

Der Geschiebesammler Tobel am Palanggenbach

Eduard Ammann

Der Palanggenbach, welcher ungefähr gegenüber von Altdorf in die Reuss mündet, galt seit jeher als äusserst gefährlicher Wildbach, und sein flacher Unterlauf wurde entsprechend früh verbaut.

Trotzdem kam es weiterhin immer wieder zu Bachausbrüchen, die grosse Teile des Schwemmkegels überfluteten und in den Gemeinden Seedorf und Attinghausen beachtliche Schäden anrichteten.

Ein derartiges, im Jahre 1977 aufgetretenes Hochwasser sowie die Beschädigung der bestehenden Uferverbauungen in den Jahren 1978 bis 1983 bewogen das Kantonale Bauamt Uri, den Weiterausbau des Palanggenbachs in Angriff zu nehmen. Gleichzeitig wurde der Wunsch nach einer generellen Gesamtausbaustudie, die alle wasserbaulichen, forstlichen und meliorationstechnischen Hochwasserschutzmassnahmen zu einem sinnvollen Verbauungskonzept zusammenfügen sollte, wach.

Bereits die ersten diesbezüglichen Überlegungen zeigten, dass dem Palanggenbach nur mit Verbauungen im Unterlauf wohl kaum beizukommen ist, da die Geschiebetransportkapazität desselben sehr bescheiden, der Geschiebeanfall aus dem Oberlauf hingegen beachtlich ist.

Durch die Erhöhung einer alten Bruchsteinsperre konnte kurzfristig ein Geschiebeauffangvolumen von 25 000 m³ geschaffen werden, womit die Gefahr für die Unterlieger vorübergehend gebannt war und Zeit für die Erstellung des generellen Ausbauprojekts gewonnen wurde.

1. Das generelle Ausbauprojekt

Für das generelle Ausbauprojekt wurden vorerst umfassende hydrologische und geologische Abklärungen vorgenommen sowie der geomorphologische Zustand des gesamten Einzugsgebietes aufgenommen. Alsdann konnten die verschiedenen Schutzmassnahmen in bezug auf Wirkung, Realisierungsmöglichkeit und Aufwand untersucht werden.

Es zeigte sich, dass für den Palanggenbach mit seinem sehr steilen, felsigen Einzugsgebiet und den zahlreichen potentiellen Geschiebeherden als erste Massnahme ein grosser, entleerbarer Geschiebesammler vor dem Unterlauf am zweckmässigsten ist; für den Mittellauf sind weitere Massnahmen vorgesehen.

Unter vier möglichen Standorten für den Geschiebesammler wählte man aufgrund des grossen Nutzvolumens und der guten optischen Abschirmung den Standort im Tobel, obwohl für dessen Erschliessung zusätzlich zum bestehenden Netz ein neues, 550 m langes Strassenstück, welches ebenfalls der Forstwirtschaft dient, und ein 200 m langer Tunnel erforderlich wurden.

2. Topographie und Geologie

Im Tobel fliesst der Palanggenbach durch eine enge, tief eingeschnittene Schlucht mit weitgehend parallelen Flanken.

Die linke Flanke ist bis weit hinauf gleichmässig mit etwa 50° geneigt. Die rechte Flanke wird von einer über 10 m hohen, beinahe senkrechten Felswand, die dann in einen Steilhang mit rund 45° Neigung übergeht, gebildet.

Auf beiden Flanken ist der Fels weitgehend aufgeschlossen, während die Talsohle unter einer 10 bis 12 m mächtigen Bachschuttdecke liegt.

Beim Fels handelt es sich um gebankten Sandstein mit dün-

nen Tonschieferzwischenlagen aus der Gruppe «Altdorfer Sandsteine und Schiefer».

Auf der linken Flanke verläuft die Schichtung praktisch hangparallel, und die obersten anstehenden Sandsteinplatten sind auf der Höhe des Bachbettes z. T. unterschritten und streichen in die Luft aus.

