



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

SCHWEMMHOLZRÜCKHALT IN DER SCHWEIZ

DRIFTWOOD RETENTION WORKS IN SWITZERLAND

Gian Reto Bezzola¹, Hansjürg Sigg² und Daniela Lange³

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgelöst durch diverse Schadenereignisse sind in der Schweiz in jüngerer Zeit verschiedene Massnahmen zum Rückhalt von Schwemmholt in Wildbächen und Flüssen entwickelt worden. Weil sich das bei Hochwasser mitgeführte Geschiebe und das Schwemmholt kaum voneinander trennen lassen, wurden primär Ansätze für einen kombinierten Geschiebe- und Holzurückhalt in bestehenden Geschiebesammlern und Geschiebeablagungsplätzen untersucht. Mögliche Lösungen wurden mit Hilfe von hydraulischen Modellversuchen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit geprüft. Als besonders effizient haben sich dabei grossflächige Rechenkonstruktionen sowie Lösungen mit Tauchwänden erwiesen. Der vorliegende Beitrag stellt ausgewählte Beispiele vor, die teilweise bereits auch realisiert worden sind. Darüber hinaus werden Empfehlungen für die Bemessung präsentiert.

Key words: Schwemmholtzurückhalt, Grobrechen, Tauchwand, Geschiebesammler

ABSTRACT

Over the last decade, several flood events in Switzerland revealed the destructive potential of driftwood obstructing bridges, culverts and other narrow flow sections. Therefore, different new driftwood retention structures have been developed recently. As driftwood and bedload transported in torrents and rivers can hardly be separated during floods, the proposed solutions focus primarily on a combined retention of wood and bedload in existing sediment retention basins or depositional areas. The efficiency of the structures presented herein has been assessed with help of extensive hydraulic model tests. The most promising results were obtained for rack structures having large surfaces and for downflow baffle solutions. Examples for both types of structures, which partially have already been realised, are presented together with general design recommendations.

Key words: driftwood retention, trashrack structure, downflow baffle, sediment retention basin

-
- 1 Abteilungschef, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), ETH Zentrum, CH-8092 Zürich
(Tel.: +41-1-6324099, Fax: +43-1-6321192, email: bezzola@vaw.baug.ethz.ch)
 - 2, 3 Wissenschaftliche Mitarbeiter, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

EINLEITUNG

In den letzten Jahren war bei verschiedenen Hochwassereignissen in der Schweiz das mitgeführte Schwemmholz mitverantwortlich für die grossen Schäden.

Entlang der Gürbe im Kanton Bern wurden während des Hochwassers von 1990 durch Schwemmholz mehrere Brücken verklaut. Der Aufstau des Wassers führte zu grossflächigen Überschwemmungen im weiten und flachen Gürbetal. Das für die Schäden verantwortliche Holz stammte grösstenteils aus dem gebirgigen Teil des Einzugsgebiets und hatte – bevor es in den flachen Unterlauf der Gürbe verfrachtet wurde – einen Geschiebeablagerungsplatz passiert. Dieser als "Ausschütte" bezeichnete Ablagerungsplatz besteht aus einer rund 500 m langen und maximal rund 70 m breiten Gerinneaufweitung im Bereich des Gefällsbruchs zwischen dem steilen Oberlauf und dem flachen Unterlauf der Gürbe.

In Sachseln (Kanton Obwalden) wurden 1997 die als Balkensperren ausgelegten Abschlussbauwerke mehrerer Geschiebesammler mit dem im Einzugsgebiet in grossen Mengen mobilisierten Holz verlegt. Dadurch wurde das Wasser in den Sammlern aufgestaut und zusammen mit dem Holz über das Abschlussbauwerk entlastet. Flussabwärts der Sammler kam es zu Verklausungen bei Brücken und Engstellen, verbunden mit Ausuferungen und Übersarungen. Schäden an Bauwerken in den relativ steil geneigten Überflutungsgebieten entstanden auch durch den Anprall des mitgeführten Holzes.

Diese und weitere Schadenereignisse veranlassten das Schweizer Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) mit einer Studie zu beauftragen, in deren Rahmen Massnahmen zum Rückhalt und zur schadlosen Weiterleitung von Schwemmholz untersucht werden. Dabei sollen anhand einer Reihe von Fallstudien, für die mittels hydraulischer Modellversuche Lösungen erarbeitet wurden, sowie auf der Basis weiterführender Versuche allgemein gültige Lösungsansätze erarbeitet werden.

MASSNAHMEN ZUM SCHWEMMHOLZRÜCKHALT

Massnahmen zum Rückhalt von Schwemmholz lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

- *Bauwerke zum reinen Holzrückhalt*
mit einer angestrebten Trennung von Holz (Rückhalt zur Vermeidung von Verklausungen) und Geschiebe (Weiterleitung zur Begrenzung der Erosionsproblematik)
- *Bauwerke zum kombinierter Rückhalt*
gleichzeitiger Rückhalt des bei Hochwasser mitgeführten Schwemmholzes und des Geschiebes

Das Rückhaltebauwerk kann dabei entweder

- *im Gerinne* oder
- *in einem speziell dafür vorgesehenen Rückhalteraum* (Geschiebesammler, Ablagerungsplatz)

angeordnet sein.

