

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 92 (2000)
Heft: 1-2

Artikel: Ein Überblick zur Schwemmh Holzproblematik
Autor: Hartlieb, Arnd / Bezzola, Gian Reto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940227>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein Überblick zur Schwemmholzproblematik

■ Arnd Hartlieb und Gian Reto Bezzola

Ziel dieses Artikels ist es, einen allgemeinen Überblick zur Schwemmholzproblematik in Fliessgewässern zu geben. Neben dem Schwemmholzaufkommen wird vor allem auf Transport und Ablagerung von Schwemmholz und auf Massnahmen zur Verringerung der Verklauungsgefahr eingegangen.

Das in den meisten Fällen schwimmend transportierte Schwemmholz wird während des Transports laufend zerkleinert. In steilen Wildbächen findet diese Zerkleinerung ungleich schneller statt als in breiten Flachlandflüssen.

In Fliessgewässern bildet sich oberstrom eines nicht zu passierenden Hindernisses bei flachen Gefällen ein schwimmender Holzteppich. Durch den nur geringen Aufstau können der Abfluss und der Transport von Geschiebe unter dem Holzteppich hindurch erfolgen. Bei steileren Gefällen verlegt das Schwemmholz häufig den gesamten Abflussquerschnitt. Es kommt zu einem Rückstau und infolgedessen zu einer Geschiebeablagerung.

Der Schwerpunkt bei den Massnahmen zur Verringerung der Schwemmholzgefahr liegt auf dem Rückhalt des Schwemmholzes oberstrom gefährdeter Bereiche. Es existieren zahlreiche Bauwerke, bei denen der Schwemmholzurückhalt mit dem Geschieberückhalt kombiniert wird. Lösungsansätze für Bauwerke, die nur das Schwemmholz zurückhalten und für einen Grossteil des Geschiebes durchgängig sein sollen, wurden hingegen erst in den letzten Jahren entwickelt und realisiert. Weitere Strategien zur Verringerung der Schwemmholzgefahr setzen bei der Verringerung des potentiellen Schwemmholzes, bei der Zerkleinerung des in den Gerinnen liegenden toten Holzes und beim schadlosen Durchleiten des Schwemmholzes durch verklauungsgefährdete Hindernisse an.

1. Einleitung

Bei Hochwasserereignissen verursacht Schwemmholz häufig Verklauungen an Brücken und Durchlässen. Dadurch können die betroffenen Fliessgewässer aus ihrem Bett ausbrechen und durch Überschwemmungen und Geschiebeablagerungen grosse Schäden anrichten. Ein weiteres Gefährdungsszenario stellen Schwallwellen infolge des Bruchs von Verklauungen dar. Auch durch den Anprall von Schwemmholz an

Brücken und ufernahen Gebäuden können Schäden hervorgerufen werden. In der Vergangenheit wurde diese Problematik zwar erkannt, aber oft nur als «Anhängsel» des Geschiebetransports und -rückhalts betrachtet. Erst grosse Schadensfälle in der jüngeren Vergangenheit (z. B. Wetzikon/Kanton Zürich 1984, Benediktbeuern bzw. Ried/Oberbayern 1990, Sachseln/Obwalden 1997) haben die Schwemmholzproblematik in den Vordergrund gerückt.

An der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (VAW) wird zurzeit eine umfangreiche, vom Bundesamt für Wasserwirtschaft finanzierte Schwemmholzstudie durchgeführt. Dabei werden sowohl Lösungen für konkrete Projekte erarbeitet als auch der allgemeine aktuelle Kenntnisstand bezüglich Schwemmholz zusammengefasst.