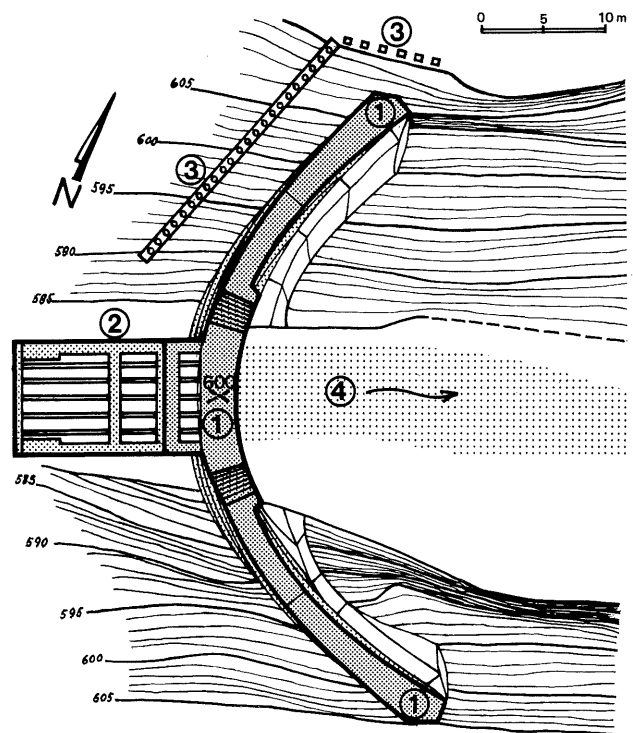


Bild 1. Lageskizze der Geschieberückhaltesperre am Palanggenbach im Kanton Uri. 1 einfach gekrümmte Bogensperre, 2 Rechenvorbau, 3 Felsanker, 4 Palanggenbach.

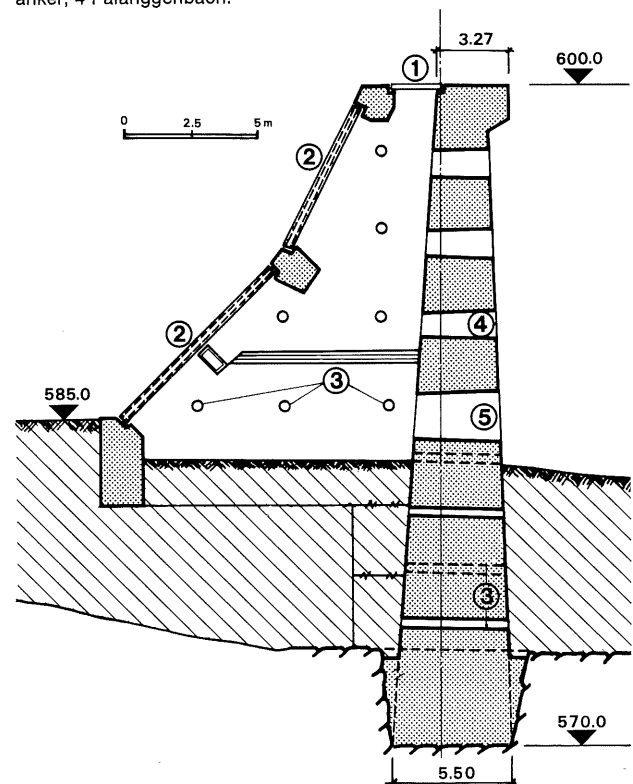


Bild 2. Vertikalschnitt durch die Bogenmauer. 1 Horizontalrechen, 2 Schrägrechen unten 1:1 geneigt, oben 2:1, 3 Runddolen in den Seitenwänden des Rechenvorbaus, die eine optimale Entwässerung von zurückgehaltenem Material gewährleisten sollen, 4 Entlastungsöffnungen, 5 Grunddole.

3. Die Form der Geschieberückhaltesperre

Nachdem der Standort und das Nutzvolumen des Sammlers schon im generellen Ausbauprojekt definiert worden waren, standen auch die Lage und die Höhe des erforderlichen Abschlussbauwerkes bereits fest. Es musste deshalb als erstes eine möglichst zweckmässige und passende Form für die Rückhaltesperre gefunden werden.

Nachdem sowohl armierte Plattensperren, reine Gewichtsmauern als auch Bogenmauern in den verschiedensten Ausführungsvarianten untersucht worden waren, fiel die definitive Wahl auf eine Bogensperre. Den Ausschlag dazu gab, dass dieser Sperrtyp weniger Probleme mit der hangparallelen Schichtung am linken Widerlager erwarten liess, billiger als andere Mauertypen war und über beachtliche Sicherheitsreserven verfügt.

