipl. Bauing. ETH,
Abt. Engineering Kraftwerke
BKW FMB Energie AG, Viktoriaplatz 2,
3000 Bern 25,
walter.holzer@bkw-fmb.ch
martin.reutemann@bkw-fmb.ch