2. Schwemmholzaufkommen

2.1 Herkunft

Bezüglich der Herkunft von Schwemmholz lassen sich in Anlehnung an Zollinger (1983) und Handschin/Duss (1997) fünf Gruppen unterscheiden. Bei drei Gruppen handelt es sich um totes Holz, das vor dem Hochwasserereignis im oder neben dem Gewässerbett liegt:

- Altholz befindet sich schon längere Zeit im Gewässerbett und ist daher in einem morschen und brüchigen Zustand.
- Lawin Holz wird durch Lawinen mitgerissen und in das Gewässerbett transportiert. Es besteht zum grossen Teil aus schon zerkleinerten Stämmen und Ästen, weniger aus Wurzelstöcken. Zusammen mit Schnee und Erdreich bildet das Lawin Holz chaotische Ansammlungen, die nur bei sehr grossen Abflüssen abtransportiert werden.
- Wirtschaftsholz wird häufig in der Nähe von Flüssen und Bächen gelagert. Im Hochwasserfall stellen diese Holzlager häufig eine ergiebige Quelle für Schwemmholz dar. Wirtschaftsholz ist völlig entastet und kann die unterschiedlichsten Längen und Durchmesser aufweisen.

Die beiden restlichen Schwemmholzgruppen entstehen erst während des Hochwasserereignisses und unterscheiden sich dadurch, wie sie dem Gewässer zugeführt werden. Das frische Holz wird entweder

- direkt am Ufer oder in Auwäldern vom Hochwasser mitgerissen oder
- gelangt indirekt durch Rutschungen und Waldabbrüche (Hangfusserosion) in das Gerinne.

Bei Transportbeginn ist das frische Schwemmholz in der Regel unzerkleinert und besteht aus ganzen Bäumen inklusive Krone und Wurzelstock.

2.2 Menge

Es können drei Wege beschrrieben werden, wie für das Einzugsgebiet eines Fliessgewässers die bei einem Extremereignis zu erwartende Schwemmholzmenge bestimmt werden kann:

- An einem Gewässer kann anhand von erfassten Schwemmholzmengen bei bereits aufgetretenen Ereignissen auf die zu erwartende Schwemmholzmenge geschlossen werden.
- Die zu erwartende Schwemmholzmenge kann mit empirischen Schätzformeln berechnet werden, die aus einer grossen Sammlung von Ereignisdaten abgeleitet wurden. Mit den Schätzformeln von Rickenmann (1997) wird die zu erwartende Schwemmholzmenge in Abhängigkeit von der Fläche des Einzugsgebiets, von der Fläche des bewaldeten Einzugsgebiets, von der bewaldeten Gerinnelänge oder von der Wasserfracht des Hochwasserereignisses bestimmt. Uchiogi et al. (1996) ermitteln die Schwemmholzmenge dagegen in Abhängigkeit von der Geschiebefracht des Hochwasserereignisses.
- Die zuverlässigste, aber unvergleichlich aufwendigere Methode zur Ermittlung der potentiellen Schwemmholzmenge ist die eingehende Untersuchung des Einzugsgebiets im Hinblick auf Waldzustand, Uferbewuchs, rutschgefährdete Hänge und Lawinenzonen. Diese Methode wurde von Duss (1999) für das Beispiel des Riemenstalderbachs (Uri/Schwyz) angewandt.

3. Schwemmholztransport und -ablagerung

3.1 Transport

Auch wenn beim Betrachten eines Hochwasserabflusses aufgrund des mit Schwebstoffen befrachteten Wassers und der starken Turbulenzen nur wenig Schwemmholz an der Oberfläche zu erkennen ist, wird Schwemm-

holz zum grossen Teil schwimmend transportiert. Zollinger (1983) gibt dafür folgende Gründe an:

- Im Regelfall besteht Schwemmholz vorwiegend aus leichtem Nadelholz und nur zu einem geringeren Anteil aus schwererem Laubholz.
- Holz muss einige Wochen ganz im Wasser liegen, um die Schwimmfähigkeit zu verlieren und abzusinken. Diese Voraussetzung ist nicht einmal bei Altholz gegeben, das schon längere Zeit im Gewässerbett liegt.
- Durch den im Hochwasserfall erhöhten Schwebstoffanteil steigt die Wasserdichte. In Relation dazu wird das Schwemmholz leichter, das Schwimmvermögen steigt.
- In ungestörten Geschiebeablagerungen von Wildbächen sind Holzeinschlüsse nur selten anzutreffen. Diese Beobachtung spricht dafür, dass das Schwemmholz nicht an der Sohle transportiert wird und nicht an den entsprechenden Stellen von Geschiebe überlagert wird.