Auf Wunsch des Bauherrn und mit Rücksicht auf kleinere ortsansässige Unternehmungen ohne Erfahrung im Stau-mauerbau wurde auf eine Mauerkrümmung im vertikalen Sinn verzichtet und die Sperre als einfach gekrümmte Bogenmauer ausgebildet. Die Mauerachse wird in den Horizontalschnitten jeweils durch einen zentralen und zwei äussere Kreisbogen gebildet. Die Bogenradien nehmen von oben nach unten leicht ab, wobei der Radius der äusseren Bogen jeweils das 1,5- bis 2fache des zentralen Radius beträgt.

Den geologischen Randbedingungen wurde durch die Wahl möglichst grosser Krümmungsradien und die Anordnung von Widerlagerverstärkungen Rechnung getragen. Die Mauerstärke variiert im mittleren Teil von 1,75 m auf Kronenhöhe bis 5,5 m am Mauerfuss und ist bei den Widerlagern den statischen Anforderungen entsprechend etwas grösser.

Zur Ableitung extremer Hochwasser besitzt die Sperre in der Mitte einen festen Überfall von 12 m Breite und 2,5 m Höhe. Mittlere Wassermengen fliessen durch eine Grunddole von 4×2 m und drei weitere über die Höhe verteilte Entlastungsöffnungen von 4×1 m.

Die Hauptdaten des Sperrkörpers lauten:

Kote der Krone	602,5–605 m	ü. M.
Kote des Überfalls	600 m	ü. M.
Kote des Bachbettes	ca. 585 m	ü. M.
Kote des Mauerfusses	570 m	ü. M.
Grösste Höhe	30 m	
Kronenstärke	1,75–2 m	
Stärke am Mauerfuss	5,5 m	
Kronenlänge	rd. 60 m	
Aushubvolumen (Fels und Lockermaterial)	4800 m ³	} ohne Rechen- vorbau
Betonvolumen	4700 m ³	
Beckeninhalt (Geschiebe) bei einem Auflandungs- gefälle von 15%	ca. 100000 m ³	

4. Die statische Berechnung

Es stand praktisch von Anfang an fest, dass die Geschieberückhaltesperre der Oberaufsicht der Bundesbehörden unterstellt wird und deshalb den strengen Anforderungen, die an Staumauern gestellt werden, genügen muss. So mussten der volle Wasserdruck für ein 1000jähriges Hochwasser (120 m³/s), der Erddruck der Hinterfüllung, die Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter wie auch ein Erdbeben mit einer Beschleunigung von 0,1 g als Lasten eingeführt werden.

Etwas unklar war bei der vorliegenden Sperre, deren Stauraum ja meistens leer ist, die Definition der verschiedenen Lastfälle. Schlussendlich wurde folgendes festgelegt:

Normallastfall 1:

Sammler leer, Bach fliesst durch die Grunddole ab.

Normallastfall 2:

Sammler voll, Entlastungsöffnungen verstopft, Bach fliesst über die Sperrkrone.

ausserordentlicher
Lastfall:

1000jähriges Hochwasser tritt während eines Erdbebens in den leeren Sammler ein und füllt ihn unter Verstopfung aller Entlastungsöffnungen.

Die Sperre wurde statisch mit einem auf der für Staumauern gebräuchlichen «Trial-Load-Methode» des US Bureau of Reclamation basierenden Rechenprogramm berechnet. Im Prinzip handelt es sich um ein an die Staumauerprojektierung angepasstes Trägerrostverfahren, bei welchem die Sperre in horizontale Bogen und vertikale Konsolen aufgeteilt wird und dann durch Gleichsetzen der Verformungen an den Knotenpunkten die Belastung bzw. die Beanspruchung der einzelnen Bogen und Konsolen ermittelt wird. Die resultierenden Druckspannungen sind für alle Lastfälle kleiner als 30 kg/cm², die Zugspannungen erreichen im Normallastfall 9,5 kg/cm², im ausserordentlichen Lastfall bis 12 kg/cm². Die maximalen Radialverschiebungen betragen –3,8 mm und +3,65 mm.

5. Der Rechenvorbau

Im generellen Ausbauprojekt und selbst noch in der Anfangsphase der Sperrprojektierung war lediglich von Entlastungsöffnungen im Sperrkörper selbst die Rede.

