



FLOODRISK II

VERTIEFUNG UND VERNETZUNG ZUKUNFTSWEISENDER UMSETZUNGSSTRATEGIEN ZUM INTEGRIERTEN HOCHWASSERSCHUTZ

Workpackage 2.3

Präventive Strategien für das Wildholzrisiko in Wildbächen

Auftraggeber

MR. Dipl.Ing. Patek Maria Leiterin der Abteilung IV 5, Wildbach und Lawinenverbauung

Auftragnehmer

**Ao.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. Hübl Johannes, Department Bautechnik und Naturgefahren,
Universität für Bodenkultur**

Projektleitung

Ao.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. Hübl Johannes

Projektteam

Dipl.Ing. Anderschitz Michael

O.Univ.Prof. Dr. Florineth Florin

Ao.Univ.Prof. Dr. Gatterbauer Helmuth

Ao. Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Habersack Helmut

Dipl.Ing. Jäger Elisabeth

Dipl.Ing. Kogelnig Arnold

Mag. Krepp Fridolin

Univ.Ass. Dipl.Ing. Dr. Rauch Johann Peter

O.Univ.Prof.Dr.Schulev-Steindl Eva

INHALTSVERZEICHNIS

1	EXECUTIVE SUMMARY	1
1.1	Lessons Learned	1
2	EINLEITUNG	2
3	AUSWIRKUNGEN VON WILDHOLZ AUF DAS GEWÄSSER	3
3.1	Einleitung	3
3.2	Positive Aspekte zur Bedeutung von Vegetation und Wildholz für Fließgewässer	4
3.2.1	Einfluss von Wildholz auf die Flussmorphologie.....	4
3.2.2	Bedeutung für das Selbstreinigungsvermögen.....	6
3.2.3	Bedeutung von Totholz für andere Themengebiete – Ökologie	6
3.3	Faktoren die zum Wildholzschaden führen.....	8
3.3.1	Potentielle Gefahrenquellen	9
3.3.2	Direkte Gefahrenquellen.....	12
3.3.3	Hydraulische Engstellen	13
3.3.4	Mobilisierung und Transport	15
4	RECHTSGRUNDLAGEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN DER WILDHOLZPRÄVENTION IN ÖSTERREICH	17
4.1	Rechtsgrundlagen der Wildholzprävention im Überblick.....	17
4.2	Rechtliche Vorgaben für die Wildbachbegehung und –räumung.....	17
4.2.1	Welche Gewässer sind zu begehen?	18
4.2.2	Wer begeht?	18
4.2.3	Wann findet die Begehung statt?	19
4.2.4	Welcher Bereich ist zu begehen?.....	19
4.2.5	Worüber ist die Bezirksverwaltungsbehörde nach der Begehung zu informieren?	19
4.2.6	Wen trifft die Räumungspflicht?.....	20
4.2.7	Haftet die Gemeinde?.....	23
4.3	Ziviles Nachbarrecht	25
5	MASSNAHMEN GEGEN DIE WILDHOLZENTSTEHUNG	26
5.1	Einleitung	26
5.2	Gewässerpflege im Allgemeinen	27
5.3	Forstliche Maßnahmen	29
5.3.1	Zielformulierung.....	29
5.3.2	Bewirtschaftung und Waldbau.....	30

5.4	Ingenieurbiologische Maßnahmen	31
5.4.1	Funktion und Aufgabe der Vegetation an instabilen Hängen	31
5.4.2	Hang- und Böschungsbepflanzung	33
5.4.3	Maßnahmen zur Hangentwässerung	33
5.4.4	Verhinderung der Wasserinfiltration	34
5.4.5	Maßnahmen an tiefgründigen Hangrutschungen	35
5.4.6	Ingenieurbiologische Maßnahmen zur Rensen- und Grabensicherung	36
5.4.7	Zusammenfassung	36
5.5	Technische Maßnahmen	37
5.5.1	Maßnahmen zur schadlosen Weiterleitung des Schwemmholzes	37
5.5.2	Maßnahmen zum Rückhalt des Schwemmholzes	38
5.6	Räumliche Aufteilung und Zusammenwirkung der Maßnahmen	43
5.7	Sofortmaßnahmen	44
6	LITERATURVERZEICHNIS	45

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Vegetation und Wildholz beim Hochwasser 2002 (QUELLE: Habersack et al., 2005)</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 2: Vegetationsthematik im Überblick</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 3: River Continuum Concept (QUELLE: Vannote et al., 1980).....</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung 4: Wildholzschäden können durch ein Zusammenwirken von vier verschiedenen Faktoren entstehen.....</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 5: Bodenrisse als Vorboten für Erosion und Hangbewegungen (FOTO: Lammeranner W., Anderschitz M.).....</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 6: Hohe Hangneigungen und geschwächte Bestände sind potentielle Wildholzquellen (FOTO: Anderschitz M.).....</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 7: Säbelwuchs infolge von Schneedruck (links) und Hangkriechbewegungen (rechts) (FOTO: Spinka S., Raschka M.).....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 8: Uferabbrüche am Trattenbach, Sbg (FOTO: Lammeranner W.).....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 9: Grünholzeintrag an einrutschgefährdeten Bereichen (FOTO: Hübl J.)</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 10: Holzbewuchs im direkten Abflussbereich (FOTO: Anderschitz M.).....</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 11: Abtriftbare Gegenstände im Abflussbereich können Verklausungen initiieren und müssen entfernt werden (FOTO: Holub M.).....</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 12: Größere Mengen von Schlagabfällen sind auch in Bezug auf die Waldhygiene zu räumen (FOTO: Anderschitz M.)</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 13: Vor allem flachwurzelnde Baumarten sind windwurfgefährdet (FOTO: Lammeranner W., Rauch H.P.).....</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 14: Steinblöcke und Geröll als abflusshemmende Gegenstände (FOTO: Lammeranner W., Florineth F.)</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 15: Bachausbrüche am Tullbach Strmk (links), und am Kamp NÖ (rechts), (FOTO: WLV Bruck, Rauch H.P.).....</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 16: Verklausung durch Wildholz am Reiterbach, Maishofen Sbg (FOTO: Anker F.)</i>	<i>14</i>

<i>Abbildung 17: Verklausung an Wehranlagen, Rosanna bei Strengen Tir (links), und Thörlbach Stmk (rechts), (FOTO: Hübl J., FF Böhler).....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 18: Durchlässe als potentielle Gefahrenstellen (links), Erosion eines Forstweges aufgrund verstopfter Durchlässe (rechts) (FOTO: Holub M., Hübl J.).....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 19: Technische-, ingenieurbioologische- und waldbauliche Maßnahmen und deren Wirkungsbereiche.....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 20: Stockschnitt der Ufergehölze erfolgt ebenso abschnittsweise (FOTO: Florineth F.).....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 21: Klassifizierung und Einteilung des Wildbacheinzugsgebiet.....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 22: Wurzelausgrabungen an ingenieurbioologischen Bauweisen (FOTO: Stangl R.).....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 23: Böschungsbepflanzung mit ausschlagfähigen Pionierarten und Grünerlen (links), Lagenbau (rechts) an der Prünsterlahn, Schenna (FOTO: Florineth F.)</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 24: Technische und biologische Entwässerungen (FOTO: Florineth F.).....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 25: Bodenrisse und Blaiken - Trattenbach, Sbg (FOTO: Lammeranner W.).....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 26: Stabilisierung der Prünsterlahn/SüdTirol mittels Holzkrainerwänden (FOTO: Florineth F.)</i>	<i>35</i>
<i>Abbildung 27: Sicherung von Runsen und Gräben (FOTO: Lammeranner W., Hübl J.).....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 28: Überblick über die technischen Maßnahmen</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 29: Rechenkonstruktion am Lussbach, Gemeinde Lermoos im Ausserfern (FOTO: Archiv WLW, GBL Reute).....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 30: Verklausung von Netzen beim Modellversuch im Lobental (Bayern) (FOTO: Hübl J.)</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 31: Stahlrahmen für den selektiven Schwemmholzurückhalt (QUELLE: Bezzola & Lange, 2006).</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 32: Kronengeschlossene offene Schlitzsperre am Fischbach, Sbg (links), Sortierwerk mit dreifach geknicktem Rechen (rechts) (FOTO: Hübl J., Krimpelstätter L., 1998)</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 33: Wildholzteppich im Stauraum des Sortierwerkes (FOTO: WLW).....</i>	<i>41</i>

<i>Abbildung 34: Links: Verschiedene Rechentypen; Rechts oben: Ablagerung von Holz und Geschiebe bei nicht eingestauten Verhältnissen; Rechts unten: Trennung von Holz und Geschiebe bei gewolltem Aufstau (QUELLE: Bezzola & Lange, 2006).</i>	42
<i>Abbildung 35: Sperre mit Tauchwand bei maximaler Füllung a.) freier Grundablass und b.) verlegte Öffnung (QUELLE: Bezzola et al., 2004)</i>	43
<i>Abbildung 36: Übersicht der Maßnahmenbereiche</i>	44

1 EXECUTIVE SUMMARY

Im Rahmen des Projektes Flood Risk 2 beschäftigt sich diese Studie mit präventiven Strategien für das Wildholzrisiko in Wildbächen. Ziel der Studie ist die Erstellung eines Leitfadens für den Praktiker, der sich im Rahmen seiner Arbeit mit dem Problem Wildholz – Schwemmholz auseinandersetzen muss. Es werden die relevanten Prozesse für die Entstehung von Wildholz aufgezeigt. Weiters werden aus dem Blickwinkel der Hydrologie und Hydraulik der Transport und die Ablagerungsprozesse erklärt. Zahlreiche Bilder aus der Praxis erläutern die Schadenswirkungen von Wildholz wie Verklausungen und Funktionsverlust von Sperren. Ein Kernpunkt der Studie sind die Rechtsgrundlagen und Zuständigkeiten der Wildholzprävention in Österreich. Des Weiteren werden Maßnahmen sowohl aus forstlich-ingenieurbioologischer als auch technischer Sicht gegen die Wildholzentstehung erklärt. Sofortmaßnahmen im Ereignisfall bilden den Abschluss dieses Leitfadens.

The project aims to find sustainable and effective solutions to reduce woody debris. General guidelines for torrent control management with reference to woody debris will be created based on a review of the literature and analysis of case studies. This study addresses the opportunities and contribution of soil bioengineering, forestry management and technical options to minimise the risk of woody debris. All forest and bioengineering processes, such as disposition, urgent measures and maintenance, will be discussed in detail aiming for a code of practice.