Die einzelnen Hölzer sind beim Transport meist in Fließrichtung ausgerichtet. Allerdings werden kürzere Hölzer häufiger als längere vorübergehend auch in andere Richtungen gedreht. Bei den hochgradig turbulenten Hochwasserabflüssen finden diese Drehungen nicht nur in der horizontalen Ebene der Wasseroberfläche, sondern auch in vertikalen Ebenen statt. Dabei kann das Ende eines transportierten Stammes beträchtlich über die Wasseroberfläche hinausragen, wodurch die Verklauungsgefahr an gerinnequerenden Hindernissen zusätzlich erhöht wird. Eine Ausnahme beim Transportvorgang stellen die Wurzelstöcke dar. Sie schwimmen wegen der in allen Dimensionen grossen Abmessungen nur bei grösseren Wassertiefen. Ansonsten stossen sie an der Sohle und am Ufer immer wieder an, so dass es zu einer eher rollenden Fortbewegung kommt.

3.2 Zerkleinerungsprozess

Beim Transport findet eine laufende Zerkleinerung des Schwemmholzes statt. Nach Zollinger (1983) wird beispielsweise ein Baum, der mit Krone und Wurzelstock in ein Gerinne gelangt, oft innerhalb weniger Meter entastet, geschält und in 1 bis 5 m lange Stücke zerbrochen. In geringerem Mass reduziert der Abrieb aber auch den Durchmesser, der entscheidend für den Widerstand gegen Auseinanderbrechen ist. Bänziger (1989) folgert daraus, dass dickere Schwemmholzteile in der Regel länger bleiben als dünnere. Wie schnell es zu dieser Zerkleinerung kommt, hängt massgeblich von Gefälle, Rauheit und Linienführung des Gewässers und der Länge der Transportstrecke ab. Dabei ist nach Bänziger

(1989) die zurückgelegte Höhendifferenz wichtiger als die Länge des Transportwegs. Aus den Untersuchungen von Bänziger (1989) lässt sich ableiten, dass die Intensität der Zerkleinerung des Schwemmholzes unmittelbar nach Transportbeginn am grössten ist und entlang des Transportwegs abnimmt.

3.3 Ablagerung

Der Prozess der Schwemmholzablagerung kann in der folgenden Weise beschrieben werden:

Ein einzelnes Holzstück bleibt an einer Stelle hängen und beginnt sich zu drehen, bis es entweder wieder frei schwimmt oder an einer zweiten Stelle anstösst und liegenbleibt. Eine solche Ablagerung tritt um so eher auf, je geringer Fliesstiefe und -geschwindigkeit der Strömung sind. Verastetes Holz und insbesondere Wurzelstöcke werden bedingt durch ihre Form am ehesten abgelagert. Durch dieses Hindernis werden weitere Holzstücke aufgefangen. Schon kleine Veränderungen im Abfluss, in der Wassertiefe und im Geschiebetrieb oder ein weiteres nachstossendes Schwemmholzstück können diese kleine Ansammlung schubweise weiterbewegen, die dabei wieder in ihre Einzelteile zerfallen oder weiter anwachsen kann. Im Falle des weiteren Anwachsens der Ansammlung lassen sich grundsätzlich zwei Szenarien unterscheiden:

- Im selteneren und ungefährlicheren Fall ohne Verklauung, der vor allem bei flacheren Gefällen auftreten dürfte, schwimmt das Schwemmholz wie ein Teppich an der Wasseroberfläche oberstrom des Hindernisses. Der Abfluss erfolgt unter dem Holzteppich hindurch und wird nur wenig aufgestaut. Wie Beobach-

tungen von Knauss (1995) in Modellversuchen zum Schwemmholzurückhalt zeigen, kann dann das Geschiebe unter dem Holzteppich hindurch ins Unterwasser transportiert werden.

