



Überlaufmulpe im Malvaglia-Stausee.
Bilder: Ofible

Die Hochwasserentlastung vor Schwemmh Holz schützen

Bauliche Anpassung des Überlaufs der Stauanlage Malvaglia

Riccardo Radogna

Das Kraftwerkssystem der Ofible, der Officine Idroelettriche di Blenio, ist der zweitgrösste Wasserkraftproduzent des Tessins. Es nutzt den Höhenunterschied von über 1400 m zwischen dem Carassina-Stausee und dem Kraftwerk Biasca, um mit drei Kraftwerken mit insgesamt 436 MW installierter Leistung über 850 GWh jährlich zu erzeugen. Das weitläufige Anlagennetz wird von der Betriebszentrale in Locarno aus ferngesteuert.

In dieser Kraftwerkskette ist das Ausgleichsbecken Malvaglia ein zentrales Element. Es reguliert die Wassermenge, die vom Kraftwerk Biasca bei

einer Fallhöhe von 680 m turbinert wird, und erhöht die Sicherheit bei Hochwasser, indem es die Flutwelle speichert und sie verzögert abgibt. Damit die Anlage bezüglich des Eintrags von Schwemmh Holz die Vorgaben der aktualisierten Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen des BFE erfüllt, waren rasche bauliche Massnahmen an der Hochwasserentlastung der Staumauer nötig.

Als Reaktion auf die Zunahme extremer Wetterereignisse hat das BFE zwischen 2017 und 2018 insbesondere Teil C2 dieser Richtlinie (Hochwasser-sicherheit und Stauseeabsenkung) aktualisiert.

Darin werden die Kriterien zur Beurteilung von Hochwasserentlastungsanlagen (HWE) hinsichtlich des Gefährdungspotenzials definiert. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Gefahr der Verblockung durch Treibgut (Verklausungsgefahr) und den damit verbundenen Folgen wie Rückstau und Überströmen der Staumauerkrone.

Bei der Stauanlage Malvaglia ist die Hochwasserentlastung stark verklausungsgefährdet, da sich der Schachtquerschnitt nach der Tulpe verengt. Die Entlastung ist somit direkt von diesen Richtlinienänderungen betroffen. Die Zunahme der Überlaufhäufigkeit (1999, 2006, 2008, 2020, 2023) verschärft diese Problematik noch zusätzlich.

Um die optimale Lösung zur Gewährleistung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung zu ermitteln, wurden umfangreiche Laboruntersuchungen durchgeführt. Die erarbeitete bauliche Massnahme wird in diesem Beitrag vorgestellt und ihre Umsetzung erläutert.

Die Stauanlage Malvaglia

Das Ausgleichsbecken Malvaglia im Malvagliatal speist das Kraftwerk Biasca. Der Grossteil der Zuflüsse stammt aus den höher gelegenen Anlagen (Kraftwerk Olivone und Wasserfassungen entlang der linken Flanke des Bleniotals auf 1000 m ü. M.). Zudem münden die Gewässer des Malvagliatals (Wildbach Orino) und des Seitentals Val Combra in das Becken Malvaglia.

Das Einzugsgebiet mit einer Fläche von 62 km² ist Waldgebiet. Dem Becken wird deshalb kontinuierlich Holz zugeführt, auch von hochstämmigen Bäumen, das auf dem See treibt. Um das Risiko einer Verstopfung der zwei Grundablässe zu verringern, wird es sicherheitshalber zweimal jährlich entfernt (Bild 1), bevor es sich der Hochwasserentlastungsanlage nähern oder auf den Seegrund sinken kann.

IN KÜRZE



Das Zuleitungssystem zum Kraftwerk Biasca und die drei Entlastungsorgane des Beckens sind ziemlich komplex und verzweigt. Das wichtigste Sicherheitsorgan bei einem Hochwasser im Becken von Malvaglia ist die Überlaufmulde am Eingang des Val Combra. Sie hat eine Durchflusskapazität von ca. 300 m³/s. Die Hochwasserentlastung wird von den beiden Grundablässen unterstützt, die sich zwischen der Staumauer und der Überlaufmulde befinden und eine hydraulische Kapazität von 90 resp. 56 m³/s aufweisen, sowie von der Triebwasserfassung des Kraftwerks Biasca (55 m³/s).

