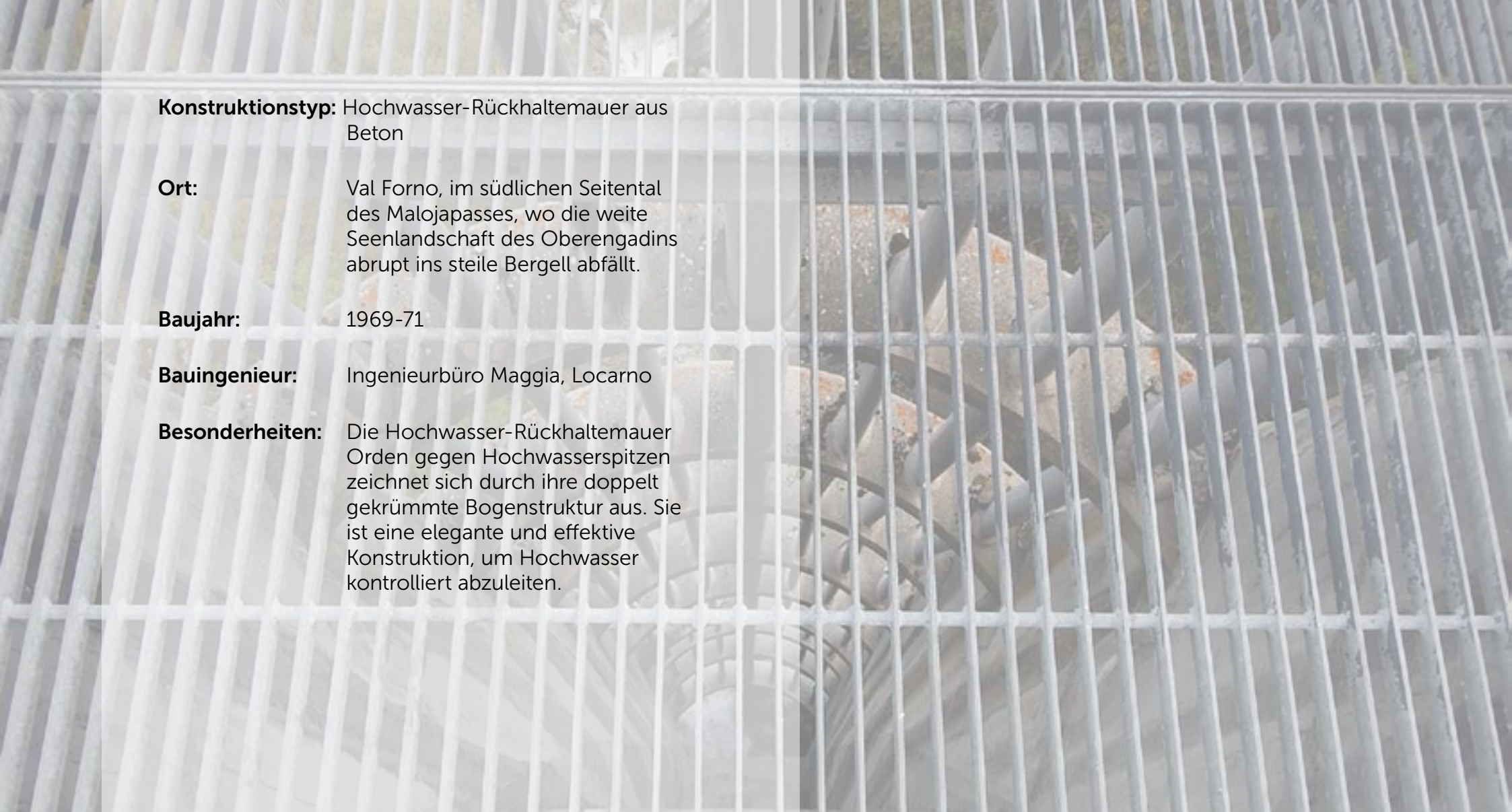




Das Guckloch

Nr. 4 | 2024



Konstruktionstyp: Hochwasser-Rückhaltemauer aus Beton

Ort: Val Forno, im südlichen Seitental des Malojapasses, wo die weite Seenlandschaft des Oberengadins abrupt ins steile Bergell abfällt.