Beispiele für Rückhaltebauwerke, die primär das Schwemmholz im Gerinne zurückhalten und für das Geschiebe zumindest teilweise noch durchgängig sein sollen, sind der V-förmige Schwemmholzfang nach KNAUSS (1995) oder Seilnetzsperrn (LOIPERSBERGER ET AL. 2000; RIMBÖCK 2003).

In Norditalien und Österreich existieren eine Reihe von Beispielen, bei welchen durch spezielle Rechenkonstruktionen an Rückhaltebauwerken angestrebt wird, das Schwemmholz im Geschiebesammler zurückzuhalten und gleichzeitig die Durchgängigkeit für Geschiebe zu gewährleisten (BITTERLICH 1998; GOTTHALMSEDER 1998).

GROBRECHEN IN GESCHIEBESAMMLERN

Ausgangslage

In der Schweiz sind die Abschlussbauwerke von Geschiebesammlern häufig als Balkensperren ausgebildet (Abb. 1). Diese sind bei kleineren Ereignissen für das Geschiebe bis zu einem gewissen Grad durchgängig. Durch Entfernen der Balken kann zudem die Sperre nach einem Hochwasser auf einfache Art so weit geöffnet werden, dass eine selbsttätige Räumung des Sammlers erfolgt.

Während des Unwetters von 1997 in Sachseln (Kanton Obwalden) zeigte sich aber gleich bei mehreren Sammlern, dass die Balkenroste solcher Sperren bei grösseren Hochwasserereignissen und entsprechendem Schwemmholzanfall vollständig verlegt werden (BWW 1998). Bei Ereignissen, die grössere Holzmassen im Einzugsgebiet zu mobilisieren vermögen, erreicht das schwimmend transportierte Holz den Sammler relativ schnell. In Sachseln führte dies dazu, dass bereits in der Phase der grössten Abflüsse die Balkenroste verlegt waren und praktisch das gesamte Wasser über die Überfallsektion der Abschlussbauwerke entlastet wurde. Dadurch wurde bis zum Abklingen des Hochwassers während längerer Zeit Holz ins Unterwasser der Sammler abgeschwemmt.



Abb. 1: Balkensperre als Abschlussbauwerk bei Geschiebesammler am Sigetsbach bei Sachseln (Kanton Obwalden).

Fig. 1: Slit dam at the downstream end of the sediment retention basin on the Sigetsbach torrent near Sachseln (Canton of Obwalden).

Randbedingungen

Für die insgesamt 5 ähnlich konzipierten Geschiebesammler in Sachseln wurde nach Lösungen gesucht, mit welchen das Schwemmholz künftig in den jeweiligen Sammlern zurückgehalten werden kann.

- Die vorhandenen Rückhaltevolumina (zwischen 3'000 und 25'000 m³) erwiesen sich während des Unwetters von 1997 als knapp genügend, um das anfallende Geschiebe zurückzuhalten. Künftig sind zusätzlich zum Geschiebe Holzmassen von 500 bis 2'000 m³ (locker gelagertes Holz) in den Sammlern zurückzuhalten.
- Die Massnahmen für den Holzrückhalt sollten möglichst einfach in die bestehenden Bauwerke integriert werden können. Ein aufwendiger Umbau der bestehenden Abschlussbauwerke (z.B. zu Sortierwerken) stand aus wirtschaftlichen Überlegungen nicht im Vordergrund.
- Eine dosierte Abgabe von Geschiebe zur Begrenzung der Erosionsproblematik im Unterwasser ist nicht zwingend notwendig, da die Gerinne flussabwärts der Sammler gegen Erosion gesichert sind.

Untersuchte Rechentypen

Mit Hilfe von hydraulischen Modellversuchen in einem generalisierten Sammlermodell wurden verschiedene Rechenkonstruktionen untersucht, die oberwasserseitig dem Abschlussbauwerk vorgelagert sind. Betrachtet wurden:

- *grossflächige Rechenkonstruktionen*, welche das gesamte Abschlussbauwerk abdecken und
- *kleinflächige Rechen*, welche nur den zentralen Bereich des Abschlussbauwerks abdecken.

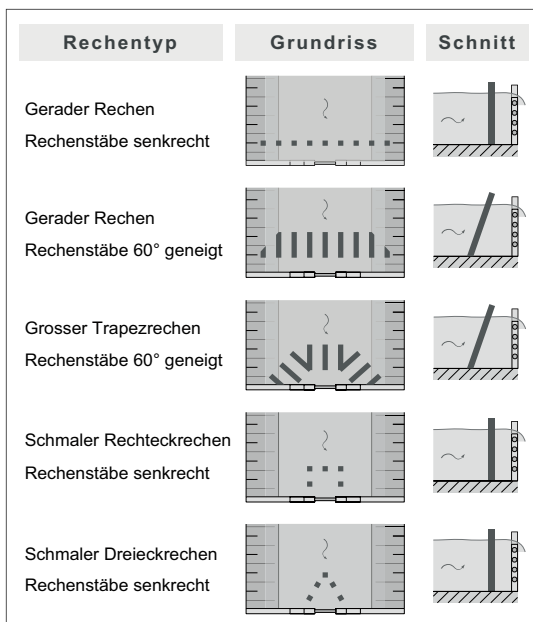


Abb. 2: Im hydraulischen Modellversuch untersuchte Rechentypen.
Fig. 2: Types of thrash rack structures investigated in the hydraulic model tests.