- Im wesentlich gefährlicheren Fall mit Verklauung wird der Abflussquerschnitt durch das Schwemmholz verlegt, so dass es zu einem Aufstau und infolgedessen zu einer Geschiebeablagerung kommt. Dabei kann die Front des abgelagerten Geschiebes bis zur Verklauung vorschreiten und diese einschütten. Dadurch erhöht sich die Stabilität der Verklauung noch einmal zusätzlich. Eine besondere Rolle für die Wirksamkeit der Verklauung spielt durch seine Dichtungswirkung aus Laub und Nadeln bestehendes Feinstmaterial.

4. Lösungsansätze zur Verringerung der Schwemmholzgefahr

4.1 Schwemmholzurückhalt

Eine Lösung zur Verringerung der Schwemmholzgefahr ist der Rückhalt des Schwemmholzes oberstrom der gefährdeten Bereiche. Dabei muss grundsätzlich zwischen Kombinationsbauwerken zum Schwemmholz- und Geschieberückhalt und Bauwerken unterschieden werden, die möglichst nur Schwemmholz zurückhalten und für Geschiebe durchgängig sein sollen.

4.1.1 Bauwerke zum Schwemmholz- und Geschieberückhalt

Das Ziel eines funktionierenden Geschiebesammlers besteht analog zu einem Hochwasserrückhaltebecken darin, im Hochwasserfall nur das im Unterwasser hinsichtlich Menge und Korngrösse nicht zu verkraftende



Bild 1. Rechenkonstruktion im Geschiebesammler am Dorfbach Sachseln/Obwalden (Blick in Fließrichtung).

Geschiebe aufzufangen. Wird das gesamte Geschiebe zurückgehalten, kommt es zu Erosionserscheinungen im Unterwasser, wenn das Gerinne nicht entsprechend ausgebaut ist. Bei Dosiersperren soll das zurückgehaltene Geschiebe zumindest teilweise nach dem Hochwasser durch eine natürliche Spülung in das Unterwasser gelangen. Eine maschinelle Räumung des Rückhalteraums wäre dann nicht oder nur in beschränktem Mass nötig. Zusätzlich wurden viele Geschiebesammler mit den verschiedensten Rechen- und Netzkonstruktionen vor bzw. in den Abflussöffnungen für den Schwemmholzurückhalt ausgerüstet. Im Hochwasserfall entstehen aber an diesen Konstruktionen sehr häufig Verklausungen eben durch zurückgehaltenes Schwemmholz, wodurch ein übergrosser Aufstau und ein vollständiger Geschieberückhalt verursacht wird. Dabei entsteht oft ein Konglomerat aus abgelagerstem Schwemmholz und Geschiebe, das nur noch mit schwerstem Gerät ausgeräumt werden kann.

In Modellversuchen und an realisierten Bauwerken bewährt haben sich Rechenkonstruktionen, die aus schrägen Rechenstäben mit relativ grossen Abständen bestehen. Dabei wird soweit wie möglich auf horizontale Querträger verzichtet. Die ungefährlichen kleineren Schwemmholzteile werden durch den Rechen hindurchtransportiert. Die längeren Schwemmholzteile legen sich vor dem Rechen quer und rollen bzw. gleiten auf den schrägen Stäben bei steigendem Wasserstand nach oben. Dadurch wird der Abfluss nur wenig behindert, es kommt zu keinem übermässigen Aufstau und keinem vollständigen Geschieberückhalt. Sinkt beim Abklingen des Hochwassers der Wasserstand im Becken, bleibt im Idealfall das Schwemmholz in der höchsten erreichten Position auf den Rechenstäben liegen. Der untere Teil des Rechens bleibt unverlegt, und das zurückgehaltene Geschiebe kann bei Dosiersperren ungehindert aus dem Becken gespült werden. Diese Wirkungsweise ist nur dann gewährleistet, wenn die Geschiebefront den Rechen nicht erreicht und das zurückgehaltene Schwemmholz einschüttet, d. h. wenn das Hochwasserereignis unter dem Bemessungsereignis für den Geschieberückhalteraum bleibt.