Baujahr: 1969-71

Bauingenieur: Ingenieurbüro Maggia, Locarno

Besonderheiten: Die Hochwasser-Rückhaltemauer Orden gegen Hochwasserspitzen zeichnet sich durch ihre doppelt gekrümmte Bogenstruktur aus. Sie ist eine elegante und effektive Konstruktion, um Hochwasser kontrolliert abzuleiten.

Hochwasser-Rückhaltemauer Orden bei Maloja



Hochwasser-Rückhaltemauer – Staumauer ohne See?

Autor: Aldo Rota, Werkstoffing. ETH/SIA

Die Hochwasser-Rückhaltemauer Orden ist keine Staumauer.
Man findet daher auch keinen gestauten See.

(BILD: ALDO ROTA)

Seit 1972 schützt die Hochwasser-Rückhaltemauer Orden bei Maloja das Bergell vor den verheerenden Hochwasserspitzen aus dem Val Forno. In früheren Jahrzehnten hatten diese Spitzen mehrmals

schwere Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen im Bergell verursacht. Die doppelt gekrümmte Bogenmauer verfügt über einen regulierbaren Grundablass, um die Hochwasserspitzen kont-

rolliert abzubauen. Bis heute hat sie ihre Schutzfunktion erfüllt, wobei das Stauvolumen bisher nie vollständig ausgenutzt werden musste. Das Bauwerk ist in gutem Zustand und dürfte bei den in Zu-

kunft zu erwartenden noch schwereren Hochwasserereignissen eine entscheidende Rolle beim Schutz des Bergells spielen.



Die Rückhaltemauer inmitten der Vegetation.

(BILD: ALDO ROTA)

Markant in der Landschaft

Staumauern, vor allem elegante, doppelt gekrümmte Betonbogenmauern, setzen seit bald einem Jahrhundert markante Akzente in vielen Schweizer Alpentälern. Man mag sich darüber freuen, besonders Ende Sommer, wenn die Stauseen voll sind und postkartenblau strahlen. Oder man mag sich darüber ärgern, wenn das Wasser am Ende des Winters weg ist und anstelle des glitzernden Sees eine vegetationslose Mondlandschaft

die Täler verunziert. Aber man hat sich daran gewöhnt und konnte sich meistens darauf verlassen, dass der See bis im Herbst wieder im alten Glanz erstrahlt. In den letzten Jahren sind einzelne Stauseen gelegentlich aus dem Rhythmus der Jahreszeiten ausgeschert und wegen Revisionen oder Erweiterungen der Anlagen während längerer Zeit leer geblieben. Aber irgendwann, möglichst bald natürlich, waren sie wieder gefüllt. Bei Pumpspeicherwerken ist das etwas an-

ders, aber es ist davon auszugehen, dass ihre oberen Becken ebenfalls während eines beträchtlichen Teils ihrer Betriebszeit gefüllt sind. Eine Staumauer, die seit Jahrzehnten neben einem respektablen Bergbach inmitten grüner Wiesen in einem Alpental steht – und rundum sind keine Spuren regelmässiger Überflutung wie bei Stauseen üblich erkennbar –, ist deshalb schon ein etwas ungewöhnlicher Anblick in der Schweiz.

Im Val Forno, einem südlichen Seitental des Malojapasses, wo die weite Seenlandschaft des Oberengadins jäh ins steile Bergell abfällt, steht beim Weiler Orden genau so eine anscheinend ungebrauchte einsame Mauer ohne See in einer eindrucklichen landschaftlichen Kulisse. Dass an dieser Stelle eine Staumauer steht ist an sich nicht verwunderlich, das Wasserangebot ist reichlich und das Gefälle ins Tal kurz und steil. Die Voraussetzungen für ein (kleineres) Hochdruck-Speicherwerk wären gegeben. Aber die Orlegna (so heisst der zuweilen ungestüme Bach, der vom Forno-gletscher an der Grenze zu Italien herkommt und weiter unten im Tal dann Maira heisst) fliesst hier ungehindert und ungenutzt unter der Staumauer durch und fliesst dann ins Haupttal Bergell ab. Wozu steht also diese Mauer in diesem Seitental oberhalb einer markanten Geländestufe (die benachbarte Malojapass-

strasse, von 1827 bis 1839 nach dem Projekt von Richard La Nicca erstellt, benötigt immerhin 13 Spitzkehren und etwa zehn weitere Kehren, um den Abstieg ins Bergell zu bewältigen), und warum wird das Wasser nicht gefasst und verwertet, wenn schon eine Staumauer da steht? Das mag man sich vielleicht fragen – gerade jetzt, wo wieder um jedes Kilowatt Wasserkraft gerungen wird.