Abbildung 2 zeigt eine schematische Übersicht der untersuchten Rechenkonstruktionen. Es handelt sich um Grobrechen mit einem lichten Abstand der Rechenstäbe von jeweils 1.7 m. Mit diesem relativ grossen Stababstand wird verhindert, dass kleinere Hochwasser, bei welchen vor allem feineres Geschwemmel und Holz mit vergleichsweise geringen Abmessungen zugeführt wird, den Rechen verlegen. Dadurch muss der Rechen weniger häufig gereinigt werden. Eine Verlegung des Rechens bei kleineren Ereignissen würde zudem jeweils zur Bildung eines Rückstaus und somit zur unerwünschten Ablagerung von Feinsedimenten führen. Mit einem grossen Stababstand und einer grossen Rechenbreite kann der Aufwand für den Unterhalt begrenzt werden.

Bemessungsgrundsätze

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Versuchen mit den in Abb. 2 dargestellten Rechentypen sind in BEZZOLA (2001) zusammengefasst und zeigen, dass bis zur Kapazitätsgrenze des Sammlers grundsätzlich mit allen untersuchten Rechentypen ein wirksamer Holzrückhalt möglich ist.

Eine teilweise oder vollständige Verlegung des im Abschlussbauwerk vorhandenen Balkenrosts ist trotz eines Rechens möglich. Vor allem in der Phase beginnender Holzzufuhr kann feineres Holz den noch weitgehend freien Rechen passieren. Bei verlegtem Balkenrost staut sich das Wasser im Sammler und ein Teil des Holzes wird durch die Zirkulationsströmung im entstandenen See in Bewegung gehalten. Diese Zirkulation, welche durch die vorstossende Geschiebefront zunehmend unterbunden wird, führt dazu, dass ein Teil des Holzes mehrfach auf den Rechen trifft. Dieser Effekt sowie die Querströmungen am Abschlussbauwerk begünstigen in der Phase beginnender Holzzufuhr vor allem in den Randbereichen den Durchgang von Holz durch den Rechen. Bei dem am Dorfbach bei Sachseln realisierten Trapezrechen (Abb. 3) sind deshalb die seitlichen Bereiche des Rechens zusätzlich mit Steinschlagnetzen abgedeckt.

Nach der Anlagerung weiteren Holzes am Rechen ist ein weiterer Durchgang praktisch vollständig unterbunden.

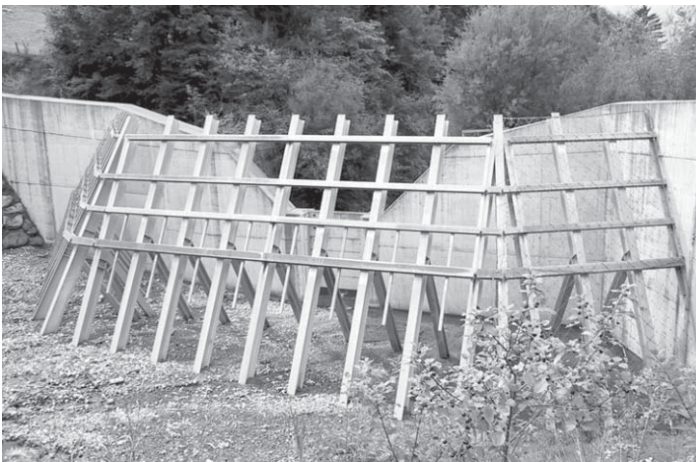


Abb. 3: Trapezförmiger Grobrechen für den Schwemmholzrückhalt im Geschiebesammler am Dorfbach bei Sachseln (Kanton Obwalden).

Fig. 3: Trapezoidal trash rack structure for driftwood retention in the sediment retention basin on the Dorfbach torrent near Sachseln (Canton of Obwalden).

Bei dem in Abb. 3 gezeigten Geschiebesammler wurde der Balkenrost im Abschlussbauwerk durch eine Stauwand ersetzt, so dass am Mauerfuss eine Öffnung von 3 m Breite und 0.7 m Höhe verbleibt. Somit wird ein Einstau des Sammlers ab einem Abfluss von $5 \text{ m}^3/\text{s}$ gewollt herbeigeführt. Der Wasserspiegel wird vor dem Erreichen der Hochwasserspitze (100-jährliches Ereignis mit einem Spitzenabfluss von $HQ_{100} \approx 35 \text{ m}^3/\text{s}$) bis in den durch zusätzlich angebrachte Stäbe und Querträger für Holz weniger durchlässigen Teil des Rechens angehoben. Damit kann den im Fall des Dorfbachs erhöhten Anforderungen betreffend Holzrückhalt Rechnung getragen werden. Im unteren Teil des Rechens wird durch grössere Stababstände dem bei kleineren Ereignissen unerwünschten Rückhalt von feinerem Holz und Geschwemmel vorgebeugt.