1.1 Lessons Learned

Im Folgenden werden kurz die wesentlichen Punkte dieser Studie zusammengefasst. Die Wildholzprävention beginnt bereits im Einzugsgebiet mit einer standortgerechten forstlichen Bewirtschaftung (siehe 5.3) wobei besonderer Augenmerk auf die Ufer und an den Bach angrenzenden Einhänge genommen werden muss. Hier sollte bei der Bepflanzung darauf geachtet werden, dass einerseits der Boden stabilisiert wird um Ufererosion zu vermeiden andererseits aber die Gehölze elastisch und tiefwurzelnd sind, um im Falle eines Hochwassers nicht selbst zu Schwemmholz zu werden. Wirtschaftsholz und Schlagabfälle müssen aus dem Hochwasserabflussbereich entfernt werden um das Wildholzpotential zu senken. Etwaige Einbauten (Rechen, Netze, Sperren etc.) und hydraulische Engstellen (Brücken, Durchlässe, usw.) sind regelmäßig zu kontrollieren und von angeschwemmten Holz und Sediment zu befreien. Durch eine regelmäßige Begehung (siehe 4.2) werden mögliche Wildholz Quellen und Schwachstellen meist schon vorab identifiziert und beseitigt. Häufen sich die Probleme mit Wildholz kann durch geeignete technische Maßnahmen bachaufwärts ein Großteil des Holzes bereits zurückgehalten werden (siehe 5.5). Bei technischen Bauwerken ist die Zufahrt für schwere Maschinen zur Räumung während und nach dem Ereignis zu gewährleisten.

Im Ereignisfall müssen Problemstellen kontrolliert werden und eine „Notfallmannschaft“ mit Unterstützung von Baggern und LKWs sollte bereitstehen um angeschwemmtes Holz sofort zu entfernen und größere Verklausungen zu verhindern.

2 EINLEITUNG

Dieser Leitfaden zum Thema präventive Strategien für das Wildholzrisiko richtet sich vor allem an Gemeinden, Forstbetriebe, Wildbachaufseher, Behörden und Gewässeraufsichtsorgane. Es werden hier die relevanten Prozesse für die Entstehung von Wildholz wie Vegetation, Geologie, Morphologie des Standortes, anthropogene Einflüsse und externe Faktoren aufgezeigt, bezüglich des Wildholzpotentials bewertet und mögliche Maßnahmen und Strategien zur Prävention erarbeitet. Des Weiteren wird auch über Transport und Ablagerung, sowohl technische als auch ingenieurbioökologische Maßnahmen, Wildbachbegehungen und rechtliche Aspekte des Themas gesprochen. Wobei den Autoren durchaus bewusst ist, dass Wildholz nicht nur negative Auswirkungen in Form von Verklausungen und Bauwerksschäden hat, sondern auch ein wichtiger ökologischer Faktor in Form von Totholz in den Unterliegergewässern ist. Am Beginn der Arbeiten stand eine intensive Nachforschung bezüglich vorhandener Literatur und darauf basierend begann die Ausarbeitung des Themas mit Hilfe von Experten aus den verschiedensten Fachrichtungen. Im Besonderen möchten wir hiermit Dr. Bruno Mazzorana von der Abteilung Wasserschutzbauten in Bozen danken. Mit dem hier vorliegenden Werk haben die Autoren versucht die wichtigsten Punkte, auf dem aktuellen Stand des Wissens, zur Prävention von Wildholzschäden zusammenzufassen und mit Bildern und Grafiken anschaulich darzustellen.

Laut ONR 24800 ist Wildholz ein Sammelbegriff für das bereits im Abflussbereich liegende Holz („Totholz“) und das bei einem Ereignis frisch eingetragene Holz („Grünholz“). Schwemmholz ist das während eines Hochwasserereignisses transportierte Holz, ohne Berücksichtigung der Herkunft.

3 AUSWIRKUNGEN VON WILDHOLZ AUF DAS GEWÄSSER

3.1 Einleitung

Zwischen Vegetation und Abflussgeschehen besteht eine Wechselbeziehung. Die **Vegetation im Abflussraum** übt als Teil des Gesamtfließwiderstandes einen **Einfluss auf das Abflussgeschehen** (Abb.1, oben) aus, umgekehrt kann Vegetation durch Hochwässer reduziert werden. Vegetation bzw. Wildholz kann im Hinblick auf Einbauten (Abb. 1, unten) zu Problemen führen, wie das beispielsweise bei den Brücken in Stallegg und Buchberg am Kamp beim Hochwasser 2002 der Fall war.



Abbildung 1: Vegetation und Wildholz beim Hochwasser 2002 (QUELLE: Habersack et al., 2005)

3.2 Positive Aspekte zur Bedeutung von Vegetation und Wildholz für Fließgewässer

Die Rolle der Vegetation in der Ökologie und als Landschaftselement wird in Abbildung 2 überblicksmäßig dargestellt.

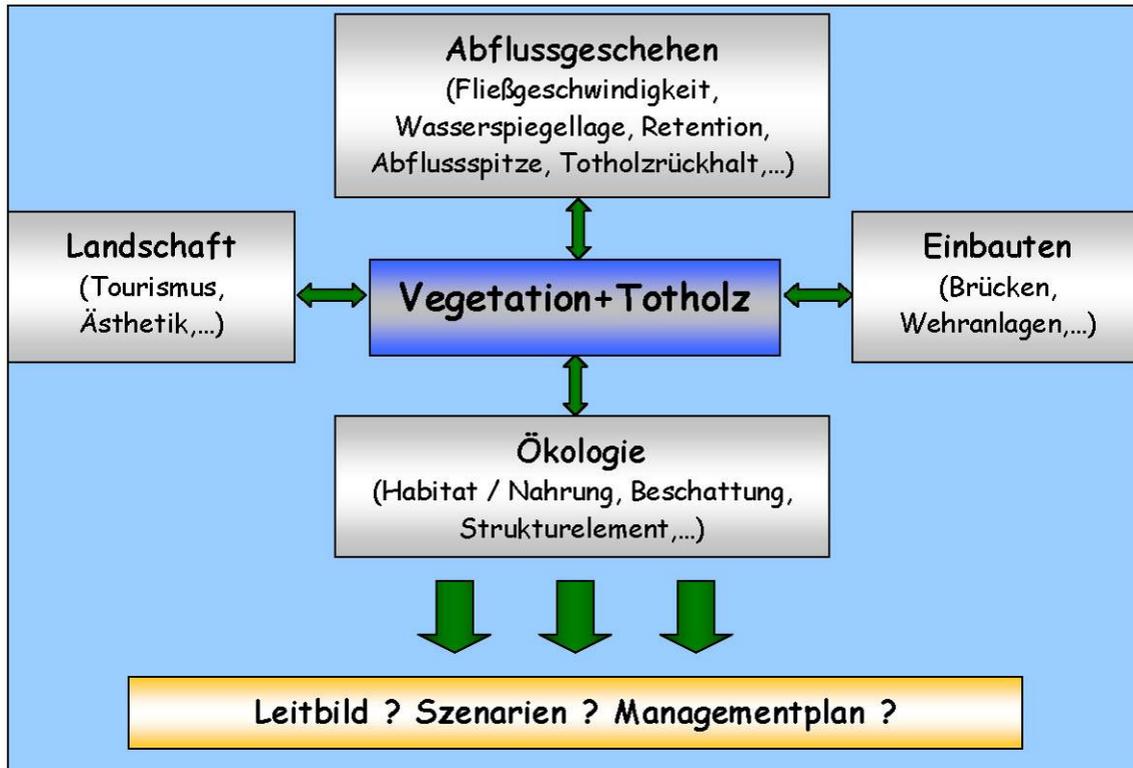


Abbildung 2: Vegetationsthematik im Überblick

Aus **wasserwirtschaftlicher** und **ökologischer** Sicht ist ein Uferstreifen bzw. die Ufervegetation allgemein unter anderem von Bedeutung für:

- Flussmorphologie
- Abflussgeschehen
- Gewässerstruktur
- Vernetzung zwischen dem Fließgewässer und angrenzenden Lebensräumen (laterale Vernetzung)
- Abstand zu anthropogen genutzten Flächen, Puffer- und Filterwirkung
- Energie- und Stoffhaushalt

3.2.1 Einfluss von Wildholz auf die Flussmorphologie

Totholz ist selbst eine Struktur und fördert weitere **morphologische Strukturen**. Vor Totholzakкумуляtionen entstehen kleinräumige **Sedimentationsbereiche**, flussab davon Erosionsbereiche. Am Kamp hat Totholz beim Hochwasser 2002 als zusätzlicher Fließwiderstand Turbulenzen und damit Auskolkungen verursacht. Daher ist Totholz ein

unverzichtbarer Bestandteil eines Gewässers, weil es die **Strömungsdiversität** erhöht und Hochwasserspitzen vermindern kann.

Totholz fördert morphologischen Strukturreichtum, indem kleinräumige Bereiche von Sedimentation z.B. vor Totholz und Erosion oder hinter Totholzansammlungen entstehen (Hütte, 2000). Als Strömungshindernis führt Totholz zur **Ausbildung von Überfällen, Kolken, Rückstaubereichen** etc., erhöht die Verzweigungsneigung des Gerinnes (Inselbildung) und bedingt insgesamt eine **Steigerung der strukturellen Vielfalt**.

Sohlerosion und Poolbildung

Wildholz ist eine der möglichen Ursachen für die Entstehung von Pools („Becken“) in Fließgewässern. Die durch Wildholz gebildeten Pools lassen sich in folgende Typen einteilen:

- **Ablenkungs- Pool** (deflector pool): Erosion der Sohle oder des Ufers, verursacht durch die Ablenkung der Strömung durch Wildholz
- **Absturz- Pool** (plunge pool): Erosion der Sohle direkt unterhalb von Wildholz - Dämmen
- **Unterströmungs- Pool** (underflow pool): erhöhte Strömungsgeschwindigkeit durch Einengung der Abflusshöhe verursacht Sohlerosion
- **Stau- Pool** (dam pool): Bereiche von durch Wildholz aufgestautem Wasser

Totholz als Fließwiderstand

Wildholz stellt im Gewässer ein Hindernis für die Strömung dar. Der Rückstau des Wassers oberhalb dieses Hindernisses führt zu einer **Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit** und der **Verzögerung des Abflusses**.

Diese **Retentionswirkung ist bei Niedrigwasser am größten**. Mit zunehmendem Abfluss verringert sich die Wirksamkeit des Wildholzes. Als Folge der Abflussverzögerung verändert sich der Ablauf der Hochwasserwelle. Die Spitzenwerte werden geglättet und die Dauer des Hochwassers verlängert.

Die Erhöhung des Abflussrückhalts durch den Energieverlust beim Überwinden von Strömungshindernissen hat einen positiven Effekt auf den unterwasserseitigen Hochwasserschutz. In totholzreichen Gewässerstrecken werden Hochwässer aufgrund der bereits angehobenen Wasserstände lokal häufiger über die Ufer treten. Der **Hochwasserabfluss** wird insgesamt **abgebremst** und z.B. durch das in der Au zurückgehaltene Wasser verzögert. Insgesamt ist zu sagen, dass Totholz einen Beitrag zum **unterwasserseitigen Hochwasserschutz** leisten kann, lokal jedoch die **Ausuferungswahrscheinlichkeit** erhöht.