Ungenutzt fliesst das Wasser aus dem Val Forno aber schon seit 1955 nicht ins Bergell ab. Es wird weiter oben im Tal gefasst und teilweise in die Anlagen der EWZ (Elektrizitätswerke der Stadt Zürich) abgeleitet, zu denen auch die hoch über Tal weithin sichtbare Staumauer Albigna gehört. Trotz diesem partiellen Aderlass fliesst meistens noch reichlich Wasser aus dem Val Forno durch die Schlucht ins Bergell ab. Manchmal aber zu viel, bei extremen Niederschlägen viel zu viel, so dass der oberste Abschnitt des Bergells – und in leicht verminderter Ausmass auch die unteren Talstufen bis nach Chiavenna in Italien – immer wieder von schweren Hochwassern heimgesucht wurden. So werden für das Bergell von 1659 bis 1956 über 21 Hochwasserkatastrophen berichtet, bei denen zahlreiche Brücken und Gebäude zerstört wurden (Menschen und Tiere kamen dabei wahrscheinlich auch zu Schaden). Die letzten katastrophalen Überschwem-

mungen bewogen den Kanton Graubünden dazu, künftige Hochwasserspitzen möglichst weit oben aufzufangen, bevor sie das besiedelte Gebiet erreichen. Dazu wurde die Geländekammer bei Orden als geeigneter Standort für ein Rückhaltebecken ausgewählt und von 1969 bis 1971 die Staumauer Orden erstellt.

Klassisch, kleiner, asymmetrisch

Vom Vadrec del Forno (Fornogletscher) unter der bis 3'378 m hohen Cima di Castello, wo die Orlegna ihren Lauf beginnt, bis zur Staumauer Orden erstreckt sich ein Einzugsgebiet von 36.1 km². Etwa 4 km flussaufwärts wird die Orlegna bereits von der kleinen Bogenmauer der Wasserfassung Plan Canin auf 1'980 m ü. M. gestaut. Dieser Werkteil hat aber nur geringe Auswirkungen auf die Wasserführung bei Hochwasser, zumal Wasserfassungen bei Extremereignissen meistens geschlossen werden, um Geschiebeeintrag zu vermeiden. Von dieser zur Bergeller Gruppe des EWZ gehörenden Anlage gelangt ein Teil des Orlegnawassers durch einen Druckstollen sowie einen Druckschacht zur rund 550 m tiefer gelegenen Zentrale Löbbia beim gleichnamigen Ausgleichsbecken im Haupttal der Maira. Von der Zentrale Löbbia aus wird das Orlegnawasser entweder über das Ausgleichsbecken direkt in die Maira zurückgegeben (und von dort zur Zentrale Castasegna an der Grenze zu Italien



weitergeleitet) oder direkt in den Stausee Albigna hinter der gleichnamigen, 1955 in Betrieb genommenen Schwergewichtsmauer auf 2'162 m ü. M. hinaufgepumpt.

Die doppelt gekrümmte Bogenmauer Orden – im Stil der grossen klassischen Schweizer Bogenmauern, aber etwas kleiner, projektiert vom Ingenieurbüro Maggia in Locarno – erreicht eine Höhe von 42 m inklusive Fundament, davon

sind luftseitig über der Bachsohle 38 m sichtbar. Bezüglich dem Talverlauf bzw. dem Gerinne der Orlegna, die an dieser Stelle grob in nordost-südwestlicher Richtung fliesst, ist die Bogenmauer leicht asymmetrisch angelegt. Ihre Krone ist auf der nordwestlichen Seite etwas länger als auf der gegenüberliegenden Seite. Die Asymmetrie fällt aber visuell nicht ins Gewicht, weil das Tal in diesem kurzen Abschnitt weit und offen ist und

die Flanken nur leicht ansteigen. Die auf 1787 m ü. M. gelegene, 171 m lange Krone ist etwa 3 m breit und wird als Wanderweg und Biketrail genutzt. Dieser Weg kragt beidseitig leicht über die Staumauer aus und wird wasserseitig von einer durchgehenden Betonbrüstungsmauer, luftseitig von einem kräftigen Staketengeländer gesichert und kann deshalb gefahrlos begangen werden.