Der Einstau des Sammlers führt dazu, dass die Front des in den Sammler eingetragenen Geschiebes relativ langsam gegen das Abschlussbauwerk vorstösst. Bei Ereignissen, deren Geschiebefracht noch unter der Kapazitätsgrenze des Sammlers liegt, erreicht das Geschiebe den Rechen nicht. Dadurch ist in diesen Fällen eine räumliche Trennung von Geschiebe und Holz möglich (Abb. 4).

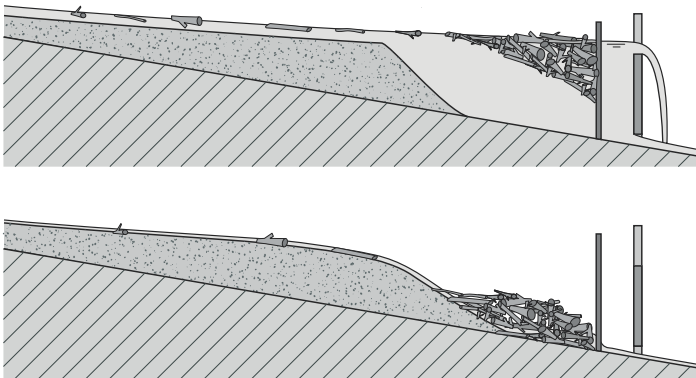


Abb. 4: Trennung von Geschiebe und Holz als Folge eines provozierten Aufstaus.

Fig. 4: Separation of bedload and driftwood as a consequence of a provoked backwater.

Unabhängig davon, ob der Balkenrost im Abschlussbauwerk belassen oder durch eine Stauwand ersetzt wird, muss sichergestellt sein, dass der gesamte Abfluss über die Überfallsektion des Abschlussbauwerks abgeführt werden kann. Weil die Rechenstäbe auch in diesem Fall noch deutlich aus dem Wasser ragen sollten, muss der Rechen eine ähnliche Höhe haben, wie die Flügel des Abschlussbauwerks.

Bei einem lichten Abstand der Rechenstäbe von 1.7 m, wie sie der Untersuchung der in Abb. 2 gezeigten Rechentypen zugrunde lag, kann Holz mit Längen von mehr als 2.3 m praktisch vollständig zurückgehalten werden. Für die Bemessung eines Grobrechens kann als Richtwert davon ausgegangen werden, dass bei einem lichten Stababstand s Holz mit einer Länge

$$L \geq 1.5 s \quad (1)$$

wirkungsvoll zurückgehalten werden kann. In Ergänzung dazu sei hier das von UCHIOGI ET AL. (1996) für Murbrecher angegebene Kriterium aufgeführt. Hier wird für die Breite der Öffnung s die Beziehung

$$s = (0.3 - 0.5) L_{max} \quad (2)$$

empfohlen. Für die im Fall der hier präsentierten Modellversuche berücksichtigten Stamm­längen von $L_{max} = 7$ m resultiert daraus mit für $s = 2.1 - 3.5$ m ein etwas grösserer Wert als nach Gleichung (1).

Verhalten des Systems bei Überlastung

Die Modellversuche zeigen, dass bis zur Kapazitätsgrenze des Sammlers grundsätzlich mit allen untersuchten Rechentypen ein ähnlich wirksamer Holzrückhalt möglich ist.

Entscheidend ist somit das Verhalten des Bauwerks im Überlastfall, also bei einem Ereignis bei dem das Volumen des in den Sammler verfrachteten Geschiebes und Holzes grösser ist, als das vorhandene Ablagerungsvolumen. Da aufgrund topographischer Verhältnisse Geschiebesammler oft nur „so gross wie möglich“ und nicht „so gross wie nötig“ sind, kommt der Betrachtung dieses Überlastfalls grosse Bedeutung bei. Zudem ist in der Schweiz heute bei der Auslegung von Hochwasserschutzmassnahmen nachzuweisen, dass die auf ein Bemessungsereignis ausgelegten Bauwerke bei einer Überlastung durch ihr Verhalten nicht unkontrollierbare Prozesse auslösen (BWG 2001).