Im Verlauf der Detailprojektierung kristallisierte sich dann als Zielvorstellung eine Sperre heraus, die wohl das grobe Geschiebe, das im Unterlauf nicht mehr abtransportiert werden kann, zurückhält, aber trotzdem soviel feineres Material passieren lässt, dass unterhalb des Sammlers keine Erosionsschäden auftreten. Damit wurde aber ein Rechen für die Geschiebesortierung unumgänglich. Es wurden zahlreiche Rechentypen und verschiedenste Anordnungsmöglichkeiten geprüft: in den Entlastungsöffnungen montierte vertikale Rechen mit horizontalen oder vertikalen Stäben, halbrunde oder konische, vor der Mauer plazierte Rechen, Betonvorbauten mit geneigten oder seitlich angeordneten Rechen usw.

Die grösste Sicherheit gegen das Verlegen des Rechens mit Schwemmholz bietet offensichtlich ein möglichst flacher Rechen mit vertikal angeordneten Stäben. Laut Erfahrungen bei österreichischen Wildbachsperrern sind bei einer Rechendurchflussfläche, welche etwa das 3fache der Dolenfläche beträgt, die Verhältnisse für das Aufrollen des Schwemmholzes ideal, weil der Wasserspiegel vor und nach dem Rechen etwa gleich hoch ist und das Holz damit nur wenig gegen den Rechen gepresst wird.

Im vorliegenden Fall wurde dementsprechend ein gerader Rechenvorbau aus Beton mit einem schräg angeordneten Stahlrechen mit folgenden Hauptabmessungen gewählt:

Länge	15 m
Breite	7 + 2 = 9 m
Höhe	15 m
Rechenneigung unten	1:1
Rechenneigung oben	2:1
Lichter Stababstand	ca. 80 cm
Stababmessungen	50 × 21 cm

Die Rechenstäbe bestehen aus INP-Profilen mit aufgeschweissten Seitenblechen und liegen auf durchlaufenden Auflagerbalken. Als Distanzhalter dienen einfache Winkel-eisen; gehalten werden die Stäbe von einer Klemmplatte, die mit Spannschrauben gegen den Auflagerbalken ge-

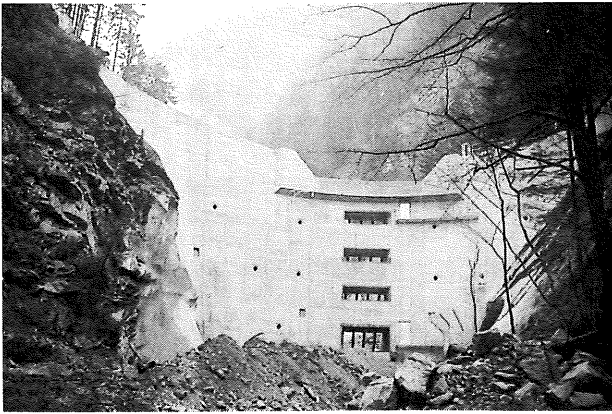


Bild 3. Die Palanggenbachsperre von unten. Über der Grunddole sind drei Entlastungsöffnungen und der Überfall angeordnet.



Bild 4. Die Palanggenbachsperre von oben. Im Rechenvorbau erkennt man die je fünf Rechenstäbe, die auf durchlaufenden Auflagerbalken liegen.

presst wird. Dank diesem Befestigungssystem kann der Stababstand jederzeit verkleinert oder vergrössert werden, falls die durchgelassene Geschiebemenge nicht den Erwartungen entsprechen sollte.

Damit diese Arbeiten gegebenenfalls auch ohne Behinderungen ausgeführt werden können, lässt ein Umleitungsrohr ein Niederwasser von 5 m³/s passieren.

Um eine möglichst optimale Entwässerung des zurückgehaltenen Materials, das ja ausgeräumt und wiederverwendet werden soll, zu gewährleisten, wurden sowohl in die Sperre als auch in die Seitenwände des Rechenvorbaus zusätzliche Runddolen verlegt.

6. Die Überwachungseinrichtungen

Wie bereits erwähnt, wurde die Sperre der Oberaufsicht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Sektion Talsperren, unterstellt. Für die periodische Überwachung des Bauwerkes wurden folgende Messeinrichtungen angeordnet:

- Ein Schwimmpendel zur Kontrolle der Mauerdeformationen sowie zwei Rocmeter (3fache Extensometerstangen) zur Messung allfälliger Widerlagerdeformationen.
- Ein geodätisches Vermessungsnetz, mit dem gegebenenfalls auch grossräumige Bewegungen von Bauwerk und Foundation erkannt werden können.
- Eine Anzahl Thermometer, welche die für den Vergleich der gemessenen mit den berechneten Verschiebungen unerlässlichen Betontemperaturen sowie Luft- und Wassertemperatur liefern.