Die 171 m lange Krone ist etwa 3 m breit und wird wasserseitig von einer durchgehenden Betonbrüstungsmauer und luftseitig von einem kräftigen Staketengeländer gesichert.

(BILD: CVR)



Kein Stausee

Dank den günstigen geologischen Verhältnissen konnte die Mauer durchgängig auf gesundem Fels fundiert werden, so dass kein grosser Fundamentalschlitz erforderlich wurde und nur eine relativ dünne Erdschicht abgetragen und wieder renaturiert werden musste. Hinter der Staumauer Orden kann bei Vollstau ein Volumen von 1.67 Mio. m³ Wasser zurückgehalten werden, das einen See mit einer Oberfläche von 0.14 km² bilden würde. Dieser Zustand ist allerdings seit dem Probestau 1972 nicht mehr eingetreten, so dass sich der Bereich des theoretisch möglichen Staubeckens mit üppigem Weideland präsentiert und nicht den tristen, vegetationslosen Anblick der jährlich gefüllten und wieder

entleerten alpinen Staubecken bietet. Auch die im Staubereich gelegene steinerne Bogenbrücke über die Orlegna der alten Alpstrasse ins Val Forno ist nur sehr selten überflutet worden und kann weiterhin als Wanderweg genutzt werden. Vorsichtshalber ist die neue Alpstrasse mittels einer neuen hölzernen Brücke über die Orlegna um den Seespiegel bei Vollstau herum angelegt worden.

Dass der mögliche Stausee nur höchst selten und nur zu einem geringen Teil und für kurze Zeit gefüllt wurde, zeigen auch einige gesunde Bäume vor der Staumauer, die einen längeren Aufenthalt unter Wasser nicht lange überlebt hätten.

Die Steinbogenbrücke über die Orlegna wird nur selten überspült. Sie kann immer noch als Wanderweg genutzt werden.

(BILD: CVR)

Im verbreiterten Mauerfuss ist an der tiefsten Stelle der Mauer, im Gerinne der Orlegna, ein Grundablass mit rechteckigem Querschnitt und rund 15 % Gefälle angeordnet, der mit einer hydraulisch betätigten Tafelschütze verschlossen bzw. reguliert werden kann. Oberhalb des Grundablasses ist im Mauerfuss eine kleine Apparatekammer für den hydraulischen Antrieb der Schütze eingebaut, die über einen Steg und eine Tür von der Unterwasserseite zugänglich ist. Eigentlich sollte dieses Element nicht als Ablass, sondern als Durchlass bezeichnet werden, denn im Normal-

betrieb ist die Schütze permanent geöffnet und die Orlegna kann frei durchfließen. Durch diesen Durchlass bzw. Ablass können bei Vollstau von 36 m Wassersäule maximal $52 \text{ m}^3/\text{s}$ abfließen. Zum Vergleich: Der mittlere Abfluss der Orlegna beträgt $2.78 \text{ m}^3/\text{s}$ mit einem Maximum im Juli mit $6.92 \text{ m}^3/\text{s}$ und einem Minimum im März mit $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Es braucht also eine ausserordentliche Niederschlagsmenge, um die Kapazität des Grundablasses bei geöffneter Schütze zu überschreiten, so dass sich das Wasser als See zu stauen beginnen würde.



Am Mauerfuss der Rückhaltemauer ist an der tiefsten Stelle im Gerinne der Orlegna ein Grundablass mit rechteckigem Querschnitt und rund 15 % Gefälle angeordnet.

(BILD: ALDO ROTA)

Es ist nicht bekannt, ob Menschen schon - wie weiland James Bond von der Krone der Staumauer Contra im Verzascatal - von der Krone der Staumauer Orden mit irgendwelchen Fluggeräten in die Tiefe gesprungen sind und sich dann elegant in die Luft geschwungen haben. Hingegen wird die Staumauer - luftseitig - rege fürs Sportklettern genutzt, in den letzten Jahren sind einige Griffe fest installiert worden. So hat sich denn, wenn schon der meist leere See keine touristische Attraktion darstellt, an der Mauer allein ein bescheidener lokaler Sommersporttourismus etabliert.

