

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 89 (1997)
Heft: 5-6

Artikel: Schwemmholtz und Wasserkraft
Autor: Rickenmann, Dieter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940182>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

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

Schwemmholtz und Hochwasser

Dieter Rickenmann

Kurzzusammenfassung

Es wird gezeigt, dass die bei Hochwasser transportierte Schwemmholtzmenge mit der Grösse des Einzugsgebietes, mit der Wasserfracht oder mit der Feststofffracht zusammenhangt. Diese Feststellungen werden durch japanische Daten gestützt. Im weiteren wird die in den Gerinnen herumliegende Wildholzmenge betrachtet und der Einfluss des Bewaldungsgrades untersucht. Abschliessend werden einige Massnahmen zur Schadenreduktion diskutiert.

Einleitung

Schwemmholtz kann im Falle von Hochwassereignissen durch Verklausungen bei Brücken oder Durchlässen zu Überschwemmungen mit grossen Schadenfolgen führen. Kommt es bei einer Verklausung infolge zunehmenden Staudruckes zum Bruch, kann dies die Bildung einer Schwallwelle mit einer grossen Abflussspitze zur Folge haben. Im Gerinne liegendes Schwemmholtz (Wildholz) beeinflusst auch den Feststofftransport (Bild 1). In Wildbächen könnte nach dem Bruch einer Verklausung ein Murgang entstehen. Der vorliegende Aufsatz soll einen Überblick über einige Aspekte geben, welche im Zusammenhang mit dem Problemkreis Schwemmholtz und Hochwasser von Bedeutung sind. Zu diesem Thema existieren leider noch nicht viele Untersuchungen. Ein aktuelles Beispiel eines Hochwassers mit viel Schwemmholtz ist das Ereignis vom 9. Juni 1996 im Steinibach bei Giswil (Bild 2).

Der Begriff «Schwemmholtz» bezeichnet im eigentlichen Sinne das vom Wasser mit- oder angeschwemmte Holz. Im Zusammenhang mit der Flösserei oder auch bei der Be trachtung des Rechengutes vor Fassungseinläufen bei Wasserkraftanlagen wird oft auch der Begriff «Treibholz» verwendet. Steht das Holz im Blickpunkt, welches in Wildbachgerinnen herumliegt, so wird eher der Begriff «Wild holz» oder «Totholz» gebraucht. In Österreich und Bayern werden neben dem Begriff «Wildholz» auch die Begriffe «Unholz» und «Schadholz» verwendet. In der Deutschen Industrie-Norm taucht im Zusammenhang mit Wildbächen der Begriff «Wildholz» auf, ohne jedoch näher definiert zu werden. In diesem Aufsatz werden sowohl Beobachtungen von Schwemmholtz (in grösseren Flüssen) als auch von Wildholz in Wildbachgerinnen diskutiert. Der Einfachheit



Bild 2. Schwemmholtzablagerungen nach dem murgangartigen Hochwassereignis im Steinibach bei Giswil vom 9. Juni 1996. Die transportierte Holzmenge betrug etwa 1000 m³ (Foto Oberforstamt Obwalden, Sarnen).

halber wird hier jedoch überall der Begriff «Schwemmholtz» verwendet, der in der Schweizer Fachliteratur wohl am gebräuchlichsten ist.

In der Schweiz wurde eine erste grössere Studie zu diesem Thema im Rahmen der Ursachenanalyse der Hochwasser 1987 durchgeführt (WSL, 1989; Bänziger, 1990). Dabei wurden aufgrund von Zeitungsmeldungen und Befragungen die Schwemmholtzmengen an verschiedenen Stellen der Einzugsgebiete der Rhone, der Reuss, des Rheins und des Ticino abgeschätzt. Im Bericht werden ausserdem die Abmessungen des Schwemmholtz- und Wildholzes untersucht sowie die durch Schwemmholtz verursachten Schäden und mögliche Gegenmassnahmen diskutiert.

Eine weitere Untersuchung zum Thema Schwemmholtz entstand im Rahmen einer Studie zu den Hochwasserereignissen 1993 im Wallis (Consécru, 1996). In einem ersten Teil sind die Schwemmholtzmengen und die damit verbundenen Schäden zusammengestellt. In einem zweiten Teil werden mögliche Unterhaltsmassnahmen im gerinnenahen Bereich diskutiert sowie eine Kosten-Nutzen-Betrachtung des Unterhaltes bezüglich Schwemmholtz im Vergleich zu möglichen Schäden angestellt.