Gemessen wird anfänglich alle drei Monate, später noch zweimal im Jahr und nach jedem Hochwasser.

7. Die Bauausführung

Die Bauarbeiten wurden von der ortsansässigen Unternehmung Gasparini AG ausgeführt, die Aufgabe der Bauleitung übernahm das Personal des Kantonalen Bauamtes Uri weitgehend selbst. Beide wurden vom projektierenden Ingenieurbüro, vor allem bei den stauauerspezifischen Spezialarbeiten, beraten und unterstützt.

Die Installation der Baustelle war mit Ausnahme der provisorischen Bachumleitung konventionell. Es kamen unter anderem ein grosser Turmdrehkran, verschiedene Hydraulik- und Seilbagger, schwere Lastwagen und die heute gebräuchlichen Grossflächenkletterschalungen zum Einsatz. Die provisorische Bachumleitung bestand aus einem 70 m langen Holzkanal mit rund 3 x 1 m Querschnitt, welcher der linken Talflanke entlang führte. Der Kanal war auf Ortsbetonscheiben aufgelegt und konnte die Spitzenabflüsse des

Winterhalbjahres (bis 30 m³/s) gefahrlos ableiten. Vor der Sommerperiode mit den grossen Hochwassern hatte die Sperre die Höhe des Bachbettes erreicht, so dass der Kanal abgebrochen und der Bach durch die Grunddole geleitet werden konnte.

Die Aushubarbeiten gestalteten sich vorwiegend auf der linken Talflanke schwierig. Wegen der hangparallelen Schichtung des Altdorfer Sandsteins mussten Vorkehrungen getroffen werden, um die unterschrittenen Felspakete am Abgleiten zu hindern. So wurde der Aushubrand mit einem verankerten Betonriegel fixiert und der restliche Teil des Arbeitsbereiches flächenhaft mit Stabankern gesichert. Daraufhin konnte konventionell gesprengt werden, wobei selbstverständlich kleine Abschläge und bescheidene Lademengen vorgeschrieben waren. Die Sprengerschüttungen wurden an verschiedenen Stellen laufend registriert, die Vorspannkräfte an einigen der 29 Felsanker periodisch kontrolliert.

Eine erste Aushubetappe wurde von unten nach oben, die zweite dann von oben nach unten ausgeführt. Es wurde besonderes Gewicht auf präzise, kontinuierliche und saubere Fundamentaufstandflächen gelegt, was mit zahlreichen Profilaufnahmen und entsprechendem Nachprofilieren erreicht wurde.

Auf einen eigentlichen Injektionsschirm wurde aufgrund der vorliegenden Verhältnisse, und weil an eine Geschieberückhaltesperre keine speziellen Anforderungen bezüglich Dichtigkeit gestellt werden, verzichtet. Der Felsuntergrund im Bereich der Foundation wurde hingegen flächenhaft mittels kurzen Injektionen konsolidiert. Zum Schluss der Bauarbeiten wurden dann auch noch Drainagebohrungen abgeteuft, damit allfälliges Wasser, das die Widerlager umfliessen könnte, keine Felsabsprengungen verursachen kann.

Die Sperre wurde in fünf unabhängigen Blöcken, die in Etappen zu 2,5 m Höhe hochgezogen wurden, betoniert. Der Werkbeton wurde direkt aus der Aufbereitungsanlage Flüelen antransportiert und enthielt 250 kg Portlandzement pro m³ sowie einen luftporenbildenden Zusatz zur Erhöhung der Frostbeständigkeit. Auf die ursprünglich vorgesehenen grobkörnigen Zuschlagstoffe (0–60 mm) musste wegen Liefer- und Preisproblemen verzichtet werden.

Die grössten Betonieretappen am Mauerfuss erreichten bis 170 m³ und konnten in einem etwas verlängerten Arbeitstag gerade noch eingebracht werden. Selbstverständlich wurde die Betonqualität ab Werk kontinuierlich überwacht, und auf der Baustelle wurden periodisch Prüfkörper für die erforderlichen Labortests hergestellt.