An der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) werden zurzeit projektbezogene Modellversuche zum Schwemmholzurückhalt in Geschiebesammlern durchgeführt. Die untersuchten Rechentypen variieren hinsichtlich der effektiven Rechenfläche von kleinflächigen Rechen nur vor der Abflussöffnung des Geschiebesammlers bis zu grossflächigen



Bild 2. V-förmiger Schwemmholzfäng am Chämtnerbach/Kanton Zürich im ausgeräumten Zustand (Blick in Fliessrichtung; Bildnachweis: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich).

Rechen quer durch den Sammler und hinsichtlich der Anordnung der Rechenstäbe im Grundriss von geraden über trapezförmige bis zu runden Rechen. Dabei hat sich gezeigt, dass mit den verschiedensten Rechentypen eine gute Rückhaltewirkung erzielt werden kann. Bild 1 zeigt als Beispiel eine relativ grossflächige, im Grundriss trapezförmige und geneigte Rechenkonstruktion, die nach Modellversuchen an der VAW im Geschiebesammler am Dorfbach Sachseln/Obwalden realisiert wurde. Aufgrund der stark ausgeprägten seitlichen Anströmung des Rechens, die durch die Sammlergeometrie hervorgerufen wird, und der in diesem Fall besonders hohen Anforderung eines annähernd totalen Schwemmholzurückhalts, wurde der Rechen mit vier Querträgern und Netzen auf der linken und rechten Rechenflanke ausgeführt.

4.1.2 Bauwerke zum Schwemmholzurückhalt

Für den Schwemmholzurückhalt, bei dem nicht gleichzeitig ein Grossteil des Geschiebes abgelagert wird, sind bis heute zwei Lösungsansätze bekannt:

V-förmige Schwemmholzfänge

Diese Konstruktionen bestehen aus mehreren senkrechten Rundsäulen, die aus der Gerinnesohle ragen und im Grundriss eine V-förmige Anordnung bilden. Die Spitze des V liegt in der Gerinnemitte und zeigt in Fliessrichtung. Knauss (1995) hat zu Beginn der neunziger Jahre diese Form in Modellversuchen für einen konkreten Anwendungsfall im bayerischen Alpenraum (Lainbach) entwickelt. Mit dieser Anordnung werden nach Knauss (1995) im Gegensatz zu einem Holzfang, des-

sen Elemente in einer Ebene senkrecht zur Fliessrichtung stehen, primär folgende Ziele erreicht:

- eine nicht allzudichte Verklausung entlang der vordersten Auffangfront;
- eine verlängerte Linie, auf der das Wasser aus der Holzansammlung austreten kann;
- die Entwicklung der Holzansammlung in Form eines langgezogenen Teppichs, in dem sich stabilisierende Brücken bilden, und nicht als ein sich auftürmender Haufen.

Durch diese Wirkungsweise werden auch die Hauptanforderungen erfüllt:

- vergleichsweise geringer Aufstau;
- Geschiebedurchgängigkeit durch Transport unter dem Holzteppich hindurch. Dazu trägt auch eine möglichst glatte Sohle im Bereich des Holzfangs bei;
- grosse Sicherheit gegen Ausbrechen der Holzansammlung in das Unterwasser.