Im Überlastfall weisen grossflächige Rechenkonstruktionen, welche das gesamte Abschlussbauwerk abdecken, entscheidende Vorteile auf:

- Ist das vorhandene Rückhaltevolumen aufgefüllt, so findet bei einer schmalen Rechenkonstruktion die Entlastung von Wasser, Geschiebe und Holz über die seitlichen Sperrflügel (Abb. 5a) statt. Dadurch ist die Sicherheit des Abschlussbauwerks gefährdet.
- Beim breiten Rechen schiebt die bis zum Rechen vorstossende Geschiebefront die Holzansammlung zusammen. Wasser und Geschiebe fliesst über das Holz und gelangt zwischen den Rechen und das Abschlussbauwerk. Der hier vorhandene Zwischenraum wirkt wie eine Sammelrinne, aus der eine kontrollierte Entlastung über die Abflusssektion des Abschlussbauwerks erfolgt (Abb. 5b). Bei den in den Modellversuchen untersuchten Rechen betrug der Abstand zwischen den breiten Rechen und dem Abschlussbauwerk 3.75 m. Dieses Mass erwies sich im Überlastfall als ausreichend für die oben beschriebene Funktion.

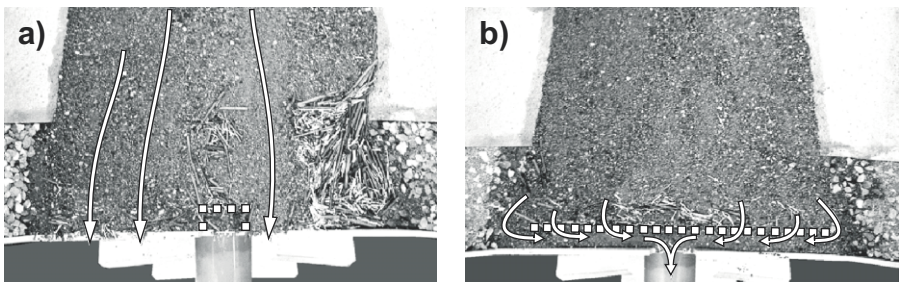


Abb. 5: Verhalten im Überlastfall: a) Entlastung von Wasser, Geschiebe und Holz über die seitlichen Flügel des Abschlussbauwerks bei einem schmalen Rechen; b) Kontrollierte Entlastung bei gerader, breiter Rechenkonstruktion.

Fig. 5: Situation after a complete filling of the basin: a) water, sediment and wood begins to spill over the dam wings if the rack covers only the central part of the outlet dam; b) controlled flow trough the spillway section for a wide rack structure.

- Wird die Holzansammlung vor dem Rechen im Überlastfall durch Wasser und Geschiebe überströmt, so kann dabei auch Holz über den Rechen abgeschwemmt werden. Je breiter der Rechen ist, desto kleiner sind der spezifische Abfluss und damit die Überfallhöhe beim Rechen. Bei einem breiten Rechen wird dadurch in einer solchen Situation weniger Holz abgeschwemmt.
- Bei entsprechend grosser Schwemmholtzzufuhr steht genügend Holz für eine Verlegung des Rechens zur Verfügung. Der verlegte Rechen wird zur Sperre und im Extremfall wird die Rechenoberkante massgebend für die Geometrie des Verlandungskörpers im Sammler (Abb. 6a). Bei einem vergleichbaren Ereignis mit geringer Holzzufuhr ist hingegen die Geometrie des Verlandungskörpers durch die Höhenlage der Überfallsektion des Abschlussbauwerks bestimmt (Abb. 6b). Da die anfallende Schwemmholtzmenge mit zunehmender Geschiebefracht in der Regel grösser wird (RICKENMANN 1997), kann durch einen breiten Grobrechen die Kapazität des Sammlers grundsätzlich erhöht werden, indem der Rechen höher als das Abschlussbauwerk ausgeführt wird. Eine solche Kapazitätssteigerung sollte allerdings bei der Bemessung nicht in Rechnung gestellt werden, sondern eher als „stille Reserve“ betrachtet werden.

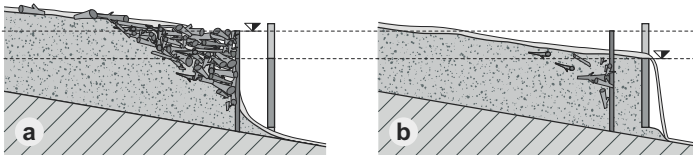


Abb.6: Fixpunkt für die Verlandung a) bei grossem Schwemmholtzanfall und b) bei geringem Schwemmholtzanfall.

Abb.6: Fix point for the longitudinal profile of the aggradation for a) events with large volumes and b) for events with small volumes of woody debris.

Ein Prototyp des geraden und breiten Grobrechens wurde 2001 im Geschiebesammler am Edisriedbach bei Sachseln erstellt (Abb. 7). Bei diesem Beispiel wurde der Balkenrost im Abschlussbauwerk belassen.



Abb. 7: Breiter Grobholzrechen im Geschiebesammler am Edisriedbach bei Sachseln (Kanton Obwalden).

Fig. 7: Wide rack structure covering the entire width of the outlet dam on the Edisriedbach torrent near Sachseln (Canton of Obwalden).