Die Verringerung des Transportvermögens eines Gewässers durch Dissipation von Energie an Wasserspiegelsprüngen und Erhöhung der Sohlrauigkeit führt neben der **Speicherung von anorganischem Sediment** auch zum **Rückhalt von organischem Material**. Ein weiterer Grund für die Akkumulation ist, neben der Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit, das rein mechanische Auskämmen vor allem von Laub.

Das akkumulierte organische Material stellt zum einen eine **Nahrungsquelle für aquatische Organismen** dar, führt bei heterogener Verteilung zu einer starken Differenzierung des Lebensraumes hinsichtlich der Nahrungsversorgung und erhöht die **Produktivität** an diesen Standorten. Organisches Material übt über die Erhöhung der hydraulischen Wirksamkeit auch indirekt Einfluss auf die Bildung von an Wildholz-Dämme gebundenen Strukturen wie Stau- und Absturz- Pools aus.

3.2.2 Bedeutung für das Selbstreinigungsvermögen

Der Aufstau und die Erhöhung des Wasserspiegelgefälles verursacht im Bereich des Wildholzes **kleinräumige Druckdifferenzen**. Diese führen zur Infiltration von Oberflächenwasser in die Sedimente und zur Durchströmung des Interstitials. Dadurch wird das Sediment in größerem Maßstab mit **Sauerstoff versorgt**. Die dort **abgelagerten organischen Stoffe**, die aus natürlichen Quellen oder dem Ablauf von Kläranlagen stammen, können aufgrund der besseren Sauerstoffversorgung **schneller abgebaut** werden. Ohne eine Durchströmung des Sedimentkörpers wären die Abbauvorgänge - die **Selbstreinigung des Gewässers** - auf die dünne Kontaktschicht zwischen dem freien Wasser und dem Flussbett beschränkt. In den verbauten, gestreckt verlaufenden und zum Teil aufgestauten Fließgewässern ist die Sedimentdurchströmung stark reduziert, wodurch die Flusssohle kolmatiert und die Durchströmung der Sedimente weiter eingeschränkt wird.

3.2.3 Bedeutung von Totholz für andere Themengebiete – Ökologie

Die im und am Wasser entstandenen Totholzanlagerungen stellen **Strukturelement** und gleichzeitig **Strukturbildner** dar, welche maßgeblich Ausformung und Charakteristik des Fließgewässers mitbestimmen. Sie erfüllen je nach Lage verschiedene Aufgaben und haben vor allem für die Fischzönosen wesentliche Bedeutung. So dienen sie beispielsweise als **Lebensraum** für die strukturgebundene Bachforelle und als **Refugialbereiche** für juvenile Fischarten. Über Wasser stellen sie für Vögel, Insekten etc. Lebens-, Rückzugs- sowie **Nahrungsraum** dar.

Das **River-Continuum-Concept (RCC)** von Vannote et al. (1980) (Abb. 3) zeigt die Wichtigkeit des **allochthonen Eintrags** in ein Fließgewässer. Das RCC ist der Versuch, die ökologische Funktionsweise von Fließgewässern von der Quelle bis zur Mündung zu beschreiben. Es betrachtet die **physischen/hydrologischen Faktoren**, den **Energie- bzw. Nährstoffeintrag** und **-austrag** und setzt diesen in Beziehung zu **biotischen Parametern** (z.B. Vegetationsverteilung, aquatischen Ernährungsformen).

In seiner einfachsten Form postuliert das RCC ein Flussökosystem, das mit heterotrophen Quellgewässern, die durch den Eintrag allochthoner Nährstoffe aus der Ufervegetation gekennzeichnet sind, beginnt, sich dann zu einem autotrophen Mittelabschnitt entwickelt, um schließlich mit einem primär heterotrophen Unterlauf zu enden.

Ein Bewertungsverfahren auf der Grundlage des RCC müsste die natürliche Zusammensetzung der biozönotischen Regionen als Bioindikator zur Beurteilung der **"ökologischen Gewässergüte"** heranziehen. Bewertungsgrundlage wäre die ideal- und regionaltypische Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften. Dieses würde wiederum nicht unter taxonomischen sondern unter **funktionalen Gesichtspunkten** erfolgen. Hinweise auf eine Störung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Fließgewässers und auf die eventuellen Ursachen könnten aus dem Übergewicht oder dem Fehlen bestimmter Habitat-, Ernährungs- oder Siedlungsformen hergeleitet werden.

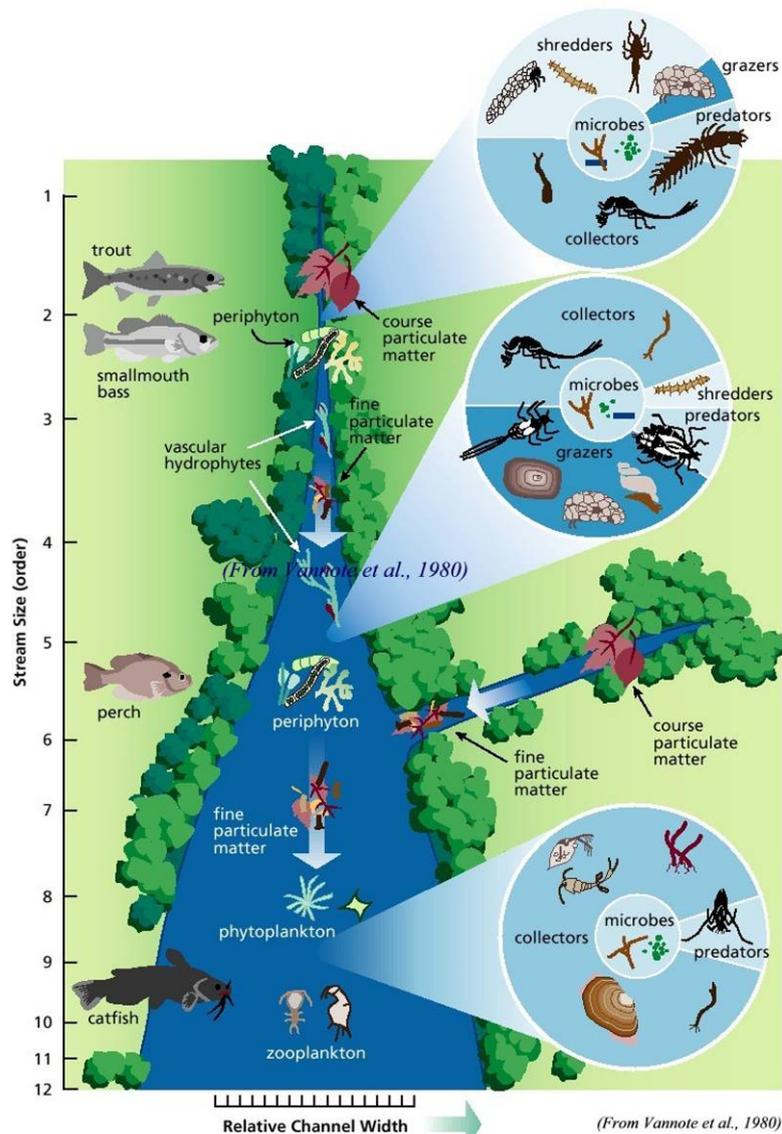


Abbildung 3: River Continuum Concept (QUELLE: Vannote et al., 1980)

Strukturelle Vielfalt

Holzstrukturen dienen sowohl als **Einstand** für Fische als auch als **Wohnraum** für xylobionte („im Holz lebende“) und als Nahrungsbasis für xylophage („Holz fressende“) Benthosorganismen. Die bevorzugte Nutzung von Holzstrukturen durch Fische ergibt sich u.a. durch die oft reich verzweigten „Hohlraumsysteme“, in denen **Strömungsgeschwindigkeit und Lichtintensität verringert** sind. Im Falle von Hochwasserereignissen bieten derartige Vegetationsstrukturen bedeutende **Zufluchtsräume**.

Durch Totholz gebildete Strukturen werden von zahlreichen Benthos- und Fischarten, wie z.B. der stark strukturgebundenen Bachforelle besiedelt. So sind z.B. während Niederwasserperioden **tiefe Kolke**, die häufig durch **große Totholzstrukturen gebildet** werden, besonders wichtige **Refugialbereiche** für Fische.

Sichtschutz

Sichtschutzgebendes Substrat, wie z.B. Totholz bietet **visuelle Isolation**, reduziert somit **aggressives Verhalten** und **vermindert die Fläche des beanspruchten Wohnbereichs**. Dadurch ist beispielsweise die **Bachforellendichte** in strukturierten Bereichen höher als in

strukturlosen. Sichtschutzgebende Strukturen (z.B. Totholz), die als Ruheplätze zwischen den Laichakten aufgesucht werden, haben große Bedeutung.

Im Herbst sammeln sich Jungfische bei abnehmendem Wasserstand und zunehmender Sichttiefe in Strukturen mit entsprechendem Sichtschutz. Das sind z.B. eingetauchte Vegetation oder größere Totholzansammlungen in stagnierenden, mitteltiefen Bereichen von Seiten- oder Totarmen, die Schutz vor Räuber bieten.

Nahrungsquelle

Speziell das Totholz – als Sammelbegriff für Zweige, Äste und Stämme die im Fließgewässer mittransportiert bzw. abgelagert werden – besitzt wichtige Funktionen für das Fließgewässer-Ökosystem. Im Bereich von Totholzansammlungen gelangt beispielsweise **organisches Material** (Blätter, Nadeln etc.) **zur Ablagerung** und steht über einen gewissen Zeitraum als Nahrungsquelle für xylophage Organismen zur Verfügung. Neben Totholz ist auch Schwemmgut ein vernachlässigtes Element im ökologischen Haushalt der Fließgewässer. Mit dem **Schwemmgut** findet ein in Menge und Qualität spektakulärer Massentransport statt. **Samen und Pflanzenteile**, aber auch Heuschrecken, Spinnen, Schnecken und Kleinsäuger werden in großer Zahl und teils über lange Distanzen **mit dem Schwemmgut flussabwärts** getragen. Totholz und Schwemmgut im Gewässer sind somit kostengünstige und effiziente „ökologische Ingenieure“, die die biologische Vielfalt, die ökologische Vernetzung und den Austausch mit dem Grundwasser maßgeblich fördern.

3.3 Faktoren die zum Wildholzschaden führen

Damit es zu Wildholzschäden kommt müssen verschiedene Faktoren zusammenwirken (siehe Abb. 4).



Abbildung 4: Wildholzschäden können durch ein Zusammenwirken von vier verschiedenen Faktoren entstehen

Ob es dann tatsächlich zu einem Schaden kommt ist immer abhängig vom **Schadenspotential** eines Gebietes und den auftretenden Hochwasserabflüssen. Sind **potentielle oder direkte Gefahrenquellen** vorhanden aber keine **hydraulischen „Engstellen“** so kann auch kein Schaden entstehen. Desweiteren muss der **Abfluss** ausreichend **groß** sein um das Wildholz zu **mobilisieren**.

3.3.1 Potentielle Gefahrenquellen

Hangrutschungen

Verschiedene Gleitprozesse kündigen sich durch **Risse und Spalten im Boden** an. Durch Eindringen von Oberflächenwasser und Niederschlag kann es dann relativ rasch zu Rutschungen größerer Massen kommen.