(BILD: CVR)



Ein Grobrechen verläuft über die gesamte Mauerhöhe von Krone bis zur Sohle. Falls sich Schwemmholz ansammeln würde, kann das Wasser darüber hinwegfließen (links) und innerhalb des Rechen (rechts) bis zur Sohle gelangen und dort ungehindert durch den Durchlass abfließen.

(BILDER: CVR)



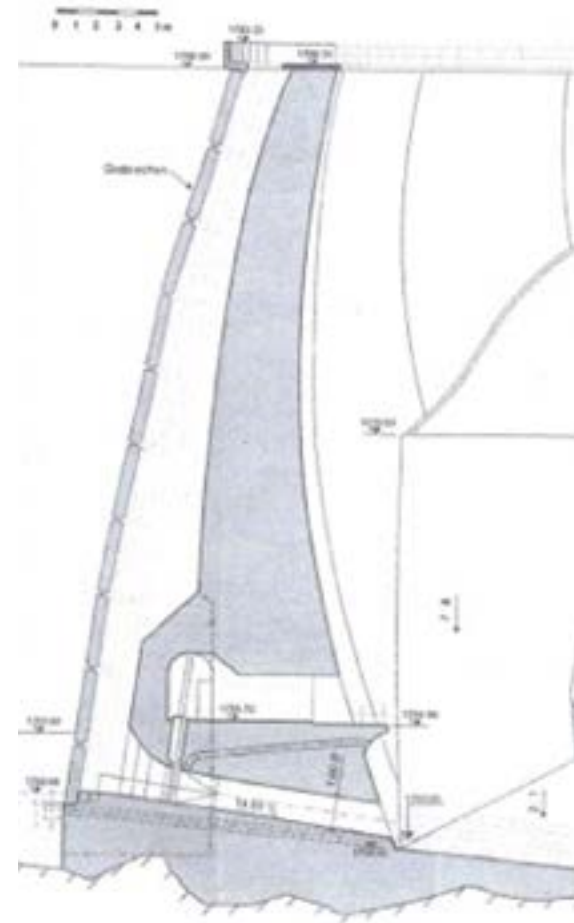
Gestalteter Rechen
Besondere Aufmerksamkeit wurde bei diesem Bauwerk auf den Schutz des Grundablasses bzw. Durchlasses vor Verklauung durch Schwemmholz verwendet, denn häufig führt die Orlegna

bei Starkniederschlägen ganze Bäume mit sich. Ein massiver, im Grundriss halbkreisförmig angeordneter Grobrechen aus vertikalen Stahl-Hohlprofilen erstreckt sich auf der Wasserseite der Mauer von der Sohle des Durchlasses

bis auf Höhe der Mauerkrone. Die vertikalen Stäbe sind gekrümmt und folgen mit ihrer Form der Krümmung der Mauer. Gehalten werden sie – ähnlich wie die Saiten eines Kontrabasses über dem Steg – von neun über die Mauerhöhe verteilten, horizontalen halbkreisförmigen Betonträgern. Bildet sich vor diesem Grobrechen eine Schwemmholzan-sammlung, die das Wasser der Orlegna staut, fließt dieses über das Schwemmholz hinter den Rechen und fällt dort auf die Sohle des Grundablasses ab. Durch diese auch ästhetisch interessante Rechenkonstruktion kann auch bei hohem Seespiegel Wasser ungehindert über und durch das Schwemmholz in

den Grundablass abfließen. Selbstverständlich ist dieser Grobrechen nur funktionstüchtig, wenn er nach Hochwasser gewartet und angeschwemmtes Holz entfernt wird. Dies ermöglicht die gute Erschliessung durch Feldweg.

Unterwasserseitig der Mauer fließt die Orlegna in einem kurzen Abschnitt mit Betonsohle, mittlerem Gefälle und niedrigen Betonseitenwänden. Ohne eigentliches Tosbecken fällt das Wasser dann in ihrem ursprünglichen, felsigen Gerinne in einer Schlucht steil um rund 300 m in die Ebene von Casaccia am Fuss des Malojapasses ab.