Diese Art des Schwemmholzurückhalts ist für grössere Gewässer mit einem Sohlgefälle < 5 % im Bereich des Holzfangs geeignet. Bei steileren Gefällen ist zu erwarten, dass V-förmige Holzfänge nicht in der oben beschriebenen Weise funktionieren.

Bei weiteren inzwischen gebauten V-förmigen Schwemmholzfängen am Arzbach/Oberbayern, am Chämtnerbach/Kanton Zürich, Hochstrasser (1997) und am Humligentobel/Nidwalden wurde auf die Anordnung einer zweiten Säulenreihe verzichtet. Bild 2 zeigt den V-förmigen Schwemmholzfäng am Chämtnerbach. Bei einem Hochwasser im Mai 1999, einem Ereignis mit extremer Fülle und beachtlicher Spitze, war der Fang am Chämtnerbach einer ersten Bewährungsprobe ausgesetzt: Das Schwemmholz wurde zum grossen Teil zurückgehalten, so dass

keine Schäden im Unterwasser auftraten und das eigentliche Ziel für die Errichtung des Holzfangs erreicht wurde. Allerdings erfolgte dieser Rückhalt nicht in einem aufschwimmenden Holzteppich, der den Transport von Geschiebe unter dem Holz hindurch ermöglicht hätte. Statt dessen entstand eine Schwemmholzansammlung direkt an der Fangfront entlang der Säulen mit der Folge eines grösseren Aufstaus und der Ablagerung einer grossen Geschiebemenge. Bild 3 zeigt den V-förmigen Schwemmholzfang am Chämtnerbach nach dem Hochwasser vom 13. Mai 1999.

Schwemmholznetze

Schwemmholznetze werden seitlich in den Uferböschungen verankert und reichen nicht bis an die Gerinnesohle hinunter, sondern besitzen in einer bestimmten Höhe eine horizontale Unterkante. Dadurch soll das Schwemmholz ähnlich wie bei den V-förmigen Holzfängen als schwimmender Teppich aufgefangen werden. Der geschiebeführende Abfluss könnte relativ unbehindert unter diesem Holzteppich hindurch erfolgen. Zollinger (1983) formuliert folgende Anforderungen an ein Schwemmholznetz, um in dieser Weise zu funktionieren:

- Im Hochwasserfall muss der Wasserspiegel die Netzunterkante erreichen bzw. überschreiten.
- Bevor der Wasserspiegel die Netzunterkante erreicht, darf nur wenig Schwemmholz transportiert werden.
- Die Wasserschicht, in der der Geschiebetransport erfolgt, darf das Netz nicht erreichen, da ansonsten die Verlegung der Öffnung unter dem Netz und der vollständige Geschieberückhalt sehr wahrscheinlich sind.
- Beim Abklingen des Hochwassers sollte der Wasserspiegel erst dann unter die Netzunterkante absinken, wenn der Geschiebetrieb annähernd aufgehört hat. Ansonsten würde die wahrscheinliche Verlegung der Öffnung unter dem Netz durch den zurückfallenden Holzteppich das dann noch transportierte Geschiebe zurückhalten.

Bisher wurden einige dieser Schwemmholznetze in Osttirol und Südbayern gebaut. In Bild 4 ist ein solches Schwemmholznetz dargestellt.

Erst wenige Schwemmholznetze in Bayern sind bereits mit Hochwasser beaufschlagt worden. Dabei wurde die beabsichtigte Trennung des Schwemmholzes vom Geschiebe nicht erreicht. Statt dessen wurde an den Netzen sowohl das anfallende Schwemmholz als auch ein Grossteil des Geschiebes abgelagert (siehe Bild 5).



Bild 3. Beaufschlagter V-förmiger Schwemmholzfang am Chämtnerbach/Kanton Zürich nach dem Hochwasser vom 13. Mai 1999 (Fließrichtung von rechts; Bildnachweis: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich).



Bild 4. Schwemmholznetz am Lahnenwiesgraben/Oberbayern (Fließrichtung von rechts; Bildnachweis: Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München, VAO).