Schwemmholtz und Hochwasser

Zur Beurteilung der Frage, wieviel Schwemmholtz bei Hochwasser in den Bächen und Flüssen transportiert wird, stehen im wesentlichen Daten aus folgenden Untersuchungen und Ereignissen zur Verfügung: Hochwasser in der



Bild 1. Bruch einer Verklausung in einem Gebirgsbach in Japan (Kyushu) nach einem Hochwassereignis im Jahre 1992 (Foto T. Marutani, Kyushu Universität, Japan).

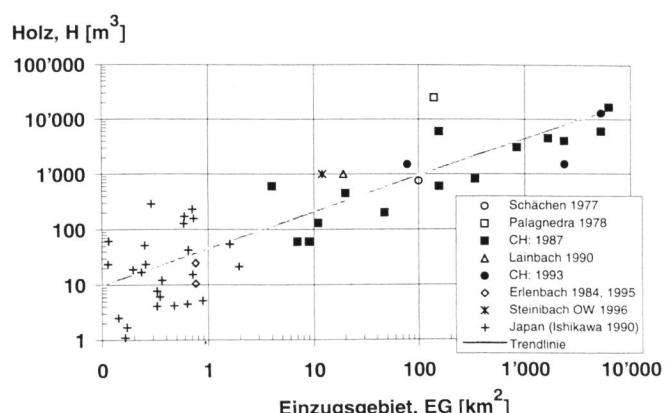


Bild 3. Schwemmholtzmenge H , die bei Hochwassereignissen verfrachtet wurde, in Abhängigkeit der Grösse des Einzugsgebietes EG .

Schweiz in den Jahren 1987 und 1993 in den Einzugsgebieten der Rhone (Rotten), der Reuss, des Ticino und des Rheins sowie einige andere Hochwassereignisse (Schächen 1977, Melezza bei Palagnedra 1978, Erlenbach 1984 und 1995, Steinibach bei Giswil 1996). Zum Vergleich können auch ein Hochwasser in Südbayern (Lainbach 1990) sowie einige Ereignisse einer japanischen Untersuchung verwendet werden. Die Daten sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Bild 3 zeigt die bei Hochwasser verfrachtete Schwemmholtmenge H in Abhängigkeit der Grösse des Einzugsgebietes EG an der Beobachtungsstelle. Die Abhängigkeit kann etwa wie folgt angegeben werden:

$$H \approx A EG^{2/3} \quad (1)$$

Dabei ist H in [m^3] und EG in [km^2] einzusetzen, und für den begrenzten Datensatz ergibt sich für die Konstante ungefähr $A \approx 45$. Bei kleineren Einzugsgebieten ist die Streuung generell etwas grösser. Bei sehr grossen Einzugsgebieten (über etwa $1000 km^2$) scheint sich tendenziell eine schwächere Abhängigkeit zu ergeben. Die Grösse des Ein-

zugsgebietes ist in zweifacher Hinsicht ein grober Indikator für Faktoren, welche die potentiell transportierbare Schwemmholtfracht beeinflussen: Einerseits steht sie für die zur Verfügung stehende Holzmenge und andererseits für die Grösse des Hochwasserabflusses.

Aus Geschiebetransportuntersuchungen ist bekannt, dass die bei einem Hochwasser transportierte Feststofffracht mit der Wasserfracht korreliert werden kann (Rickenmann und Dupasquier, 1994; Rickenmann, 1997). Eine ähnliche Abhängigkeit kann auch zwischen der transportierten Schwemmholtmenge und der Wasserfracht beobachtet werden (Bild 4). Die entsprechenden Wasserfrachten V_w sind in Tabelle 1 angegeben. Dabei ist zu bemerken, dass es sich bei den V_w -Daten um grob berechnete Werte handelt. Einerseits mussten der Beginn und das Ende der zugehörigen Hochwasserwelle definiert werden, andererseits mussten teilweise die Abflüsse aus zwei benachbarten Pegelstationen interpoliert werden. Gemäss Bild 4 kann etwa folgende Beziehung angegeben werden:

$$H \approx B V_w^{2/5} \quad (2)$$

Tabelle 1. Verwendete Daten über Schwemmholt.