Ein Grobrechen folgt der wasserseitigen Krümmung der Rückhaltemauer über die gesamte Höhe. Wasser kann so allfällig angeschwemmtes Schwemholz überspülen und über den Grundablass einfließen.

(BILD: ALDO ROTA; PLAN: QUELLE UND BESSERE PLANQUALITÄT WERDEN NOCH NACHGELIEFERT)

Als Hochwasserentlastung sind in der Mauerkrone vier Rinnen eingebaut – zwei Paare symmetrisch zur Mittelachse. Oberwasserseitig sind sie durch feste Überfallkanten abgeschlossen, unterwasserseitig enden die Rinnen in kurzen auskragenden Speiern, die den Mauerfuss vor Erosion schützen sollen. Es dürfte ein eindruckliches Schauspiel sein, wenn im Extremfall bei der maximalen Stauhöhe auf 1'788 m ü. M. aus jeder der vier Entlastungsrinnen 30 m³/s abfliessen, rund 35 m in die Tiefe stürzen und zusammen mit dem Maximalabfluss aus dem Grundablass von 52 m³/s in die Schlucht in Richtung Casaccia wirbeln. Nur ist dieses Szenario bisher – glücklicherweise – noch nicht eingetreten. Die Feuer- bzw. Wasserprobe der Talsperre Orden steht seit über 50 Jahren aus. Immerhin ist ein Jahr nach der Inbetriebnahme ein Probestau – mit geschlossenem Grundablass – zur Überprüfung des Deformationsverhaltens durchgeführt worden. Dabei dürfte der Seespiegel nahe an der Überfallkante der Hochwasserentlastung gelegen sein. Als Deformation im Hauptschnitt wurden dabei lediglich 3 mm gemessen.

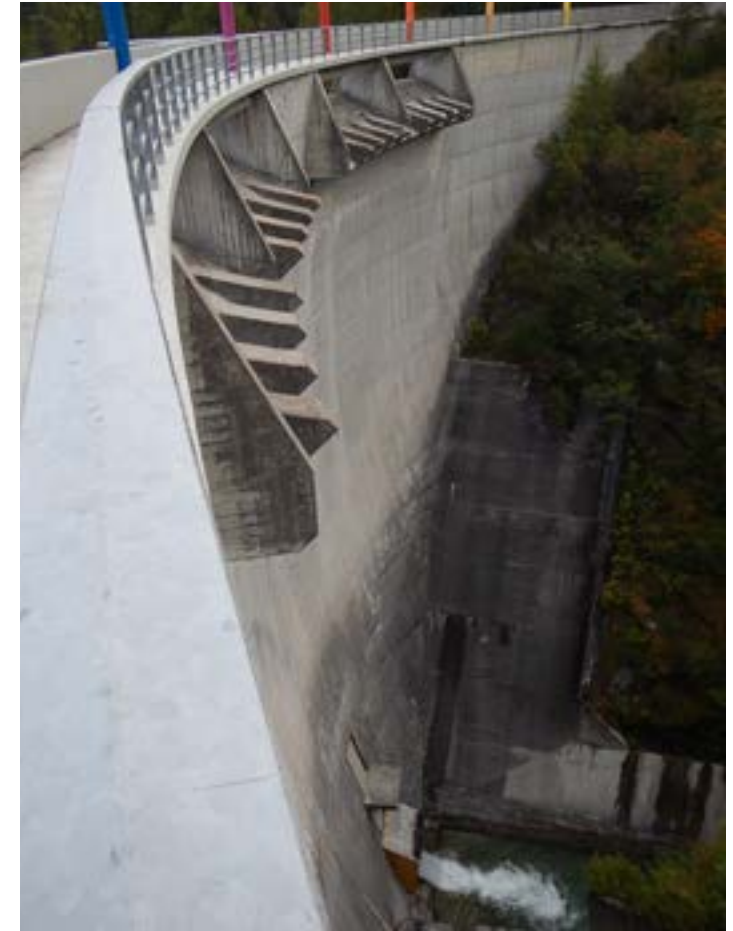
Extremfall noch nicht erreicht

In ihren bisher über 50 Betriebsjahren hat die Staumauer Orden nur sporadisch einen in der Landschaft sichtbaren See aufgestaut. Ein Stau grösseren Ausmasses – abgesehen vom Probestau 1972 – ist bisher einzig bei den Hochwassern vom Juli 1987 und September 1999 aufgetreten. Am Höhepunkt der Niederschläge am 29. September 1999 flossen aus dem Val Furno rund 90 m³/s in den Stauraum vor



Überlauf der Mauer «stauseitig» (links) und auslaufseitig (rechts).