Bild 5. Beaufschlagtes Schwemmholznetz am Faulengraben/Oberbayern (Blick entgegen der Fließrichtung; Bildnachweis: VAO).

An der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München (VAO) werden zurzeit Modellversuche zur Wirkungsweise von Schwemmholznetzen durchgeführt.

Andere Bauwerke

zum Schwemmholzurückhalt

Von Zollinger (1983) wird noch eine andere Idee des Schwemmholzurückhalts angeführt: Er schlägt vor, im Ablagerungsplatz von Geschiebesammlern in grösserem Abstand zu den Abflussöffnungen Hindernisse (Pfähle, Netze, Gitter) nicht über die gesamte Beckenbreite, sondern versetzt anzuordnen. Das Schwemmholz würde an diesen Hindernissen hängenbleiben und die Hauptströmung mit dem Geschiebe die verklausten Hindernisse umfliessen. Diese Idee wurde von der VAW für den Holzurückhalt im Gerinne in Form von versetzten horizontalen Balken, die jeweils in einer bestimmten Höhe vom Ufer bis zur Gerinnemitte reichen, im konkreten Fall des Riemenstalder Bachs (Uri/Schwyz) aufgenommen und in Vorversuchen getestet (siehe Bild 6). In diesem Fall sind die räumlichen Verhältnisse so beengt, dass nicht das gesamte Schwemmholz oberhalb des Dorfes Sisikon zurückgehalten werden kann, sondern vor allem Wurzelstöcke mit extremen Abmessungen. Bei diesen besteht die Gefahr, dass sie an den Brücken im Dorf Sisikon hängenbleiben und die Keimzelle für Verklausungen bilden. Das restliche ohne Wurzelstöcke ungefährliche Schwemmholz und das Geschiebe wird mit der umgelenkten Hauptströmung abtransportiert.

4.2 Weitere Massnahmen

4.2.1 Verringerung der potentiellen Schwemmholzmenge

Die potentielle Schwemmholzmenge kann durch folgende Massnahmen reduziert werden:

- Beseitigung von Holzlagern in hochwassergefährdeten Bereichen;
- Entfernen von Alt- und Lawinenholz aus dem Gerinne;
- Pflegen und Sichern der Vegetation an den Ufern, in überflutungsgefährdeten Auwaldbereichen und in rutschgefährdeten Hängen.

4.2.2 Zerkleinerung

Die Zerkleinerung des im Gerinne liegenden Altholzes ist bei konsequenter Durchführung eine sehr wirkungsvolle Massnahme.

4.2.3 Schadloes Durchleiten

Das schadlohe Durchleiten des Schwemmholzes durch das verklausungsgefährdete

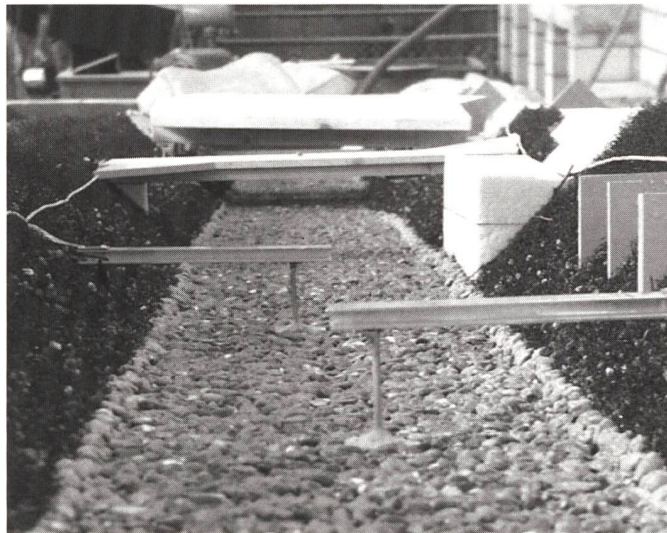


Bild 6. Modellversuche zum selektiven Schwemmholzurückhalt mit versetzten horizontalen Balken am Riemenstalderbach/Uri (Blick in Fließrichtung mit den verklausungsgefährdeten Brücken im Hintergrund).