TAUCHWAND AM ABSCHLUSSBAUWERK EINES GESCHIEBESAMMLERS

Konzept

Bei einer breiten Grobrechenkonstruktion steht der Raum zwischen dem Rechen und dem Abschlussbauwerk bei einer Verlegung des Rechens mit Holz nicht mehr als Rückhaltevolumen zur Verfügung. Gerade bei kleineren Sammlern reduziert sich dadurch das potentielle Ablagevolumen über ein zulässiges Mass hinaus. Weiter muss ein mit Holz verlegter und mit Geschiebe vollständig hinterfüllter Grobrechen praktisch gleich grosse Lasten aufnehmen, wie das Abschlussbauwerk des Sammlers. Kann der Rechen nicht auf das Abschlussbauwerk abgestützt werden, bedingt die Ableitung der aufzunehmenden Kräfte unter Umständen aufwendige Fundationen.

In weiteren hydraulischen Modellversuchen wurden die Möglichkeiten und Grenzen der in Abb. 8 gezeigten, im Vergleich zu einem Rechen bedeutend kompaktere, Tauchwandlösung für das Fallbeispiel des Sigetsbachs in Sachseln (Kanton Obwalden) untersucht.

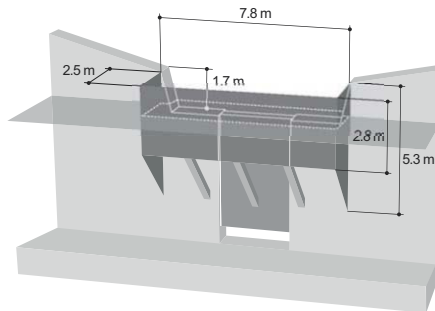


Abb. 8: Tauchwand zum Schwemmholzurückhalt in einem Geschiebesammler (Blick in Fließrichtung).
Fig. 8: Downflow baffle to retain driftwood in a sediment retaining basin (view in direction of flow).

Konstruktive Ausbildung

Die Tauchwandlösung bedingt zwingend einen Einstau, damit beim Einsetzen der Holzzufuhr der Wasserspiegel bereits bis auf die Höhe der Überfallsektion des Abschlussbauwerks angehoben ist und somit die Wand genügend tief eintaucht. Im untersuchten Beispiel liegt die Unterkante der Tauchwand um 1.1 m tiefer als die Überfallsektion.

Die Tauchwand weist dieselbe Breite auf, wie die Überfallsektion des Abschlussbauwerks und stützt sich auf letzteres ab. Die Abstützungen sowie die tiefer hinuntergezogenen Seitenwände verhindern, dass in der Phase des Aufstaus bereits im Sammler vorhandenes Holz zwischen der Tauchwand und dem Abschlussbauwerk eingeschlossen und anschliessend über die Überfallsektion abgeschwemmt wird. Zur Vermeidung grösserer hydraulischer Verluste, beträgt der Abstand zwischen der Tauchwand und dem Abschlussbauwerk 2.5 m.

Um ein Überströmen der Sperrenflügel des Abschlussbauwerks zu verhindern, darf die Tauchwand nicht über diese hinausragen. Für den Spitzenabfluss des Bemessungsereignisses von $22 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt die kritische Tiefe h_k in der 7.8 m breiten Überfallsektion $h_k = 0.9 \text{ m}$, für den Spitzenabfluss des simulierten Extremereignisses von $33 \text{ m}^3/\text{s}$ ist $h_k = 1.2 \text{ m}$. Damit resultiert für die grössten Abflüsse eine Eintauchtiefe von mindestens 2 bis 2.3 m. Wegen der Senkungskurve und der durch die Tauchwand verursachten Verluste ergibt sich vor der Tauchwand jedoch eine höhere Wasserspiegellage als in der Überfallsektion. Deshalb muss die Oberkante der Tauchwand genügend hoch über der Überfallkante des Abschlussbauwerks liegen. Im untersuchten Beispiel betrug dieses Mass aufgrund der gegebenen Sperrengео-

metrie 1.7 m, was sich für das Bemessungsereignis als ausreichend erwies. Bei einem Abfluss von $33 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde die Tauchwand jedoch überströmt. Um dies zu verhindern, müssten entweder die Überfallsektion verbreitert oder die Sperrenflügel zusammen mit der Tauchwand erhöht werden.

Funktionsweise

Erreicht die Geschiebefront während eines Ereignisses das Abschlussbauwerk noch nicht (Abb. 9a), so kann mit der Tauchwand nahezu das gesamte Schwemmholz zurückgehalten werden (im betrachteten Fall rund 500 m^3 locker gelagertes Holz mit Stammlängen bis 7 m). Erreicht die Geschiebefront bei einer Überlastung des Sammlers das Abschlussbauwerk, so kann dadurch der Auslass im Abschlussbauwerk verlegt werden. In diesem Fall wird das Geschiebe unter der Tauchwand hindurch über die Überfallsektion ins Unterwasser transportiert (Abb. 9b). Die Verengung des Fließquerschnitts unter der Tauchwand führt zu einer Hebung des Wasserspiegels vor der Tauchwand. Falls sie dadurch überströmt wird, reduziert sich der Abfluss unter der Tauchwand und der Querschnitt unter der Tauchwand kann dadurch verlegt werden. Ist dieser Zustand erreicht, erfolgt eine kontrollierte Entlastung von Wasser, Geschiebe und – je nach Grösse des noch vorherrschenden Abflusses – von Holz über die Tauchwand und die Überfallsektion.