Abbildung 5: Bodenrisse als Vorboten für Erosion und Hangbewegungen (FOTO: Lammeranner W., Anderschitz M.)

Sehr steile, ungesicherte Einhänge und Gräben sind generell höher rutschgefährdet als weniger steile. Verstärkt wirken Seiten- und Tiefenerosionen durch die Wildbachdynamik, da sich dadurch die **Übersteilung** fortsetzt.



Abbildung 6: Hohe Hangneigungen und geschwächte Bestände sind potentielle Wildholzquellen (FOTO: Anderschitz M.)

Durch **Schneedruck und Hangkriechbewegungen** kann es zu abnormen **Wuchsbildungen** kommen. Diese Zeigerfunktion kann zum **frühzeitigen Erkennen** von instabilen Hängen beitragen. Pflanzen reagieren immer auf Veränderungen ihres Standorts und bilden dementsprechend mehr **Zug- oder Druckholz** aus. Sie reagieren mit verstärktem Wurzelwachstum entgegen der Zugbelastung, sind aber dennoch in ihrer Standsicherheit beeinträchtigt und bruchgefährdet.



Abbildung 7: Säbelwuchs infolge von Schneedruck (links) und Hangkriechbewegungen (rechts)
(FOTO: Spinka S., Raschka M.)

Uferabbrüche und -erosion

Überall dort, wo **Bäche die Ufer untergraben** besteht die Gefahr, dass Bäume in den Bachlauf hineinstürzen.



Abbildung 8: Uferabbrüche am Trattenbach, Sbg (FOTO: Lammeranner W.)

Lokal **übersteile Standorte** im Abflussbereich und in den direkten Einhängen sind immer wieder **potentielle Eintragsquellen** für Geschiebe und Grünholz. Schrägstehende Bäume kündigen oft **Standortsicherheitsprobleme** verursacht durch Wind, Schnee oder Gleitvorgänge im Boden an.



Abbildung 9: Grünholzeintrag an einrutschgefährdeten Bereichen (FOTO: Hübl J.)

Windwurfgefährdete, kranke und gefährdete Bestände

Bestände die direkt in den Wildbacheinhängen oder indirekt über Gräben in den Abflussbereich gelangen können und bei denen **Krankheitsbilder**, **Vitalitätseinbußen** oder **Schäden** durch **Wind bzw. Schnee** auftreten.

Bäume, die direkt im Hochwasserabflussbereich wurzeln

Starre **flachwurzelnde Gehölze**, die direkt im Abflussbereich stehen, werden durch **hochwasserbedingte Erosion in den Wildbach eingetragen**, können aber oft nicht mitgerissen werden. Sie sind noch zu stark verankert oder liegen auf der gegenüberliegenden Seite auf. Im Laufe der Zeit kann dieses Holz durch **weitere seitliche Erosion** oder Verrottungsprozesse **transportbereit** gemacht werden und so **potentielles Schwemmholz** entstehen.



Abbildung 10: Holzbewuchs im direkten Abflussbereich (FOTO: Anderschitz M.)

3.3.2 Direkte Gefahrenquellen

Dazu gehören **abdriftbare Gegenstände**, die bereit zum Abtransport im Abflussbereich liegen oder in den unmittelbaren Einhängen und Verklausungen verursachen können:

- Geschlägerte Hölzer und Schlagabfälle
- Lawinen oder Windwurfholz
- Sonstige abflusshemmende Gegenstände

Vor allem **starkes, langes Holz aus Nutzungen** und/oder in den Bachlauf gestürzte Bäume können zu Verklausungen führen und Murenmaterial aufstauen, Ausbrüche in Form von **Murgängen** sind dann wahrscheinlich.



Abbildung 11: Abdriftbare Gegenstände im Abflussbereich können Verklausungen initiieren und müssen entfernt werden (FOTO: Holub M.).

Nach forstlichen Nutzungen oder Wegbauten bleibt oft **Holz, Wipfelstücke oder Astmaterial** im Bereich der Gerinne liegen. Bei Starkregenereignissen oder bereits bei leichten Erosionen können diese Gegenstände in den Wildbach gelangen und weitere **Verklausungspunkte** darstellen.



Abbildung 12: Größere Mengen von Schlagabfällen sind auch in Bezug auf die Waldhygiene zu räumen (FOTO: Anderschitz M.)

Auch ohne die Auswirkung forstlicher Nutzung kann Holz durch **Windwürfe oder Lawinen** in die Gerinne gelangen. Die Räumung kann sich schwierig und kostenintensiv gestalten. Liegen diese Bereiche in den Eintragszonen oder in Gräben die Verbindung zum Wildbach haben, ist die Wildholzgefahr groß.



Abbildung 13: Vor allem flachwurzelnde Baumarten sind windwurfgefährdet (FOTO: Lammeranner W., Rauch H.P.)

Geröllablagerungen und **große Felsblöcke**, die in den Bachlauf gestürzt sind, können das Abflussgeschehen ebenfalls negativ beeinflussen. Es kann eine **Erosion der Ufer** durch **Verwerfung des Baches**, eine **Verklauung durch Schwemmholz** oder generell eine Umleitung des Wassers in andere Flächen erfolgen.



Abbildung 14: Steinblöcke und Geröll als abflusshemmende Gegenstände (FOTO: Lammeranner W., Florineth F.)

3.3.3 Hydraulische Engstellen

Brücken, Durchlässe oder **andere Einbauten** oder Abschnitte an denen der **Abflussquerschnitt verkleinert** wird, sind potentielle hydraulische Schwachstellen für Verklauungen und Bachausbrüche. Diese sind vor allem im Ortsgebiet, Bereich des Schwemmkegels oder bei Wegquerungen zu beachten, wo der Bach durch Hindernisse in ein völlig neues Bett abgeleitet werden kann.

Brücken

Vor allem Fachwerk und Verbundbrücken, aber auch enge Abstände zwischen Pfeilern bzw. Widerlager, begünstigen durch ihre Bauform eine **schnelle Verklausung** und damit **Ausuferungen**.



Abbildung 15: Bachausbrüche am Tullbach Stmk (links), und am Kamp NÖ (rechts), (FOTO: WLV Bruck, Rauch H.P.)

Schutz- und Regulierungsbauten

Im Hochwasserfall werden Schutz- und Regulierungsbauwerke durch die **Kombination von Schwemmholz und Geschiebe** schnell verklaust und sollten daher nach jedem Ereignis kontrolliert und ggf. geräumt werden.



Abbildung 16: Verklausung durch Wildholz am Reiterbach, Maishofen Sbg (FOTO: Anker F.)

Wehranlagen

Wehranlagen sind im Hochwasserfall besonders anfällig für Verklausungen durch Schwemmholz. Um eine Betriebsstörung so gering wie möglich zu halten sollte das Schwemmholz bereits **bachaufwärts zurückgehalten** oder durch den **Einsatz eines Baggers** schnellst möglich entfernt werden.



Abbildung 17: Verklauung an Wehranlagen, Rosanna bei Strengen Tir (links), und Thörlbach Stmk (rechts), (FOTO: Hübl J., FF Böhler)

Abflussbehindernde Einbauten

Insbesondere **kleine Durchflussöffnungen** und **Rohre** werden bereits durch Schlagabfälle verstopft. Die dadurch bedingte Umleitung des Wassers in andere Flächen kann katastrophale Folgen haben (z.B.: Hangrutschungen od. Erosion).



Abbildung 18: Durchlässe als potentielle Gefahrenstellen (links), Erosion eines Forstweges aufgrund verstopfter Durchlässe (rechts) (FOTO: Holub M., Hübl J.)

3.3.4 Mobilisierung und Transport

Die Mobilisierung des Schwemmholzes wird einerseits durch **seine Abmessungen und Form** bestimmt, andererseits haben aber auch die hydraulischen Bedingungen und damit die **Gerinnegeometrie** einen maßgebenden Einfluss auf den Transport- und Ablagerungsvorgang. Prinzipiell kann Holz in einem Gerinne **rutschend, rollend, schwimmend** oder **schwebend** transportiert werden. Im Regelfall wird Schwemmholz jedoch schwimmend transportiert. In murfähigen Bächen (Bächen des Hochgebirges) wird Wildholz meist in einer Murenmatrix (Gemisch aus Wasser, Feststoff, Holz) befördert. Ausschlaggebend für die abgeschwemmte Holzmenge sind die Form des Gerinnequerschnittes und die Lage des Holzes im Bach oder am Ufer. Bei engeren Bachquerschnitten reicht ein geringerer Abfluss aus um Schwemmholz zu mobilisieren als bei großen Querschnitten. Es kann kein Transport stattfinden wenn mehr als **50% der Stammlänge** auf dem Land liegen oder wenn sich das Holz um **Auflager** („Ankerpunkte“ z.B.: Wurzelstock) auf dem Ufer dreht. Eine Besonderheit stellen die

Wurzelstöcke dar; durch ihre in alle Richtungen großen Abmessungen schwimmen sie nur bei sehr **hohen Abflüssen** und werden daher meist **rollend** transportiert. Als Bedingung für eine mögliche Mobilisierung des Holzes muss die **Abflusstiefe** mindestens die **Hälfte des Stammdurchmessers** erreichen damit die Schleppkräfte ausreichen.

Beim Transport findet eine **laufende Zerkleinerung** des Schwemmholzes statt. Grünholz das in ein Gerinne gerät wird nach kurzer Zeit entastet, geschält und in mehrere, je nach Gerinnedimensionen, kleine Teile zerbrochen.

Bei **rückläufigem Abfluss** und abnehmender Wassertiefe (**Abflusstiefe $\leq 0,5 * d - 1 * d$**) kann sich Schwemmholz in breiten Zonen des Gerinnes wie flachen Ufern, Vorländern oder Aufweitungen ablagern. In steilen Gerinnen und bei Engstellen kommt es meistens jedoch zu einer **Verklausung**. Ein einzelnes Holzstück bleibt irgendwo hängen und beginnt sich zu drehen bis es entweder loskommt oder an einer zweiten Stelle hängen bleibt. Dadurch werden weitere Holzstücke aufgehalten, die durch ihren Anprall das erste Stück entweder loslösen oder die Verklausung beginnen. Im Falle einer Verklausung wird der **Abflussquerschnitt verkleinert**, dadurch kommt es zu einem **Aufstau** und einer **Geschiebeablagerung** bachaufwärts und zu Erosion bachabwärts. Wenn die Verklausung während des Hochwassers bricht kann dies eine Schwallwelle oder einen Murgang auslösen.

4 RECHTSGRUNDLAGEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN DER WILDHOLZPRÄVENTION IN ÖSTERREICH

4.1 Rechtsgrundlagen der Wildholzprävention im Überblick

Die für die Wildholzprävention maßgeblichen Bestimmungen finden sich vor allem im

- **Forstgesetz (ForstG)**
- im **Wildbachverbauungsgesetz**
- in den **Ausführungsgesetzen der Länder zum Forstgesetz**
- sowie im **Wasserrechtsgesetz (WRG)**

Die rechtlichen Vorgaben, die sich für die Wildbachbegehung und die Wildbachräumung durch die Gemeinde ergeben, folgen aus dem Forstgesetz und den Ausführungsgesetzen der Länder zum Forstgesetz (Landesforstgesetze, LFG). Sie sollen hier in Kürze - ohne nähere juristische Details, daher auch ohne Anspruch auf Vollständigkeit - zusammengefasst dargestellt werden. Für weitere Informationen, insbesondere auch zum WRG wird auf die Langfassung dieser Studie verwiesen; hier soll der Hinweis genügen, dass auch nach dem WRG unter bestimmten Voraussetzungen Aufträge an Private, z.B. Grundeigentümer, mit Bescheid erteilt werden können. Dafür zuständig ist allerdings die Bezirksverwaltungsbehörde. Die Kompetenzen (das heißt Rechte und Pflichten) der Gemeinde zur Begehung und Räumung der Wildbäche sowie zur Erteilung von Räumungsaufträgen ergeben sich dagegen aus den forstrechtlichen Bestimmungen.

4.2 Rechtliche Vorgaben für die Wildbachbegehung und –räumung

Gemäß § 101 Abs 6 ForstG hat jede Gemeinde, durch deren Gebiet ein Wildbach fließt, diesen mindestens einmal jährlich zu begehen und die Beseitigung vorgefundener Übelstände sofort zu veranlassen. Der Bezirksverwaltungsbehörde ist über das Ergebnis der Begehungen, allfällige Veranlassungen und deren Erfolg zu berichten. Die nähere Regelung der Vorgangsweise (Wer muss bei der Begehung dabei sein? Wer muss die Räumung durchführen? Auf wessen Kosten wird die Räumung durchgeführt?) überlässt § 101 Abs 8 ForstG den Landesausführungsgesetzen. Alle Länder bis auf Oberösterreich haben von dieser Ermächtigung Gebrauch gemacht. Die rechtlichen Vorgaben für die **Wildbachbegehung** selbst unterscheiden sich dabei von Land zu Land im Ergebnis kaum. Anders dagegen die Regelungen, die bestimmen, wer zur **Räumung** verpflichtet ist bzw. von der Gemeinde verpflichtet werden kann: Sie folgen zwar den hier besprochenen Grundsätzen (siehe unten Punkt 4.2.6); um aber genau bestimmen zu können, ob bzw. welche anderen Personen als die Gemeinde („Dritte“) zur Räumung verpflichtet sind bzw. verpflichtet werden können, müssen

neben dem vorliegenden Leitfaden auch die entsprechenden Landesgesetze herangezogen werden.

4.2.1 Welche Gewässer sind zu begehen?

Zu begehen sind alle **Wildbäche samt Zuflüssen innerhalb der im Gemeindegebiet gelegenen Strecken**. Die **Einstufung eines Gewässers** als Wildbach ergibt sich zum einen aus dem Forstgesetz. Dieses definiert einen „**Wildbach**“ als ein „dauernd oder zeitweise fließendes Gewässer, das durch rasch eintretende und nur kurze Zeit dauernde Anschwellungen Feststoffe aus seinem Einzugsgebiet oder aus seinem Bachgebiet in gefährdendem Ausmaße entnimmt, diese mit sich führt und innerhalb oder außerhalb seines Bettes ablagert oder einem anderen Gewässer zuführt“. Welche Gewässer „Wildbäche“ sind, ergibt sich auch - soweit vorhanden - aus den **Verordnungen** der Landeshauptmänner, mit denen **Einzugsgebiete von Lawinen und Wildbächen** festgelegt werden und aus den Wildbach- und Lawinenkatastern, die die Dienststellen der Wildbach- und Lawinenverbauung führen.

4.2.2 Wer begeht?

Die Wildbachbegehung und das Veranlassen der Beseitigung von Übelständen sind als hoheitliche Aufgaben Angelegenheiten des **eigenen Wirkungsbereichs der Gemeinde**. Die Gemeinden haben diese Aufgaben daher frei von Weisungen im Rahmen der Gesetze des Bundes und des Landes, insbesondere also des ForstG und der Landesforstgesetze, zu besorgen. Sie unterliegen dabei der Gemeindeaufsicht, die sich insbesondere darauf erstreckt, dass die Gemeinden ihren eigenen Wirkungsbereich nicht überschreiten und dass sie die ihr obliegenden Aufgaben erfüllen.

Die Zuständigkeit innerhalb der Gemeinde richtet sich nach den Gemeindeordnungen der Länder, wobei im Allgemeinen der **Bürgermeister** in erster Instanz zuständig ist. Die Begehung der Wildbäche ist also unter der Leitung des Bürgermeisters bzw. durch eines oder mehrere durch ihn **beauftragte Hilfsorgane** (z.B. Gemeindearbeiter, beauftragtes Unternehmen) durchzuführen. Ist in den Landesausführungsgesetzen nichts näher bestimmt, ist der Bürgermeister in der Wahl etwaiger Hilfsorgane frei. Die Auswahlfreiheit des Bürgermeisters könnte durch allfällige Regelungen in den Gemeindeordnungen oder aber auch interne Aufgabenregelungen beschränkt sein. Das Handeln der Hilfsorgane ist der zuständigen Behörde (im Allgemeinen dem Bürgermeister) zuzurechnen.

Es ist nicht gesetzlich vorgesehen, dass die Begehung unter Mitwirkung eines Sachverständigen durchgeführt werden muss. Für die Erlassung von Räumungsbescheiden (und etwa auch bei der nach dem NÖ Landesforstgesetz gegebenen Rechtslage hinsichtlich der Auferlegung von Kosten von der Gemeinde selbst ausgeführten Räumungen) kann jedoch die Einholung von Sachverständigenbeweisen erforderlich sein.

Gemäß den **Landforstgesetzen** des **Burgenlandes** und der **Steiermark** sind bei der Begehung (Burgenland: „tunlichst“) **Organe des forsttechnischen Dienstes** der Bezirksverwaltungsbehörde beizuziehen. Gemäß der Tiroler Verordnung über die Dienstanweisung für Gemeindewaldaufseher ist die Begehung der Wildbäche sowie die

Meldung von Missständen im Abflussbereich Aufgabe des **Gemeindewaldaufsehers**. Die von der Gemeinde aufgetragene Beseitigung der Missstände hat er zu unterstützen.

Eine Begehung der Wildbäche durch Dritte, nicht entsprechend als Hilfsorgane beauftragte Personen, scheidet aus. Es handelt sich um eine Aufgabe der Hoheitsverwaltung, die der Gemeinde zurechenbar sein muss.

4.2.3 Wann findet die Begehung statt?

Die Begehung ist **jährlich mindestens einmal**, und zwar tunlichst im **Frühjahr nach der Schneeschmelze** durchzuführen. Der Bezirksverwaltungsbehörde ist dies mindestens zwei Wochen vorher anzuzeigen. Die Gemeinde hat Veranlassungen auf ihre Ausführung hin auch zu **kontrollieren**; das heißt die Wildbäche müssen in den relevanten Bereichen noch einmal begangen werden.

Es besteht nach dem Forstgesetz für die Gemeinde wohl auch eine Pflicht, die Wildbäche **darüber hinaus** - etwa **nach heftigeren Stürmen** oder **sonstigen Naturkatastrophen** - zu begehen, da das Gesetz die Begehung „mindestens“ einmal im Jahr anordnet.

Die Ausführungsgesetze von Kärnten und Salzburg sehen für den Fall, dass ein Wildbach das **Gebiet zweier oder mehrerer Gemeinden** durchfließt vor, dass die Bezirksverwaltungsbehörde unter Bedachtnahme auf die Zweckmäßigkeit und den größtmöglichen Erfolg die Reihenfolge der Arbeiten zur Beseitigung der vorgefundenen Übelstände erforderlichenfalls zu bestimmen hat. In Kärnten ist darüber hinaus die Zuständigkeit des Landeshauptmannes zu dieser Entscheidung in Fällen vorgesehen, in denen ein Wildbach das Gebiet zweier oder mehrerer Bezirksverwaltungsbehörden durchfließt.

4.2.4 Welcher Bereich ist zu begehen?

Nach dem Wortlaut des ForstG sind **Wildbäche samt ihren Zuflüssen innerhalb und außerhalb des Waldes** zu begehen. Die Regelung erfasst zweifellos auch die **angrenzenden Uferböschungen**, nicht aber das **weitere Einzugsgebiet** der Wildbäche. Zur Begehung bergwärts anschließender Einhänge, zum Wildbach führender Gräben und deren Einhänge besteht daher keine Verpflichtung. Von der Begehungspflicht umfasst sind freilich auch vegetationslose Bereiche über der Waldgrenze. Die Bestimmungen des ForstG, die die Wildbäche betreffenden, gelten nämlich auch für Gebiete ohne Waldcharakter. Dies macht auch im Hinblick auf andere Einträge als Wildholz (z.B. Geröll im Bachbett) durchaus Sinn.

4.2.5 Worüber ist die Bezirksverwaltungsbehörde nach der Begehung zu informieren?

„Über das Ergebnis der Begehung, über allfällige Veranlassungen und über deren Erfolg hat die Gemeinde der Behörde zu berichten“ (101 Abs 6 ForstG). Insbesondere sollte sie die Bezirksverwaltungsbehörde über folgende Umstände informieren, da diese schließlich gemäß den Bestimmungen des ForstG und des WRG zu Vorbeugungsmaßnahmen in Wildbacheinzugsgebieten zuständig ist:

- den **Hochwasserabfluss gefährdende Bewachsung**: einzelne Bäume, Baumgruppen, Gestrüpp,

- **Ablagerungen:** Schlagabfälle, Holzlagerungen, Felsblöcke, Schutt, Abfallablagerungen (Müll),
- **Uferschäden**, insbesondere soweit dadurch der Hochwasserabfluss behindert werden könnte,
- **Aufträge, die** an verpflichtete Dritte (siehe unten Punkt 4.2.6) **erteilt wurden**,
- **ob bzw. inwieweit** die **Aufträge** schon **befolgt** wurden,
- ob **Räumungsarbeiten durch die Gemeinde** selbst durchgeführt werden (Gefahr im Verzug bzw. kein Verpflichteter festzustellen oder keine gesetzliche Grundlage für die Verpflichtung Dritter gegeben); inwieweit die Gemeinde ihrer eigenen Pflicht zur Räumung schon nachgekommen ist,
- **Bringungen**, die im Wildbacheinzugsgebiet vorgenommen werden und durch die eine **Verschlechterung des Zustandes des Wildbacheinzugsgebietes** droht,
- **Schäden an Regulierungsbauten** und sonstigen Bauten (Brücken etc.).

4.2.6 **Wen trifft die Räumungspflicht?**

§ 101 Abs 6 ForstG bestimmt, dass die Gemeinde die Beseitigung vorgefundener Übelstände zu „veranlassen“ hat und überträgt damit **grundsätzlich** die Pflicht zur Wildbachräumung bzw. Beseitigung von Übelständen der **Gemeinde selbst**.