Der Durchmesser der vertikalen Tulpe von 26 m reduziert sich auf 3,6 m in der Einmündung zu einem Schacht von etwa 110 m Länge und 75 % Neigung. Der Schrägschacht endet mit einem weiteren Bogen in einem horizontalen Stollen gleichen Durchmessers. Dieser Stollen ist zuerst mit dem alten Grundablass und dann mit dem neuen Grundablass verbunden. Er mündet schliesslich in einen einzigen Entlastungsstollen (Durchmesser 5,6 m, Länge 375 m), der die gesamte abgeleitete Wassermenge in den Bergbach Orino leitet.

Handlungsbedarf

Am 3. Oktober 2020 war der Überlauf des Beckens während eines Hochwasserereignisses von 6.00 bis 21.00 Uhr aktiv. Dabei entsprachen 35 cm Überlauf einer Durchflussmenge von 30 m³/s. Bei den vielen Baumstämmen im See war das Risiko einer Verstop-



Bild 1 Holzentnahme aus dem Malvaglia-Stausee am 19. November 2024.



Bild 2 Modellversuch im Massstab 1:33 mit der Variante mit Makrorechen mit 8 Stützen.

fung der Entlastungsanlage (Flaschenhals bei den Bögen des Schrägschachts) erheblich. Der Wasserspiegel wäre unkontrolliert angestiegen. Je nach Hochwasservolumen hätte dies sogar zu einem Überlaufen der Staumauerkrone eskalieren können. Ein Überlaufen über die Staumauerkrone sollte vermieden werden, da dies ab einem bestimmten Schwellenwert (der sogenannten Gefahrenkote, die von Geologen und Bauingenieuren festgelegt wird) zu einer unkontrollierten Erosion des Fundamentgesteins der Sperre führen könnte.

Um solche Situationen künftig zu entschärfen, sieht das vorliegende Projekt eine bauliche Massnahme nach den geltenden Regeln vor, die darauf abzielt, die hydraulische Kapazität der Hochwasserentlastung der Stauanlage Malvaglia bei Hochwasserereignissen mit Schwemmholz zu gewährleisten.

Variantenuntersuchung und Modellversuche

Generell stellt die Richtlinie drei Möglichkeiten zum Umgang mit Schwemmholz an Stauanlagen (Richtlinie Teil C2 2.6.1.1–2.6.1.3) vor:

- Massnahmen im Einzugsgebiet zur Verminderung des Treibguteintrags,
- Durch- und Weiterleiten des Treibguts über die Hochwasserentlastung,
- Rückhalt des Treibguts im Staauraum.

Aufgrund der bereits erwähnten Grösse des direkten Einzugsgebiets von Malvaglia (gut 62 km²) und der Art des Geländes (alpin) ist die erste Variante nicht durchführbar.

Die zweite Variante ist in diesem besonderen Fall ebenfalls nicht anwendbar, da der obere und der untere Bogen der Leitung ein Durchleiten des Schwemmholzes verunmöglichen. Diese Variante wäre nur möglich, wenn die Gefahr einer Verklausung an der Hochwasserentlastung ausgeschlossen werden kann. Dazu müssen entweder die Öffnungen des Einlaufbauwerks entsprechend gross sein oder es muss sich um einen freien Überlauf mit ausreichender Breite ohne Aufbauten handeln. Die konstruktive Gestaltung der Hochwasserentlastung muss das Durchleiten von Schwemmholz begünstigen.



Bild 3 Montage des Makrorechens am Überlauf (oberer Durchmesser: 26 m).