(BILDER: ALDO ROTA)



der Mauer, aus dem Grundablass flossen aber nur rund 45 m³/s in die Schlucht der Orlegna ab. In der Folge stieg der Seespiegel innert weniger Stunden bis auf den Maximalstand von 1'782.8 m ü. M. an, also bis auf rund 5 m unter der Mauerkrone. Bei dieser Stauhöhe floss noch kein Wasser über die Hochwasserentlastungen ab, aber allzu viel hätte dazu nicht gefehlt, was wahrscheinlich Schäden an den Ufern der Orlegna und am Oberlauf der Maira verursacht hätte.

Bei dieser Stauhöhe floss noch kein Wasser über die Hochwasserentlastungen ab, aber allzu viel hätte dazu nicht gefehlt, was wahrscheinlich Schäden an den Ufern der Orlegna und am Oberlauf der Maira verursacht hätte.

Bei dieser Stauhöhe floss noch kein Wasser über die Hochwasserentlastungen ab, aber allzu viel hätte dazu nicht gefehlt, was wahrscheinlich Schäden an den Ufern der Orlegna und am Oberlauf der Maira verursacht hätte.



Kunst auf Infrastrukturbau

Eine künstlerische Intervention hat die Staumauer Orden 1995 aus Anlass ihres 25-jährigen Jubiläums, das gemeinsam mit demselben Jubiläum des Bildungs- und Ferienzentrums Salecina am gegenüberliegenden Ende des (leeren) Seebeckens begangen wurde, erfahren. Zu diesem Anlass sind nach dem Entwurf «Culur» (rätoromanisch Farbe) des Künstlers Gottfried Honegger auf der Mauerkrone neun ca. 6 m hohe Stahlsäulen mit 40 cm Durchmesser in den Farben des Regenbogens aufgestellt und am 25. Juli 1997 eingeweiht worden. Diese Säulen sind nach der Einweihungsfeier noch bis vor wenigen Jahren auf der Mauerkrone stehen geblieben.

Wenn man das Tal auf der Krone der Staumauer überquert und einen kurzen Aufstieg durch den Wald nimmt, so ist über den alten Schmugglerweg der Läg da Bittabergh erreichbar (vgl. auch *Wanderweg «Hochwasser-Rückhaltmauer Orden bei Maloja – eine Staumauer ohne Stausee»*).

(BILD: CVR)



Eine Staumauer inmitten der Landschaft ohne Stausee, dafür aber mit Kletterroute auf der luftseitigen Wand.

(BILD: CVR)



Seit dem 25-jährigen Jubiläum des Rückhaltebeckens Orden stehen seit dem 25. Juli 1997 auf der Mauerkrone neun Stahlsäulen. Entworfen hat das Kunstwerk «Culur» der Künstler Gottfried Honegger.

(BILD: CVR)



Markantes Bauwerk zeigt die möglichen Gefahren

In Anbetracht der von allen Klimaszenarien prognostizierten Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen kommt dem Rückhaltebecken Orden eine zukünftig noch steigende Bedeutung für den Schutz des Bergells zu. In diesem Sinne ist es beruhigend, dass die Mauer durch das EWZ ebenso wie die Staumauer Albigna und die anderen Anlagen im Bergell gewartet wird und wichtige Instandsetzungsarbeiten am Durchlass (Abrasion, 1995-1996) und an der Mauerkrone (Frostschäden, 1995-1996) bereits ausgeführt worden sind. Insofern steht die Rückhaltebecken Mauer nicht nur für ein beeindruckendes Ingenieurbauwerk, sondern auch als Symbol für die verantwortungsvolle Bewältigung von Naturgewalten und den Schutz der umliegenden Gemeinden vor den Auswirkungen extremer Wetterereignisse.

Staumauer und das Gerinsel des Bachs Orlegna – nur bei Hochwasser bildet sich hier ein See.

(BILD: CVR)

© Gesellschaft für Ingenieurbaukunst

www.ingbaukunst.ch