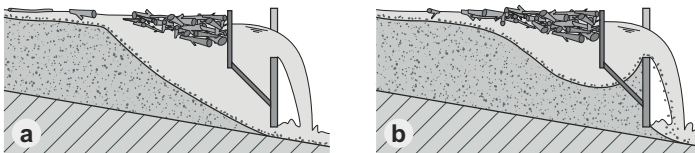


Abb.9: Verhältnisse an der Tauchwand bei Zustand maximaler Füllung des Geschiebesammlers; a) bei freier Auslassöffnung, b) bei verlegter Auslassöffnung.

Fig.9: Conditions at the downflow baffle when the bed load front reaches the outlet dam for a) free bottom outlet, b) obstructed bottom outlet.

TAUCHWAND IN EINEM GESCHIEBEABLAGERUNGSPLATZ

Die Kombination von Rechen und Tauchwand als Lösung für den Rückhalt von Holz und Geschiebe wurde an der Gürbe bei Wattenwil (Kanton Bern) mit Hilfe von hydraulischen Modellversuchen erarbeitet (LANGE UND BEZZOLA 2002). Am flussabwärtigen Ende einer als Dosierstrecke ausgelegten Gerinneaufweitung wird das Holz durch einen im Grundriss leicht bogenförmigen Schwemmholzfang aus 27 senkrechten Rundsäulen mit einer Höhe von 3.75 bis 4.25 m und einem lichten Stababstand von 1 m zurückgehalten. In dem als "Ausschütte" bezeichneten Geschiebeablageplatz sollen im Extremfall bis zu $3'000 \text{ m}^3$ Holz (Festmeter) sowie gegen $80'000 \text{ m}^3$ Geschiebe zurückhalten werden. Die "Ausschütte" ist durch Dämme eingefasst, welche nicht ohne weiteres erhöht werden können. Ohne zusätzliche Massnahmen würde der bei einer Verlegung des Rechens verursachte Rückstau zu einem Überströmen der Dämme und damit zu Wasseraustritten in besiedelte und als Kulturland genutzte Gebiete führen. Deshalb ist neben dem Holzrechen ein seitlicher Überlauf angeordnet (Abb. 10). Um zu verhindern, dass Holz über den Überlauf abgeschwemmt wird, befindet sich vor dem Überlauf eine Tauchwand. Deren Unterkante ist so festgelegt, dass die Eintauchtiefe beim Anspringen des Überlaufs 0.3 m beträgt. Bei maximalem Aufstau wird auch der Durchfluss unter der Tauchwand maximal und beträgt bei einem Zufluss der Gürbe von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ rund $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei diesem Abfluss beträgt die Eintauchtiefe rund 1.7 m.

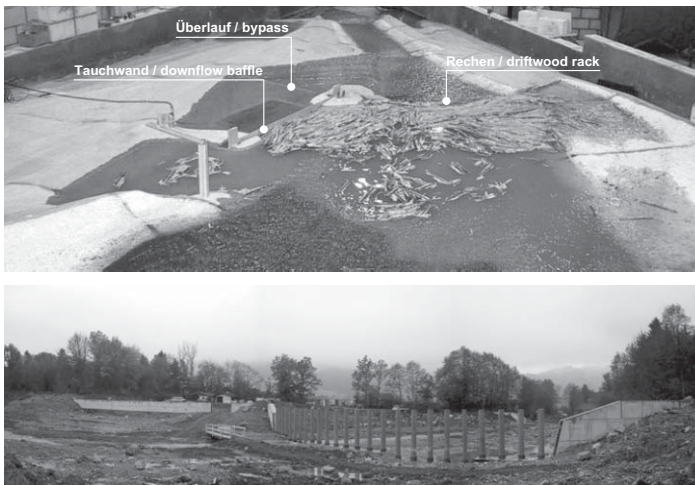


Abb. 10: Kombiniertes Geschiebe- und Holzrückhalt in der Gürbe bei Wattenwil (Kanton Bern); oben: Blick in Fließrichtung in das hydraulische Modell, unten: Rechen und Tauchwand in Natur.

Fig. 10: Combined retention of bed load and drift wood in the deposition area on the alluvial fan of the Gürbe River near Wattenwil (Canton of Bern); above: downstream view of the hydraulic model, below: rack and downflow baffle after construction.

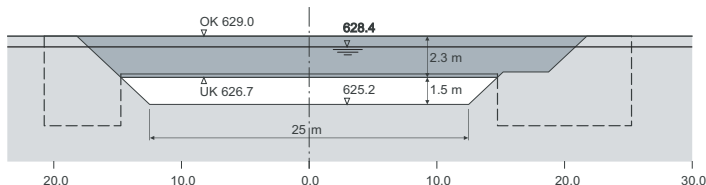


Abb. 11: Ansicht der Tauchwand in der Ausschütte bei Wattenwil.

Fig. 11: Dimensions of the downflow baffle on the Gürbe River (downstream view).