Die Typen bedeuten: A = angeschwemmtes Holz, P = Holz-Potential, V = Holz auf Vorländern, W = weggeschwemmtes Holz. Die Quellen sind: [1] WSL (1989), [2] Consécru (1996), [3] Bruschin et al. (1981), [4] Knauss (1995), [5] Rosenberg (1963), [6] Autor, [7] Ishikawa (1990), [8] diverse Artikel (bei Autor). Die zusätzlich benötigten Informationen zur Bestimmung von V_w stammen aus den LHG-Mitteilungen Nr. 10 (1988) und Nr. 19 (1994) sowie aus den hydrologischen Jahrbüchern der LHG (Landeshydrologie und -geologie).

Bach/Fluss	Datum	Holzmenge H	Fläche Einzugs- gebiet EG	Gerinne- länge L	Typ	Abfluss- spitze Q_{max}	Wasserfracht V_w	Feststoff- fracht F	bewaldete Fläche F_w	bewaldete Gerinne- länge L_w	Quelle
		m^3	km^2	km		m^3/s	m^3	m^3	km^2	km	
Stämpbach	01.07.87	60	7	3,9	W				0,7	0,9	[1]
Saxetebach	03.07.87	450	20	8,3	A				7,0	4,6	[1]
Triftwasser	24.08.87	200	47	4,6	W				2,4	0,3	[1]
Varuna	18.07.87	600	4	5,1	W	2	64 800	200 000	1,2	1,7	[1]
Ursé	18.07.87	130	11	5,5	W				3,9	2,1	[1]
Pednal	18.07.87	60	9	6,0	W				2,7	2,3	[1]
Rhein (Bodensee)	19.07.87	16 720	6273	166,0	A+V	2660	390 000 000		1116,6	75,0	[1]
Reuss (Urnersee)	25.08.87	3 050	842	50,0	A+V	735	60 000 000		82,0	9,5	[1]
Ticino	25.08.87	600	156		W						[1]
Ticino (Airolo)	25.08.87	6 000	156	18,8	A	210	8 000 000		19,0	6,5	[1]
Ticino (Lago Maggiore)	24.08.87	4 500	1663	90,0	A	570	50 000 000		547,0	42,0	[1]
Rotten (Oberwald–Lax)	25.08.87	812	341	25,4	W	250	18 000 000		78,0	9,5	[1]
Rotten (Pfynwald)	25.08.87	4 000	2367	80,0	A	660	65 000 000		354,0	18,0	[1]
Rhône (Lac Léman)	25.08.87	6 000	5280	170,0	W	1010	120 000 000		965,0	46,0	[1]
Saltina	24.09.93	1 500	78	12,2	A	75	1 350 000	250 000	21,1	6,4	[2]
Rotten (Pfynwald)	24.09.93	1 500	2367	80,0	A	680	80 000 000		354,0	18,0	[2]
Rhône (Lac Léman)	24.09.93	13 000	5280	170,0	A	1090	130 000 000		965,0	46,0	[2]
Schächen (Altdorf)	31.07.77	750	100	16,5	W	110	1 188 000		14,2	10,5	[1]
Melezza (Palagnedra)	07.08.78	25 000	140	21,0	A	2000	21 600 000	1 800 000	82,6	15,0	[3]
Erlenbach	25.07.84	25	0,76	2,1	A	12	75 600	2000	0,3	1,7	[6]
Erlenbach	14.07.95	11	0,76	2,1	A	10	21 600	560	0,3	1,7	[6]
Steinibach OW (Giswil)	09.06.96	1 000	12	10	A	50	45 000	200 000	5,4	8	
Lainbach	30.06.90	1 000	19			200	1 080 000	100 000			[4]
Holz-Trift Brandenberg		430					94 000				[5]
Gerenzwasser	Aug. 89	67	29	22,9	P				2,0	4,8	[1]
Goneli	Aug. 89	17	9	5,2	P				1,0	1,6	[1]
Schmalibach	Aug. 89	53	1	1,1	P				0,9	0,9	[1]
Rätischbach	Aug. 89	33	3	1,6	P				0,8	0,5	[1]
Merezebach	Sep. 88	139	9	6,7	P				1,8	2,2	[1]
Ritzibach	Aug. 89	130	4	13,3	P				1,0	2,0	[1]
Linnebächi	Aug. 89	176	2	3,3	P				0,5	1,8	[1]
Saltina	Sept. 93	2 400	78	12,2	P				21,1	6,4	[2]
Erlenbach	Sept. 93	16	0,76	2,1	P				0,3	1,7	[6]
Japan		27	27		A			27 Werte			[7]
USA		Werte	Werte		P						[8]
		88	88								
		Werte	Werte								