Im Becken von Malvaglia kommt somit nur die dritte Variante in Frage, bei der das Treibgut durch vorgelagerte Rechen, Tauchwände oder Schwimmbarrieren im Stauraum zurückgehalten werden kann. Dabei werden schwimmende Auffangvorrichtungen auf dem Stausee nicht empfohlen (Schweizerisches Talsperrenkomitee STK 2017), da ein Bruch dieser Vorrichtungen das angesammelte Schwemmgut plötzlich freisetzt (Sprödbbruch).

Projekt Überfalltulpe Malvaglia

Um die hydraulische Kapazität bei Hochwasserereignissen mit Schwemmholz zu gewährleisten, ist eine Ad-hoc-Baumassnahme nötig, die aufgrund der Komplexität der damit verbundenen Phänomene unbedingt an einem physischen Modell getestet werden muss. Dies ist nötig, da es bis heute keine analytischen oder numerischen Verfahren gibt, die in der Lage sind, Situationen mit extremer Hoch-

wasserstandshöhe bei einer mit Schwemmgut beladenen Flüssigkeit, die durch Zusammenstöße und Verkeilungen zu einem Schwemmteppich führt, vollständig zu beschreiben und zu lösen.

Die Schweiz blickt auf eine weltweit anerkannte, langjährige Tradition im Bereich der Modellversuche zurück, die die zuverlässigsten Ergebnisse bei der Lösung von Problemen der Hochwasserhydraulik liefern.

Der Test mit dem physischen Modell der Tulpe mit dem Abzweig Val Combra im Massstab 1:33 wurde dem Unternehmen Laboratorium 3D in Biasca in Auftrag gegeben. Getestet wurden verschiedene Varianten mit Tauchwand mit unterschiedlichen Durchmesser und Eintauchtiefen sowie Varianten mit Makrorechen.

Die Makrorechenvariante erwies sich in den physischen Modellversuchen gegenüber der Tauchwand als deutlich überlegen: Einerseits

Protéger l'organe de décharge des crues contre le bois flottant

Adaptation structurelle du déversoir du barrage de Malvaglia

Le bassin de compensation de Malvaglia constitue un élément essentiel de la centrale de Biasca: il régule la quantité d'eau turbinée par la centrale et augmente la sécurité en cas de crue en stockant le volume des crues et en le restituant progressivement plus tard. Afin que l'ouvrage réponde aux exigences de la directive actualisée de l'OFEN sur la sécurité des ouvrages d'accumulation en ce qui concerne l'entrée de bois flottant, des mesures structurelles ont dû être rapidement prises au niveau du déversoir du barrage.

En réaction à la multiplication des phénomènes météorologiques extrêmes, l'OFEN a procédé, entre 2017 et 2018, à une mise à jour de cette directive, et en particulier de la partie C2 (sécurité en cas de crue et abaissement de la retenue). Celle-ci définit des critères d'évaluation des évacuateurs de crue en fonction du potentiel de risque. Une attention particulière est accordée au risque d'obstruction par des débris flottants et aux conséquences qui en découlent, telles que le refoulement et le débordement par-dessus la crête du barrage.

Dans le cas du barrage de Malvaglia, l'évacuateur de crue est fortement exposé aux risques, la section du puits étant rétrécie après le déversoir en tulipe. De plus, le bassin versant est constitué de

forêts qui acheminent également des arbres de grande taille vers le bassin. Le déversoir est donc directement concerné par ces modifications des directives. L'augmentation de la fréquence des débordements (en 1999, 2006, 2008, 2020 et 2023) aggrave encore cette problématique.

Trois variantes ont été étudiées pour améliorer la situation: des mesures dans le bassin versant visant à réduire l'apport de bois flottant, le transit du bois flottant par l'évacuateur de crue et la rétention des débris flottants dans la retenue. Les variantes 1 et 2 n'étaient pas applicables dans ce cas, le bassin versant étant très vaste et les courbes de la conduite empêchant le passage du bois flottant. Seule la variante 3 entrait donc en ligne de compte dans le bassin de Malvaglia. Là aussi, plusieurs possibilités étaient envisageables: des barrières flottantes, des cloisons immergées ou des grilles. Après avoir effectué des essais sur modèle, le choix s'est porté sur la variante des macro-grilles, car elle dispose d'une capacité hydraulique plus élevée et est plus facile à mettre en œuvre, et donc moins onéreuse, que les autres procédés. Les plans de fabrication ont été établis et les travaux ont commencé dès le printemps 2025. La réception de l'ouvrage a eu lieu à l'automne de la même année.