Hindernis stellt einen weiteren Lösungsansatz dar. Auf der Suche nach konkreten Beispielen trifft man beim VAW-Versuchsbericht über den Umleitstollen Campo Vallemaggia VAW (1991) auf einen als Gleichrichter bezeichneten freistehenden Pfeiler vor dem Stolleneinlauf. In Modellversuchen hat sich gezeigt, dass damit einzelne, querschwimmende Hölzer in Fließrichtung ausgerichtet werden und problemlos den Stolleneinlauf passieren. Aber auch kompakte Holzteppiche werden durch den Pfeiler aufgelöst, so dass nur einzelne Stämme den Stolleneinlauf erreichen und abtransportiert werden.

Bei gerinnequerenden Neubauten kann die Verklausungsgefahr dadurch verringert werden, dass grosse Durchflussöffnungen vorgesehen werden. Rickenmann (1997) gibt eine minimale Öffnungsweite von 10 m an. Ausserdem sollten Bauteile, die wie z.B. Fachwerke durch konstruktive Details eine Verklausung geradezu provozieren, mit abweisenden Verschaltungen versehen werden. Für die Reussbrücke Grund (Uri) wurden an der VAW Modellversuche mit dem Ergebnis durchgeführt, dass durch eine Verschaltung der Brücke der Schwemmholzdurchgang günstig beeinflusst werden kann VAW (1998). Schliesslich sollte auch darauf geachtet werden, dass im Oberwasser eines Hindernisses keine Gefälleverringering auftritt.

Literatur

- Bänziger, R. (1989): Ursachenanalyse Hochwasser 1987 (interdisziplinäres Forschungsprogramm des Bundesamtes für Wasserwirtschaft), Abschlussbericht zum Teilprojekt A1: Schwemmholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Duss, H. (1999): Kommentar zur Abschätzung der Schwemmholzmenge und des Schwemmholzpotentials, Schwemmholzuntersuchungen Riemenstalderbach, Zustand 1999, unveröffentlicht.

Handschin, W.; Duss, H. (1997): Holzprobleme an Wildbächen (1. Phase: Literaturstudium und Prozessanalyse), unveröffentlicht.

Hochstrasser, H. (1997): V-förmiger Treibholzfang und Geschiebeablagerungszone am Chämtnerbach in Wetzikon, wasser, energie, luft, 89. Jahrgang, Heft 7/8, S. 213–214.

Knauss, J. (1995): Treibholzfänge am Lainbach in Benediktbeuern und am Arzbach (ein neues Element im Wildbachausbau), Berichte der Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München, Nr. 76, S. 23–66.

Rickenmann, D. (1997): Schwemmholz und Hochwasser, wasser, energie, luft, 89. Jahrgang, Heft 5/6, S. 115–119.

Uchiogi, T.; Shima, J.; Tajima, H.; Ishikawa, Y. (1996): Design methods for wood-debris entrapment, Internationales Symposium Interpraevent, Vol. 5, S. 279–288.

VAW (1991): Umleitstollen Campo Vallemaggia, Versuchsbericht Nr. 940 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, unveröffentlicht.

VAW (1998): Reussbrücke Grund, Versuchsbericht Nr. 4125 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, unveröffentlicht.

Zollinger, F. (1983): Die Vorgänge in einem Geschiebeablagerungsplatz (Ihre Morphologie und die Möglichkeiten einer Steuerung), Dissertation Nr. 7419 an der ETH Zürich.

Adressen der Verfasser

Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München, Oberrach, D-82432 Walchensee.

Arnd Hartlieb, Dr.-Ing., Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

Gian Reto Bezzola, dipl. Ing. ETH, Chef der Abteilung Flussbau, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.