Räumungsaufträge an „Dritte“

Nur dann, wenn Bestimmungen des **Forstgesetzes** bzw. der **Landesforstgesetze anderen Personen**, wie dem **Waldeigentümer, Schlag- oder Bringungsunternehmern** etc. entsprechende **Räumungs- und Beseitigungspflichten** auferlegen, tritt die Pflicht der Gemeinde insoweit zurück und kann die Gemeinde, auf Grundlage dieser Vorschriften, den Verpflichteten (juristisch gesprochen: „Dritten“) **Räumungs- und Beseitigungsaufträge mit Bescheid** (allenfalls auch Mandatsbescheid) erteilen. Die Bestimmung des § 101 Abs 6 ForstG alleine ermächtigt die Gemeindeorgane nämlich noch nicht, solche Bescheide zu erlassen.

Forstgesetzliche Grundlage für Räumungsbescheide, die von der Gemeinde erlassen werden können, sind insbesondere die Bestimmungen über die **Bringungen** bzw. im Zusammenhang mit Bringungsanlagen. Hat ein Bringungsunternehmer im Zuge der Bringung oder der Errichtung von Bringungsanlagen Übelstände (Wildholz) in Wildbächen verursacht, so kann ihm oder dem Waldeigentümer (bzw. dem Nutzungsberechtigten des Waldes, wenn es so jemanden gibt) die Räumung mit Bescheid aufgetragen werden (§ 58 Abs 4 und 5, § 60 Abs 3 ForstG).

Weiter – wenn auch von Land zu Land im Einzelnen unterschiedlich – gehen die Möglichkeiten, Räumungs- und Beseitigungsaufträge auf Grundlage der **Landesforstgesetze** zu erteilen. Sie leiten sich aus verschiedenen Ge- und Verboten ab: So z.B. aus dem Gebot, durch die **Lagerung von Holz etc.**, den Hochwasserabfluss des Wildbaches nicht zu beeinträchtigen bzw. bei **Fällungen** dafür vorzusorgen, dass durch **Abrutschen von Holz oder Schlagabfällen** eine solche Beeinträchtigung nicht entsteht, weiters aus der Pflicht bei Fällungen auf

Wildbacheinhängen **Schlagflächen** sofort zu **räumen**, bei Fällungen und **Bringungen** den Hochwasserabflussbereich eines Wildbaches freizuhalten bzw. darin hinein gelangtes **Holz etc.** zu **räumen** oder auch nicht wegschaffbares Holz zu zerkleinern oder zu verbrennen sowie aus dem Gebot, aus einem Wald **auch ohne Zusammenhang mit einer Holznutzung herrührendes Holz**, das in das Bett eines Wildbaches oder in dessen Hochwasserbereich gelangt ist, zu beseitigen.

Grob vereinfacht kann gesagt werden: Nach den Landesforstgesetzen gilt im Allgemeinen, dass **jemand, der** gegen die darin festgelegten (**Vorsorge-**) **Pflichten verstoßen** hat bzw. durch sein Verhalten als „**Verursacher**“ einen im Gesetz umschriebenen Übelstand (Holzablagerungen, Verklausungen) bewirkt hat, auch zur **Räumung mit Bescheid beauftragt werden kann**. Im Einzelfall muss freilich jeweils eine konkrete Bestimmung des entsprechenden Landesforstgesetzes herangezogen werden. Zuständig für solche Bescheide ist in aller Regel die **Gemeinde** (vereinzelt, wie nach § 4 Abs 4 und § 5 Abs 3 Kärnten LFG oder 9 Abs 2 Salzburg LFG, auch die Bezirksverwaltungsbehörde).

Räumungspflicht der Gemeinde

Finden sich im Forstgesetz bzw. in den Landesforstgesetzen **keine gesetzlichen Verpflichtungen Dritter**, die eine „Überwälzung“ der Räumungspflicht auf diese ermöglichen, **bleibt** es bei der von § 101 Abs 6 ForstG vorgesehenen **Räumungs- bzw. Beseitigungspflicht der Gemeinde**. Im Allgemeinen ist die Gemeinde daher insbesondere dann zur Räumung selbst verpflichtet, wenn die Verursachung des Übelstands niemandem zugerechnet werden kann. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sie alleine auf Naturereignisse (Lawinen, Unwetter, Felsstürze etc.) zurückzuführen ist.

Außerdem gilt Folgendes: Duldet die Räumung keinen weiteren Aufschub, weil die Übelstände (Verklausungen) nicht bloß eine mögliche zukünftige, sondern eine konkrete und aktuelle Gefahr darstellen (**Gefahr im Verzug!**), dann hat die **Gemeinde** die Räumung jedenfalls selbst raschestmöglich durchzuführen. Der Bezirksverwaltungsbehörde ist dies dann unter Angabe des Verursachers mitzuteilen. Auch wenn bei der Begehung festgestellt wird, dass es zwar einen **Verursacher** gibt, dieser aber **nicht aufgefunden** oder aufgegriffen werden kann, muss die Gemeinde schließlich selbst die Räumung vornehmen und darf nicht einfach zuwarten, bis sich der Verursacher findet. Das darf sie in dem Fall auch dann nicht, wenn nicht Gefahr im Verzug ist. In beiden Fällen steht der Gemeinde für die Räumung aber, soweit dies das Gesetz vorsieht, ein **Kostenersatz** gegen den Verursacher zu.

Das NÖ Landesforstgesetz scheint schließlich überhaupt davon auszugehen, dass **primär** die Gemeinde zur Räumung verpflichtet ist, freilich aber die Räumungskosten auf den Verursacher überwälzen kann. Die Gemeinden in NÖ müssen die Wildbäche also immer selbst räumen und dies ihren Bezirksverwaltungsbehörden unter Angabe der Verursacher – wenn es welche gibt – mitteilen.

Welche „Dritte“ sind nach dem Gesetz zur Räumung verpflichtet bzw. können mit Bescheid von der Gemeinde verpflichtet werden (Verpflichtete – Verursacher)?

Für diese Frage ist in erster Linie der Wortlaut der Gesetze (ForstG, Landesforstgesetze) ausschlaggebend. Soweit das Gesetz bestimmten Personen entsprechende Pflichten aufträgt, handelt es sich um „Dritte“, die zur Räumung von der Gemeinde mit Bescheid beauftragt

werden können, wenn sie die vom Gesetz festgelegten Pflichten nicht ordnungsgemäß einhalten und dadurch Übelstände in einem Wildbach entstehen. So tragen das ForstG und die Landesforstgesetze entsprechende Pflichten etwa folgenden Personen auf:

- **Waldeigentümern** (z.B. §§ 58 ForstG, 19 Burgenland LFG, 5 Kärnten LFG, 19 NÖ LFG, 9 Salzburg LFG, 54 Tirol LFG, 25 Vorarlberg LFG)
- **Eigentümern gelagerter Gegenstände** (z.B. §§ 5 Kärnten LFG)
- **Schlagunternehmern** (z.B. §§ 19 Burgenland LFG, 5 Kärnten LFG, 20 NÖ LFG, 9 Salzburg LFG, 57 Tirol LFG, 25 Vorarlberg LFG)
- **Bringungsunternehmern** (z.B. §§ 58 ForstG, 5 Kärnten LFG, 9 Salzburg LFG)
- **Triftunternehmern** (z.B. § 5 Kärnten LFG)
- **Fruchtnießern** (z.B. § 19 Burgenland LFG)
- **Fällungs-Berechtigten gemäß § 87 Abs 1 und 2 ForstG** (z.B. §§ 19 Burgenland LFG, 20 NÖ LFG)
- **Käufern des Holzes am Stock** (z.B. §§ 19 Burgenland LFG, 20 NÖ LFG)

Wird im Gesetz vom „**Verpflichteten**“ gesprochen, so ist dieser nach der Logik der entsprechenden Vorschriften zu bestimmen: Wenn also etwa nach § 6 Abs 4 Kärnten LFG bei Gefahr im Verzug die Räumung „auf Kosten des Verpflichteten“ zu erfolgen hat und zuvor in § 5 Abs 3 Kärnten LFG bestimmt wird, dass jeder „Waldeigentümer“ verpflichtet ist, auch das nicht aus einer Holznutzung herrührende, jedoch aus seinem Wald stammende Holz aus Bett und Hochwasserbereich eines Wildbaches zu entfernen, dann sind allfällige Räumungskosten dem Waldeigentümer vorzuschreiben. Treffen dagegen – wie in § 5 Abs 1 Kärnten LFG - Räumungspflichten sowohl „Waldbesitzer“, als auch „Schlag- oder Bringungsunternehmer“ sowie „Ersteher des Holzes“ zur ungeteilten Hand, dann gelten alle diese Personen gleichermaßen als „Verpflichtete“ und können von der Behörde nach ihrem Ermessen zum Kostenersatz herangezogen werden.

Teilweise ist im Gesetz (vgl. § 17 Abs 3 Stmk LFG) davon die Rede, dass der „**Verursacher**“ zur Räumung verpflichtet ist bzw. verpflichtet werden kann. Als „Verursacher“ ist dann grundsätzlich derjenige anzusehen, dessen Verhalten z.B. für Holzablagerungen im Wildbachbett eben kausal (ursächlich) war. **Auf ein allfälliges „Verschulden“** - das heißt darauf, ob dem Verursacher im Zusammenhang mit den Übelständen etwas vorgeworfen werden kann - **kommt es dabei nicht an**. Auch ist **bedeutungslos**, ob der Verursacher **Eigentümer des Grundstücks** ist oder war, auf dem die Übertretung des Gesetzes erfolgt ist. Ebenso wenig kann ein Waldeigentümer schon dann als Verursacher angesehen werden, wenn er den durch eine andere Person verursachten gesetzwidrigen Zustand bloß passiv aufrechterhält.

Als Verursacher kommt **auch der mittelbare Verursacher** in Betracht. Verursacher im Zusammenhang mit den für die Wildbachräumung einschlägigen Normen kann also nicht nur der unmittelbare Verursacher (z.B. der Schlagunternehmer), sondern auch der Mitverursacher, z.B. der **Waldeigentümer** oder Nutzungsberechtigte **als Auftraggeber**, sein.

Ist ein Übelstand durch **mehrere Verursacher** bewirkt worden, lässt sich aber deren Anteil nicht bestimmen, hat die Behörde ein bestimmtes Ermessen in der Auswahl desjenigen, den sie dann mit Bescheid zur Räumung verpflichtet. Als Gesichtspunkte für die Handhabung dieses Ermessens bieten sich - ohne Anspruch auf Vollständigkeit – u.a. an: Möglichst einfaches und endgültiges Erreichen des erwünschten Erfolgs, örtliche Schadensnähe, persönliche und sachliche Leistungsfähigkeit, Ausmaß des Verschuldens, Umfang der rechtlichen und tatsächlichen Einwirkungsmöglichkeit, Grad von Nachteilen für die Maßnahmeadressaten, zeitliche Priorität, Verhältnismäßigkeitsgrundsatz usw. Auch eine anteilmäßige Inanspruchnahme mehrerer Verursacher kommt in Betracht.