verfügt sie über eine höhere hydraulische Kapazität des Entlastungsorgans in jedem Überlastszenario, andererseits ist das Bauwerk leichter. Es wird somit weniger Stahl benötigt, was die Kosten reduziert. Die geringere Stahlmenge hängt auch damit zusammen, dass der Rechen nur einen statt zwei Meter (Tauchwand) von der Tulpe entfernt installiert werden kann. Ein weiterer Vorteil ist das Erscheinungsbild: Der Rechen ist optisch weniger auffällig als eine Tauchwand, da man hindurchsehen kann.

In weiteren Versuchen wurde die Tauglichkeit der vorgeschlagenen Massnahme durch die Simulation von Überschwemmungen mit Schwemmholz aus den beiden Zuflüssen sowie mit Feststoffen aus dem Val Combra getestet (Bild 2).

Die Ergebnisse, die nach dem neusten Stand der Technik durchgeführt wurden, zeigen somit, dass die beste Lösung für das Verklausungsproblem des Schwemmholzes an der Hochwasserentlastungsanlage des Malvaglia-Beckens darin besteht, sie mit einem Makrorechen auszustatten.

Realisierung des Makrorechens

Die Leistungen für die Realisierung der Schutzvorrichtung wurden am 15. November 2024 öffentlich ausgeschrieben. Die Ausschreibung umfasste neben der Lieferung und der Montage des Grobrechens auch die nötigen Bauarbeiten für die Befestigung der Stützen an der Tulpe und für die Sanierung des beschädigten Betons. Den Zuschlag für die ausgeschriebenen Leistungen erhielt die Firma Joda Metalcostruzioni AG aus Castione.

Die Endstruktur des Makrorechens besteht aus 16 vertikalen Stützen vom Typ HEB 260, die auf dem Beton der Hochwasserentlastung aufliegen, und fünf horizontalen Kreiselementen vom Typ RRW 200x200x8, deren Umfang 88,2 m beträgt. 150 Rundstäbe (5 m hoch) vom Typ CHS 101,6x5, die alle 50 cm vertikal zwischen den Stützen angeordnet sind, übernehmen die Rechenfunktion. Es wurden insgesamt 90 t Stahl verbaut.

Im Frühjahr 2025 wurden die Werkstattpläne erstellt und die Metallfertigung in der Werkstatt aufgenommen. Für den Korrosionsschutz wurden die fertigen Elemente verzinkt und anschliessend zum Fuss des Malvaglia-Staudamms transportiert. Dort wurden sie gelagert, bis die Lieferung, die sich über den Sommer erstreckte, komplett war.

Parallel dazu sanierte ein unabhängiges Bau-team den Beton, der die Konstruktion tragen würde. Nach der Fertigstellung wurde der Makrorechen innerhalb von zwei Wochen auf der Tulpe installiert (Bild 3). Die Arbeiten wurden so ausgeführt, dass der Betrieb des darunterliegenden Wasserkraftwerks Biasca nicht beeinträchtigt wurde. Die Gesamtkosten für die Projektierung, die Realisierung der Schutzvorrichtung und die Sanierung des Betons betragen 1,5 Mio. CHF.

Im Herbst 2025 fand die Abnahme des Bauwerks und die Übergabe an Ofible statt. Dies fiel mit den ersten Schneefällen zusammen, die zur winterlichen Schliessung der Zufahrten führten.

Autor

Riccardo Radogna leitet den Bereich Talsperren bei Ofima.
> Officine Idroelettriche della Maggia SA, 6604 Locarno
> riccardo.radogna@ofima.ch

e-mobile Verkehrsforum
24.09.2026 | Technopark Zürich

JETZT ANMELDEN

emobile-verkehrsforum.ch

electro suisse