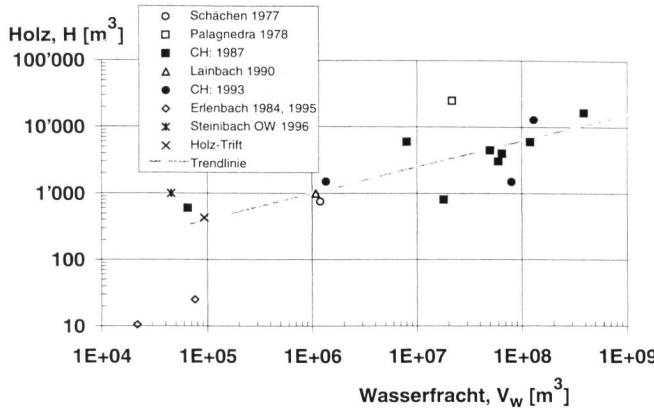


Bild 4. Schwemmholtmenge H , die bei Hochwasserereignissen verfrachtet wurde, in Abhängigkeit der Wasserfracht V_w .

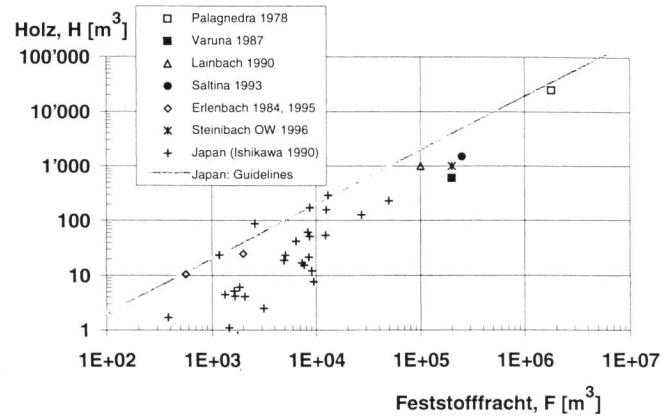


Bild 5. Schwemmholtmenge H , die bei Hochwasserereignissen verfrachtet wurde, in Abhängigkeit der Feststofffracht F . Die Mehrheit der Daten stammt aus einer japanischen Studie.

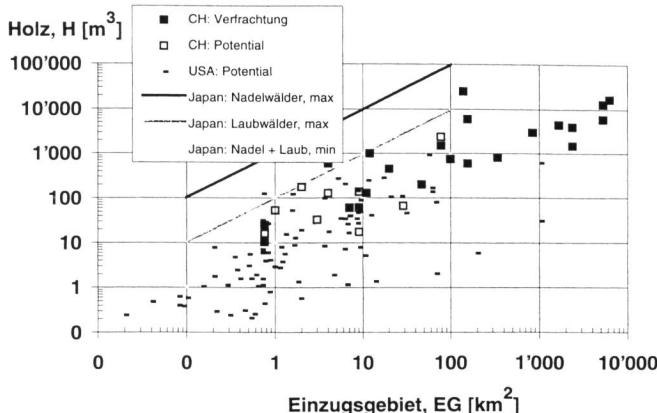


Bild 6. Schwemmholtpotential H , d.h. das im gerinnennahen Bereich herumliegende Wildholz, in Abhängigkeit der Fläche des Einzugsgebietes EG . Ebenfalls eingetragen sind die Schwemmholtmengen H , die bei Hochwasserereignissen in der Schweiz verfrachtet wurden (gleiche Daten wie in Bild 3).

Dabei ist H in $[m^3]$ und V_w in $[m^3]$ einzusetzen, und für den begrenzten Datensatz ergibt sich für die Konstante ungefähr $B \approx 4$. Für die wenigen Datenpunkte aus den kleineren Einzugsgebieten ist die Streuung sehr gross.

Das bei grösseren Abflüssen transportierte Schwemmholt stammt teilweise aus Uferanbrüchen und Hangrutschungen, es handelt sich aber auch um Wildholz, das im Bach- oder Flussbett zwischen dem Geröll verkeilt war. Es kann daher vermutet werden, dass ein Zusammenhang zwischen der Geschiebetransportaktivität und der transportierten Holzmenge besteht. Wie Bild 5 zeigt, bestätigen die verwendeten Daten tendenziell eine solche Abhängigkeit. Die meisten Daten stammen aus einer japanischen Studie (Ishikawa, 1990; Uchiogi et al., 1996), in welcher folgende Schätzformel für die obere Grenze des Schwemmholtanfalls angegeben ist:

$$H \approx 0,02 F \quad (3)$$

Dabei ist H in $[m^3]$ und F in $[m^3]$ einzusetzen, und F bezeichnet die beim Hochwasserereignis transportierte Feststofffracht. Die wenigen Beobachtungen aus dem Alpenraum liegen ungefähr im Trend der japanischen Daten, welche nur Einzugsgebiete kleiner als $2 km^2$ umfassen.