4.2.7 Haftet die Gemeinde?

Im Zusammenhang mit den den Gemeinden gesetzlich überantworteten Aufgaben der Wildholzprävention kann sich die Frage einer Haftung der Gemeinde nach dem **Amtshaftungsgesetz (AHG)** stellen. Voraussetzung für einen Anspruch nach dem AHG ist dabei ganz allgemein, dass dem Geschädigten ein Schaden durch Organe der staatlichen Verwaltung in Vollziehung der Gesetze durch ein rechtswidriges Verhalten schuldhaft zugefügt wurde.

In Bezug auf die Wildholzprävention ist an **zwei Fallgruppen von Schäden** zu denken, bei denen ein Amtshaftungsanspruch in Frage kommt, nämlich:

- **Schäden**, die **durch die Vernachlässigung von Pflichten der Gemeinde** verursacht, oder zumindest begünstigt wurden (**Amtshaftung wegen unterbliebener Gefahrenabwehr**) und
- **Schäden**, die **durch Gemeindeorgane bei der Begehung oder der Räumung** von Wildbächen entstanden sind.

Im ersten Fall löst eine **Unterlassung**, im zweiten Fall ein **aktives Tun** von Gemeindeorganen bei Vorliegen der genannten Voraussetzungen einen Amtshaftungsanspruch des Geschädigten aus. Zu beachten ist, dass für Schäden beider Fallgruppen die **Gemeinde** nach dem Amtshaftungsgesetz (AHG) haftet. Der Geschädigte hat also **keinen Anspruch gegenüber dem (Hilfs-)organ** der Gemeinde, das den Schaden verursacht hat.

Amtshaftung wegen unterbliebener Gefahrenabwehr

Der Schadenersatzanspruch eines Geschädigten nach dem AHG setzt voraus, dass ihm der Schaden durch ein Organ **in Vollziehung der Gesetze rechtswidrig und schuldhaft** zugefügt wurde, die Handlung des Organs also auch kausal für den Schadenseintritt war.

Die **Rechtswidrigkeit** ergibt sich im Bereich des Amtshaftungsrechts vor allem aus einem Verstoß gegen Gebote bzw. Verbote der Rechtsordnung. Erfasst ist damit nach herrschender Ansicht die Verletzung aller öffentlich- und privatrechtlichen Vorschriften, die den Schutz von Rechtsgütern bezwecken.

Sowohl die **Unterlassung einer Begehung oder notwendigen Räumung**, als auch eine **pflichtwidrige Unterlassung der Erteilung** entsprechender **forstpolizeilicher Aufträge** gegenüber anderen Personen **lösen eine Haftung** der Gemeinde für daraus resultierende Schäden **aus**. Die Gesetzesbestimmungen zielen auf den **Schutz vor Personen- und**

Sachschäden im Hochwasserabflussgebiet ab, die durch Verheerungen entstehen, die auf mangelnde Wildbachpflege – etwa die Entstehung von Verklausungen – zurückzuführen sind. Nur für diese durch eine Unterlassung verursachten Schäden haftet die Gemeinde, da nach den allgemeinen Regeln des bürgerlichen Rechts der **Schaden auch vom Schutzzweck der Norm erfasst** sein muss (Rechtswidrigkeitszusammenhang).

Auch die **Unterlassung der Kontrolle**, ob die von der Gemeinde erteilten forstpolizeilichen **Aufträge Bescheid gemäß ausgeführt** wurden, begründet einen Amtshaftungsanspruch.

Grundsätzlich hat der Geschädigte den Nachweis zu erbringen, dass das Unterlassen behördlicher Maßnahmen für den Schadenseintritt **kausal** (das heißt: ursächlich) gewesen ist. Insbesondere bei Unterlassungen sind an den Kausalitätsbeweis keine allzu hohen Anforderungen zu stellen. Es genügt der **Nachweis einer gesteigerten Wahrscheinlichkeit** dafür, dass der Schadenseintritt bei pflichtgemäßem Tun verhindert worden wäre.

Schädigungen, die durch die Verletzung von Pflichten nach § 101 Abs 6 ForstG und den entsprechenden Bestimmungen der Ausführungsgesetze entstehen, werden dem Geschädigten jedenfalls **in Vollziehung der Gesetze** zugefügt. Bei der Erfüllung dieser Pflichten handelt es sich nämlich um Aufgaben der Gemeinde, die in den Bereich der Hoheitsverwaltung fallen.

Der Schaden muss weiters **schuldhaft** zugefügt worden sein. Mangels näherer Bestimmungen im AHG gelten die Verschuldensregeln des ABGB. Ein **Verschulden** der Gemeindeorgane (bzw. ihrer Hilfsorgane) wird bei Pflichtverletzungen nach den einschlägigen Bestimmungen des ForstG oder der Ausführungsgesetze angenommen, da es sich um die Nichterfüllung von Rechtspflichten handelt. Wenn die Gemeindeorgane (Hilfsorgane) keine Schuld an den Schädigungen trifft, muss dies also die Gemeinde beweisen. Auch Organisationsmängel können Verschulden begründen (**Organisationsverschulden**). So haben die für die innere Organisation zuständigen vorgesetzten Organe für eine ausreichende Ausstattung der nachgeordneten Dienststellen mit Personal- und Sachmitteln zu sorgen. Erleichtert wird die Geltendmachung eines Anspruchs nach dem AHG dadurch, dass ein bestimmtes Organ nicht genannt werden muss. Es genügt der Beweis, dass der Schaden nur durch die Rechtsverletzung eines Organs des beklagten Rechtsträgers entstanden sein konnte.

Amtshaftung bei Schäden durch Wildbachbegehung und Räumung

Entstehen **Schäden** bei der Wildbachbegehung oder Wildbachräumung **durch Gemeindeorgane (Hilfsorgane)**, so haftet die Gemeinde dem Geschädigten für diese ebenso nach dem AHG. Auch für **Schäden**, die bei der Räumung **durch Dritte**, von der Gemeinde **beauftragte Personen**, zur Erfüllung der Räumungspflicht der Gemeinde entstehen, haftet die Gemeinde nach dem AHG. Die Bestellung eines Organs kann nämlich auch durch einen privatrechtlichen Vertrag (Dienstvertrag, Werkvertrag) erfolgen, wenn dem Privaten die Besorgung hoheitlicher Aufgaben übertragen wird.

Regress

Hat die Gemeinde dem Geschädigten den Schaden ersetzt, so kann sie vom (Hilfs-)organ **Rückersatz** fordern. Dies gilt sowohl für Schäden, die ein Hilfs-(organ) bei der Begehung oder der Räumung eines Wildbaches verursacht hat, als auch für solche, die entstanden sind, weil das Organ den Zustand des Wildbaches schuldhaft falsch eingeschätzt hat und deshalb, entgegen der Pflichten der Gemeinde, die Räumung nicht veranlasst wurde. Ein

Regressanspruch gegen das Organ besteht allerdings nur dann, wenn dieses **vorsätzlich oder grob fahrlässig** (das heißt: grob sorgfaltswidrig) gehandelt hat. Im Falle grober Fahrlässigkeit kann das Gericht aus Gründen der Billigkeit den Rückersatz mäßigen.

4.3 Ziviles Nachbarrecht

Neben öffentlich-rechtlichen Pflichten und entsprechenden forst- oder wasserpolizeilichen Aufträgen durch die Behörde sind **Ansprüche zwischen den einzelnen benachbarten Grundeigentümern** denkbar, die von der Gemeinde in ihrer Eigenschaft als Grundeigentümerin geltend gemacht werden können bzw. sie treffen können. Diese Ansprüche sind im gerichtlichen Verfahren durchzusetzen. Die Rechtslage des zivilen Nachbarrechts (§ 364 ABGB) kann in aller Kürze so skizziert werden:

Für die Grundeigentümer besteht **keine** Verpflichtung **zur Beseitigung eines** auf ihren Grundstücken **natürlich entstandenen Hemmnisses** des Wasserflusses. Ausgangspunkt der Lösung der nachbarrechtlichen Konfliktsituation ist nämlich stets der natürliche (unregulierte) Zustand eines Gewässers. Die mit dem von der Natur vorgesehenen Wasserlauf verbundenen Nachteile treffen grundsätzlich jenen, in dessen Vermögen sie sich ereignen.

Dieser Grundsatz erfährt aber Ausnahmen durch gesetzliche Bestimmungen. Es bestehen zahlreiche Vorschriften, kraft deren ein Grundeigentümer seinen Besitz nur auf solche Art benützen darf, dass andere gegen Naturereignisse geschützt werden. Hierzu gehören wohl auch die Bestimmungen des ForstG über die Bringung und die einschlägigen Bestimmungen der Ausführungsgesetze der Länder.

Werden **beim Oberlieger** etwa **durch Bringung, Lagerung von Gegenständen im Hochwasserabflussbereich** eines Wildbachs oder **Zurückbleiben von Holzmaterial** nach Holznutzungen **Hemmnisse des Wasserflusses** direkt oder auch nur indirekt verursacht, die nicht unbedeutende Auswirkungen auf den Wasserfluss des Wildbaches beim Unterlieger haben, steht dem **Unterlieger** ein **Anspruch** gegen den Oberlieger **auf Wiederherstellung der vorherigen (natürlichen) Verhältnisse des Wasserlaufs** zu. Einen Unterlassungsanspruch gegen Handlungen des Oberliegert hat der Unterlieger auch, wenn diese zwar noch keine Auswirkungen auf den Wasserlauf haben, aber dazu eine konkrete Gefahr besteht. Neben diesen verschuldensunabhängigen Ansprüchen kann der Nachbar Ersatz des ihm zugefügten Schadens verlangen, wenn den Störer ein Verschulden trifft.

Nachbarrechtliche Ansprüche sind **ausgeschlossen**, wenn es sich um **Elementarereignisse** handelt, die ohne menschliches Zutun eintreten. Ob die hier zu beurteilenden Regenfälle jeweils beziehungsweise insgesamt als Elementarereignis zu werten sind, ist eine **Frage des Einzelfalls** und nicht verallgemeinerungsfähig. Gewittrige Regenschauer, die alle zwei Jahre beziehungsweise dreimal in zehn Jahren zu erwarten sind, sind keineswegs außergewöhnliche Ereignisse. Auch **Niederschläge**, die **statistisch einmal in zehn Jahren** stattfinden, können durchaus **nicht** als **Elementarereignis**, dessen Folgen nicht abgewendet werden können, gewertet werden. **Anspruchsberechtigt** ist der **Eigentümer** der beeinträchtigten Liegenschaft, aber auch der dinglich berechnete Rechtsbesitzer. Der Anspruch besteht gegen den Eigentümer des Grundes, der die Störung herbeiführt oder sie duldet, obwohl er in der Lage gewesen wäre, sie zu verhindern; aber auch gegen einen dritten Verursacher, der den Grund für seine Zwecke benützt.