Abbildung 11 zeigt eine Ansicht der Tauchwand, deren Wirksamkeit im hydraulischen Modellversuch nachgewiesen werden konnte. Nach dem Ansprechen des Überlaufs wird ein Teil des Holzes gegen die Tauchwand getrieben, vor der sich ein Holzteppich zu bilden beginnt (Abb. 10, oben). Bei maximalem Abfluss unter der Tauchwand stellt sich vor derselben ein Fließtiefe von 3.2 m ein. Die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit beträgt hier 0.85 m/s. Bei dieser Geschwindigkeit wird zusätzlich angeschwemmtes Holz nicht unter den Holzteppich gezogen, sondern lagert sich oberstrom an diesen an. Ähnliche Grenzgeschwindigkeiten von 0.8 bis 1.1 m/s ermittelte RIMBÖCK (2003) am oberwasserseitigen Ende von Holzteppichen vor Schwemmholznetzen.

Die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitt unter der Tauchwand beträgt maximal 1.8 m/s. Ein praktisch identischer Wert von 1.7 m/s resultiert auch für den Querschnitt zwischen dem in Abb. 8 gezeigten Abschlussbauwerk und der daran angebrachten Tauchwand.

Anhand der betrachteten Beispiele lassen sich zur Vorbemessung einer Tauchwand folgende Richtwerte ableiten:

- Mindest-Eintauchtiefe 2 m
- zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit vor der Tauchwand 0.8 m/s
- zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit im engsten Querschnitt 1.7 m/s

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Mit grossflächigen Rechenkonstruktionen lässt sich in bestehenden Geschiebesammlern wirkungsvoll Schwemmholz zurückhalten. Wird zudem bei grösseren Zuflüssen ein Rückstau erzwungen, so kann für Ereignisse, bei welchen die Sammlerkapazität nicht ausgelastet ist, eine Trennung von Holz und Geschiebe erreicht werden. Rechen, welche über die gesamte Breite des Abschlussbauwerks reichen, erlauben im Überlastfall eine kontrollierte Entlastung.

Als platz sparende Alternative bietet sich eine am Abschlussbauwerk abgestützte Tauchwand an. Bei dieser Lösung wird die Kapazität des Sammlers durch die kompakte Auslegung des Bauwerks kaum beeinträchtigt. Im Vergleich zu einem Rechen, sind die auf eine Tauchwand wirkenden Kräfte deutlich geringer.

Die hier vorgestellten Beispiele erlauben einen effizienten Rückhalt, stellen aber hinsichtlich Erstellung und Unterhalt relativ aufwendige Lösungen dar. Sie sollten erst dann in Betracht gezogen werden, wenn das Schwemmholzaufkommen nicht durch Unterhaltsmassnahmen reduziert werden kann oder das Holz nicht durch Entschärfung kritischer Engstellen schadlos weitergeleitet werden kann. Wird durch Unterhalt und schadlose Weiterleitung das Holz erst gar nicht zum Problem, so stellt dies sicher die nachhaltigste Lösung dar.

LITERATUR

- Bezzola, G. R. (2001): "Schwemmholz - Rückhalt oder Weiterleitung?" *wasser, energie, luft*, 93(9/10), 247-252.
- Bitterlich, E. (1998): "30 Jahre Erfahrung mit Sortierwerken." *Wildbach- und Lawinenverbau*, 62(136), 103-105.
- BWG (2001): "Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung 2001." *Wegleitungen des Bundesamtes für Wasser und Geologie*, Biel.
- BWW (1998): "Ereignisdokumentation Sachseln (Unwetter vom 15. August 1997)." *Studienbericht Nr. 8*, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Biel.
- Goththalseder, P. (1998): "Bautypen der Geschiebemanagement." *Wildbach- und Lawinenverbau*, 62(136), 81-102.
- Knauss, J. (1995): "Treibholzfänge am Lainbach in Benediktbeuern und am Arzbach (ein neues Element im Wildbachausbau)." Von der oberen zur unteren Isar, Bericht Nr. 76, Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München, München, 23-66.
- Lange, D., Bezzola, G. R. (2002): "Kombinierter Holz- und Geschieberückhalt in Aufweitungen am Fallbeispiel Gürbe." *Int. Symposium Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau (Mitt. 175, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich)*, Zürich, 57-65.
- Loipersberger, A., Rimböck, A., Knauss, J. (2000): "Netzkonstruktionen für den Wildholzurückhalt in Wildbächen." *Int. Symp. Interpraevent*, Villach, Österreich, 239-250.
- Rickenmann, D. (1997): "Schwemmholz und Hochwasser." *wasser, energie, luft*, 89(5/6), 115-119.
- Rimböck, A. (2003): "Schwemmholzurückhalt in Wildbächen – Grundlagen zur Planung und Berechnung von Seilnetzsperrern." *Bericht Nr. 94*, Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität, München.
- Uchiogi, T., Shima, J., Tajima, H., Ishikawa, Y. (1996): "Design methods for wood-debris entrapment." *Int. Symp. Interpraevent*, Garmisch-Partenkirchen, 279-288.