Schwemmholtpotential

Neben der effektiven Verfrachtung von Schwemmholt bei Hochwasser wird hier zusätzlich die Menge des potentiell mobilisierbaren Holzes betrachtet. Über das in den Gerin-

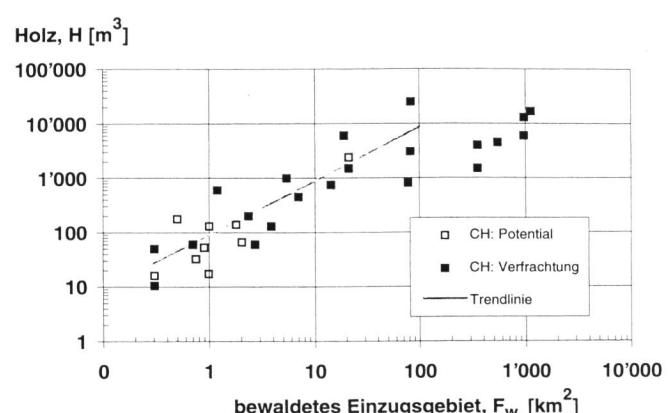


Bild 7. Schwemmholtpotential H , d.h. das im gerinnennahen Bereich herumliegende Wildholz, und Schwemmholtmengen H , die bei Hochwasserereignissen in der Schweiz verfrachtet wurden, in Abhängigkeit der bewaldeten Fläche des Einzugsgebietes F_w .

nen oder bachnahen Zonen herumliegende Holz liegen im allgemeinen mehr Untersuchungen vor als über die effektiv transportierte Holzmenge. In Bild 6 sind die Schweizer Daten mit amerikanischen und japanischen Beobachtungen verglichen. In einer japanischen Studie (Ishikawa, 1990; Uchiogi et al., 1996) wird folgender Zusammenhang zwischen Schwemmholtpotential und zugehöriger Fläche des Einzugsgebietes angegeben:

$$H = C EG \quad (4)$$

wobei H in $[m^3]$ und EG in $[km^2]$ einzusetzen ist, und für die Konstante C die folgenden Werte vorgeschlagen werden:

$$C = 1000: \text{obere Begrenzung für Nadelwälder} \quad (4a)$$

$$C = 100: \text{obere Begrenzung für Laubwälder} \quad (4b)$$

$$C = 10: \text{untere Begrenzung für Nadel- und Laubwälder} \quad (4c)$$

Die höchsten Werte für H aus den USA und aus der Schweiz folgen in etwa der Beziehung (4b). Bei Einzugsgebieten grösser als etwa $100 km^2$ scheint die Abhängigkeit H von EG schwächer zu sein.

Wie schon bei Bild 3 erwähnt, steht die Einzugsgebietsgrösse als Indikator für die verfügbare Holzmenge. Dabei ist allerdings der bewaldete Anteil nicht in allen Gebieten gleich gross. In Bild 7 ist daher die Holzmenge in Abhängigkeit der bewaldeten Einzugsgebietsfläche F_w dargestellt. Hier zeigt sich für $F_w < 100 km^2$ ein ebenfalls ungefähr linearer Zusammenhang:

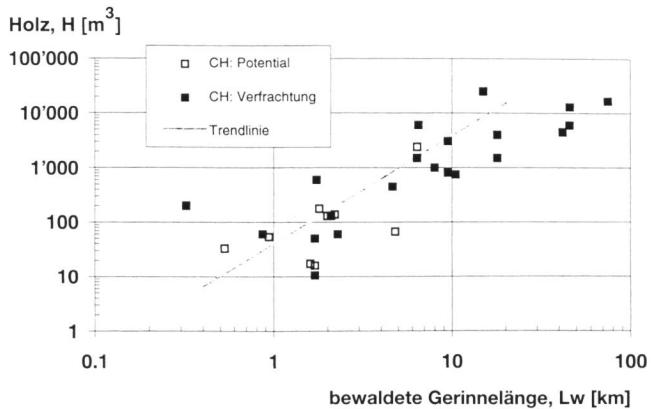


Bild 8. Schwemmholzpotential H , d.h. das im gerinnenahen Bereich herumliegende Wildholz, und Schwemmholzmengen H , die bei Hochwassereignissen in der Schweiz verfrachtet wurden, in Abhängigkeit der bewaldeten Gerinnelänge L_w .

$$H \approx D F_w \quad (5)$$

wobei H in $[m^3]$ und F_w in $[km^2]$ einzusetzen ist, und die Konstante D etwa den folgenden Wert annimmt: $D \approx 90$. Für die Daten mit $F_w > 100 km^2$ stellt sich die Frage, ob wirklich die ganze Schwemmholzmenge erfasst worden ist oder ob andere Gründe für die geringere Abhängigkeit bei zunehmendem F_w Ursache sind.

Im Zusammenhang mit dem Schwemmholzpotential ist streng genommen nur das Holz im gerinnenahen Bereich von Interesse. Für die Schweizer Daten wurde daher auch die Abhängigkeit der Holzmenge von der bewaldeten Gerinnelänge L_w untersucht (Bild 8). Aus Bild 8 ergibt sich für $L_w < 20 km$ etwa folgende quadratische Abhängigkeit:

$$H \approx E (L_w)^2 \quad (6)$$

wobei H in $[m^3]$ und L_w in $[km]$ einzusetzen ist und die Konstante E etwa den folgenden Wert annimmt: $E \approx 40$. Die Streuung der Daten ist allerdings mindestens so gross wie in Bild 7, und wiederum liegen die Daten aus den grösseren Einzugsgebieten ausserhalb des allgemeinen Trends.

Schwemmholz und Bauwerke

Die grössten Schäden im Zusammenhang mit Schwemmholz entstehen durch Verklausungen bei Brücken, Durchläs-

sen und Engstellen (WSL, 1989). Besonders gefährdet sind auch Wehre und Rechenanlagen bei Wasserkraftwerken. Bei Wehren sollte die offene Durchflussbreite mindestens 10 m, besser 15 m betragen. Bei Brücken sind es vor allem Fachwerkkonstruktionen, welche die Bildung von Verklausungen begünstigen. Generell werden folgende Massnahmen zur schadlosen Weiterleitung von Schwemmholz empfohlen (Bänziger, 1990): Wildholz in 1 bis 2 m lange Stücke zerkleinern, grosse Durchflussoffnungen vorsehen, neue Bauwerke hindernisfrei ausführen sowie oberwasserseitige Verschaltungen bei Fachwerkkonstruktionen anbringen.

Im Lainbach in Bayern wurden beim Hochwasser vom Juni 1990 rund 1000 m³ Schwemmholz transportiert, was zu Verklausungen und grossen Überschwemmungsschäden führte. Als Schutzmassnahme wurde ein Treibholzfang gebaut, dessen Gestaltung mittels hydraulischer Modellversuche optimiert wurde (Knauss, 1995). Bei einem Einzugsgebiet von 19 km² und einem Dimensionierungshochwasser mit einer Abflussspitze von 200 m³/s ergibt sich an der Sperrstelle ein spezifischer maximaler Abfluss von 8 m³/sm. Im Bereich des Treibholzfanges nimmt das Sohlengefälle von 8 % auf 2 % ab. Der Treibholzfang besteht aus im Grundriss V-förmig angeordneten Stahlsäulen von 0,66 m Durchmesser, 3 bis 4 m Höhe und einem Zwischenabstand von 4 m (Bild 9). Um den Geschiebedurchtransport im Bereich des Fanges zu gewährleisten, ist die Sohle dort gepflastert und mit zwei Absturzbauwerken gesichert. Bei der Bildung eines Schwemmholzteppichs wird im Dimensionierungsfall die Abflusstiefe im Bereich des Treibholzfanges verdoppelt bis verdreifacht und erreicht im Maximum etwa 4 m. Gegenüber einer quer zur Fließrichtung gerade angeordneten Säulenreihe hat ein V-förmiger Treibholzfang hauptsächlich den Vorteil, dass der Schwemmholzteppich flächenmäßig besser verteilt ist und so bei Schwallwellen zu weniger Aufstau führt und eher den Durchtransport des Geschiebes garantiert.

In Japan wurde in einem viel kleineren Einzugsgebiet (0,5 km²) mit sehr viel Holzanfall ein Treibholzfang bestehend aus einer Säulenreihe quer zum Gerinne gebaut (Masuko et al., 1996). Bei 20 m Gerinnebreite beträgt der Säulenabstand 2,5 m und die Säulenheight 3 m. Bei einem Hochwasser wurden rund 2000 m³ Holz und 4000 m³ Sediment zurückgehalten. Aufgrund der Beschreibungen ist anzunehmen, dass der Treibholzfang weitgehend verstopfte und auch kein Geschiebe mehr durchliess.



Bild 9. Treibholzfang im Lainbach (Südbayern, D) kurz vor der Fertigstellung. Die Blickrichtung ist flussabwärts. Das Einzugsgebiet bei der Sperrstelle beträgt 19 km² und der Dimensionierungsabfluss 200 m³/s (Foto des Autors).

Auch mit halboffenen Wildbachsperren wird versucht, das Schwemmholt und einen Teil des Geschiebes zurückzuhalten. In Laborexperimenten in Japan wurde die Wirksamkeit von bachabwärts schräg geneigten Rechen mit horizontalen Rechenbalken untersucht (Ishikawa, 1990). Dabei konnte eine Abhängigkeit der Rückhaltewirksamkeit (zurückgehaltene Baumstämme/angeschwemmte Baumstämme) von den Zuflussbedingungen (ausgedrückt durch die Froud'sche Zahl) und den geometrischen Verhältnissen (Wassertiefe, horizontaler Rechenabstand, Stammlänge sowie Stammdurchmesser) festgestellt werden.

Zusammenfassung

Für die Begriffe «Schwemmholt» oder «Wildholz» werden in der Literatur noch eine Anzahl weiterer Begriffe verwendet, wobei kaum Definitionen gegeben werden. Die bei Hochwasser transportierte Schwemmholtmenge kann mit der Grösse des Einzugsgebietes, mit der Wasserfracht oder mit der Feststofffracht korreliert werden. Die Daten aus Schweizer Untersuchungen liegen in einem ähnlichen Bereich wie Daten aus Japan.

Die verfrachteten Schwemmholtmengen sind mit den Mengen an Schwemmholtpotential (in den Gerinnen herumliegendes Wildholz) vergleichbar. Das Holzpotential der Schweizer Studien liegt in einem ähnlichen Bereich wie Beobachtungen aus den USA; hingegen ist das maximale Potential in japanischen Nadelwaldgebieten etwa eine Grössenordnung höher. Für die Schweizer Gerinne ergibt sich keine wesentlich bessere Korrelation für die Schwemmholtmenge, wenn statt der Einzugsgebetsgrösse nur die bewaldete Fläche oder die bewaldete Gerinnelänge betrachtet wird.

Um die Wahrscheinlichkeit von Verklausungen vor Brücken, bei Durchlässen oder Wehren möglichst gering zu halten, sollte die minimale Öffnungsweite rund 10 m betragen. Eine Verringerung der Verklausungsgefahr kann auch mit Zerkleinern des potentiellen Schwemmholtzes erreicht werden.

Literatur

- Bänziger, R. (1990): Schwemmholt im Unwettersommer 1987. Schweiz. Ingenieur u. Architekt, 47: 1354–1358.
 Bruschin, J., Bauer, S., Delley, P., Trucco, G. (1981): The overtopping of the Palagnedra dam. Water Power & Dam Construction, December 1981.
 Consécru (1996): Schwemmholt. Projekt «Consécru», Schlussbericht Teilprojekt Schwemmholt, Projektgemeinschaft Glenz & Walther AG, Brig, D. Schönbächler, Selkingen, A. Burkhard, Brig.
 Ishikawa, Y. (1990): Studies on disasters caused by debris flows carrying floating logs down mountain streams. Doctor Thesis, Kyoto University, Kyoto.
 Knauss, J. (1995): Treibholzfänge am Lainbach in Benediktbeuern und am Arzbach. In: Berichte der Versuchsanstalt Obernach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft der Technischen Universität München, Nr. 76: 23–66.
 Masuko, K., Ohgi, Y., Abe, S. (1996): Surveys on the efficiency of wood-debris entrainment facilities. Int. Symp. Interpraevent, Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 5: 289–298.
 Rickenmann, D., Dupasquier, P. (1994): Messung des Feststofftransports im Erlenbach. In: Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie, 35: 134–144.
 Rickenmann, D. (1997): Sediment transport in Swiss torrents. Paper accepted for publication in Earth Surface Processes and Landforms.
 Rosenberg, J. (1963): Die Trift in Brandenberg im Wandel der Zeit. Allg. Forstzeitung, Wien, 74. Jg., 197–201.
 Uchiogi, T., Shima, J., Tajima, H., Ishikawa, Y. (1996): Design methods for wood-debris entrainment. Int. Symp. Interpraevent, Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 5: 279–288.
 WSL (1989): Schwemmholt. Ursachenanalyse Hochwasser 1987, Projektabschlussbericht, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Forstliche Hydrologie, R. Bänziger, 87 p.

Vortrag, den der Verfasser an der Fachtagung «Hochwasserschutz – Zielsetzungen und Randbedingungen» am 21. November 1996 in Grangeneuve gehalten hat. Die Fachtagung wurde von der Konferenz für Hochwasserschutz (KOHS) im Schweizerischen Wasserverband durchgeführt.

Adresse des Autors: Dieter Rickenmann, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH/SIA, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf.

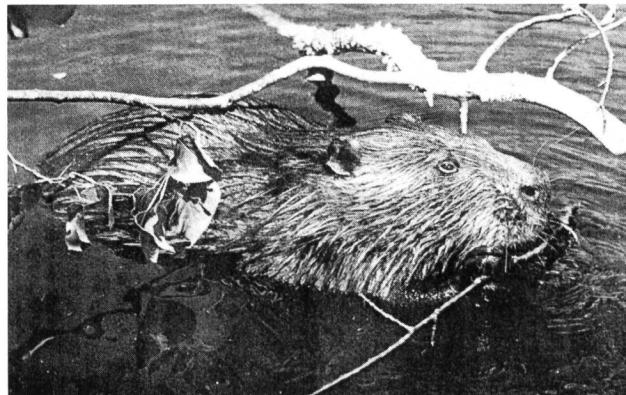
Ingenieure der Natur

Biber – die besten «Baumeister» im Tierreich

Der Biber glänzt vor allem durch seine Intelligenz und «Innovativfähigkeit». Lange Zeit war der Biber sogar Sinnbild und Wahrzeichen für alles, was aus Kanada kam, wo er sich heute noch besonders wohl fühlt. Er wurde zum Nationalenblem, schon Jahre vor dem Ahornblatt. Im Jahre 1851 erschien die Abbildung des Bibers sogar als Hauptmotiv auf der ersten kanadischen Briefmarke, während man auf das Ahornblatt bis 1897 warten musste.

Im 17. und 18. Jahrhundert waren die glänzenden braunen Biberfelle genauso modern wie heutzutage etwa Leder. Bibermützen waren für die Männer obligatorisch und Bibermuffe bei beiden Geschlechtern sehr beliebt. Überhaupt gehörten Pelze jeder Art, aber ganz besonders Biberpelze, zum guten Ton. Der Bedarf stieg rasant an – und die Preise ebensrasch. Grund genug, um wagemutige Männer immer ferner in die Wald- und Flurlandschaften des weiten Kanadas zu treiben und dem Biber nachzustellen. Den Trappern folgten Händler, die in der Wildnis befestigte Plätze erbauten, um sich vor den Indianern zu schützen. Dann mussten Soldaten kommen und den Dienst versehen, den heute die Polizei ausübt.

Der Biber ist nicht eine «besondere Schönheit». Er ist klein, ziemlich dick und hat vorstehende Zähne. Selbst sein Charakter hat nichts Faszinierendes an sich. Doch wird er wegen seiner Geduld und seines Fleisses gelobt. Die Vierfüssler, von denen es noch viele in den kanadischen Wäldern (und Nationalparks) gibt, sind nützliche «Mitbürger» und helfen, natürliche Reichtümer zu bewahren. Denn dieser «Natur-Ingenieur» baut in kleinen Flüssen und Bächen geniale Dämme, die Tümpel und Reservoirs bilden. Diese verhindern Verdunstung während der Trockenperiode und sind gleichermassen Schutz gegen Überschwemmungen nach übermässigen Regenfällen. Man sieht die Biber «noch oft» und kann sie während ihrer Arbeit beobachten. Dabei muss man zum Schluss kommen: Sie sind die besten «Baumeister» im Tierreich.



Der Biber: keine besondere Schönheit, dafür intelligent.

Tic Tièche, Weissensteinstrasse 26, CH-3000 Bern 21.