5 MASSNAHMEN GEGEN DIE WILDHOLZENTSTEHUNG

5.1 Einleitung

Wildbachbegehungen (Vorgaben siehe Punkt 4) sind ein unerlässlicher Schritt bei der **Beurteilung, Abschätzung und Minimierung des Wildholzrisikos**. Das Hauptaugenmerk wurde in der Vergangenheit vorwiegend nur auf die Freihaltung des Bachbettes, die Entfernung von Holzablagerungen und Abfall, sowie auf die Rodung von Baumbeständen im Abflussbereich gelegt. Für einen effektiveren Schutz muss vor allem die **präventive Erkennung** von möglichen **Gefahrenquellen** (siehe Punkt 3.3) verbessert werden.

Die richtige geologische Einschätzung eines Gebietes sowie die daraus richtig zu interpretierenden Gegenmaßnahmen sind ein wichtiger Ansatz bei der Optimierung. **Potentielle Rutschhänge, erosionsgefährdete Einhänge und Ufer** müssen rechtzeitig als **Gefahrenherde** erkannt werden. Im Folgenden wird kurz ein Überblick über die verschiedenen Maßnahmen und die Bereiche ihrer Wirksamkeit gegeben.

Zur direkten Sicherung erodierter Uferböschungen, instabiler Hänge sowie zur Runsen- und Grabensicherung eignen sich **ingenieurbioologische Methoden**. Dabei werden vor allem **Pionierarten** eingesetzt, die als Bodenvorbereiter für später nachfolgende Gesellschaften fungieren oder gleich in eine forstliche Bewirtschaftungsform überführt werden können. Sie stehen somit am Prozessbeginn waldbaulicher Entscheidungen.

Forstliche Maßnahmen gegen die Wildholzentstehung betreffen in erster Linie **Bewirtschaftungsform, Baumartenwahl und Bestandesaufbau des Schutzwaldes**. Sie sind flächenbezogen und die Eingriffe bzw. deren Auswirkungen sind in größeren Zeiträumen zu sehen.

Technische Maßnahmen wie schadlose **Weiterleitung oder Retention von Schwemmh Holz** unterstützen die forstlichen und ingenieurbioologischen Möglichkeiten und sind ein wichtiger Teil in dem Wildholz Wirkungskomplex.

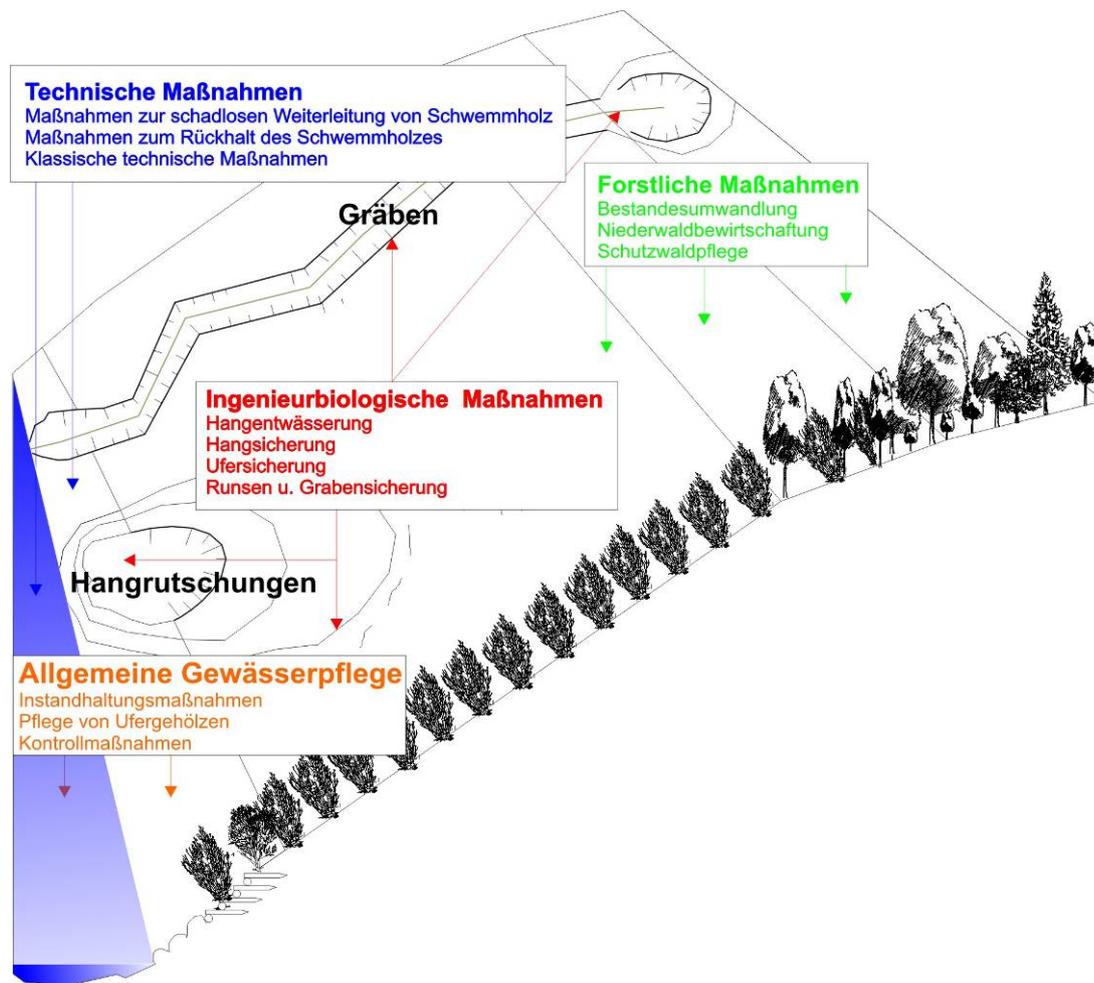


Abbildung 19: Technische-, ingenieurbioologische- und waldbauliche Maßnahmen und deren Wirkungsbereiche

5.2 Gewässerpflege im Allgemeinen

Der Pflege- und Instandhaltungsbedarf ergibt sich aus dem Unterschied zwischen dem **aktuellen Zustand** des Gewässers und dem sogenannten **Zielzustand**. Dies ist jener Zustand eines Gewässers oder Gewässerabschnittes einschließlich des gewässerbezogenen Umlandes, der durch **bestmöglichen Einsatz von wasserbaulichen Maßnahmen** erreichbar ist. Die rechtliche Basis ist durch die Instandhaltungspflicht (nach WRG §47 und §50) gegeben.

Maßnahmen der Gewässerpflege und Instandhaltung dienen der **(Aufrecht-) Erhaltung, Gestaltung und Entwicklung des Gewässers**, seiner Ufer und seiner Hochwasserabflussgebiete.

Unter Gewässerinstandhaltung ist zu verstehen:

- die Erhaltung eines bestimmten Abflussquerschnittes
- die lokale Stabilisierung einer festgelegten Uferlinie
- die Instandhaltung von Bauwerken und Anlagen, die der Laufstabilisierung oder dem Hochwasserschutz dienen (ingenieurbioologische Bautypen)

Zur Gewässerpflege zählen:

- Regelmäßige Pflege der Ufervegetation (auf den Stock setzen der Ufergehölze ab ca. 4 cm Stammdurchmesser)
- Freihalten, Reinigen und Räumen des Gewässerbettes von Krautbewuchs
- Böschungsmahd abschnittsweise zur Erhaltung einer geschlossenen Grasnarbe
- Entfernen von Abfällen und Schutt
- Entfernen von Wildholz und Treibgut
- Aufarbeitung von transportbarem Wildholz aus vorhergehenden Ereignissen

Die **Erhaltungspflege** ist erforderlich, damit die Ufergehölze dauerhaft ihre Funktion erfüllen können. Diese Pflegemaßnahmen orientieren sich an den Zielen der Gewässerpflege. Darauf zu achten ist, dass **artenreiche, ungleichaltrige mehrschichtige Pflanzenbestände** und keine Monokulturen entstehen. Pflanzenbestände im unmittelbaren Abflussbereich müssen **überströmbar und elastisch** bleiben, damit es weder zu Schäden an den Böschungen oder an Gehölzen, die durch Bruch zu Verklausungen als Wildholz führen, noch zur starken Einschränkung der Fließgeschwindigkeit und des Abflussvermögens kommt. **Potentiell Schwemmholz** wie in den Wildbach gestürzte Bäume oder Stammteile sind **aufzuarbeiten und zu räumen**.

Je weniger Platz dem Gewässer zur Verfügung steht desto **kürzer sind die Zeitabstände**, in denen die Pflegemaßnahmen durchgeführt werden müssen. Ufergehölze sind je nach Stärke und Biegeverhalten auf den Stock zu setzen. Dies muss in der Vegetationsruhe, mit einem glatten schrägen Schnitt so nahe wie möglich (5-10 cm) über der Bodenoberfläche erfolgen. Diese Verjüngung kann als streckenweiser Kahlschlag (30-50 m) oder als Einzelstammentnahme durchgeführt werden, um den gesamten Abschnitt gleichmäßig wieder aufwachsen zu lassen.

Die **Durchbiegung** von lebenden Gehölzen nimmt ab einem **Durchmesser von 4cm stark ab**, was bedeutet, dass ab dieser Holzstärke bereits ein **Stockschnitt** erfolgen sollte. Sträucher und strauchförmige Weiden wie etwa die Purpurweide, Korbweide, Schwarzweide oder Mandelweide erreichen diesen Durchmesser je nach Standort erst nach 10-12 Jahren. Bäume und baumförmige Weiden wie die Silberweide, Fahlweide, Lorbeerweide oder Reifweide bereits nach 4-5 Jahren. Durch **die Entnahme von starken Einzelstämmen** kann die **Elastizität** der bestehenden Ufervegetation **länger erhalten** werden. Dies bewirkt eine Unterdrückung der auf den Stock gesetzten Bäume und Sträucher durch die Beschattung von Seiten der umliegenden Gehölze und damit eine Selektion der Ufervegetation, die auch gewünscht sein kann.

Pflege von Ufergehölzen

- Abschnittsweise Stockschnitte
- Entfernen von einzelnen starren, bruchgefährdeten Bäumen
- Entfernen von kranken Bäumen und Totholz

Durch die Entnahme von starken Einzelstämmen kann die **Elastizität** der bestehenden Ufervegetation **länger erhalten** werden.



Abbildung 20: Stockschnitt der Ufergehölze erfolgt ebenso abschnittsweise (FOTO: Florineth F.)

5.3 Forstliche Maßnahmen

Unter forstlichen Maßnahmen wird grundsätzlich das **flächenweise Vorgehen** in Wildbacheinzugsgebieten verstanden. In diesem Projekt betreffen sie in erster Linie die **Überführung** von nicht geeigneten **instabilen Beständen in stabile geschlossene Mischwaldgesellschaften**.

5.3.1 Zielformulierung

In den **unmittelbaren Bacheinhängen** ist eine differenzierte und intensive Waldbewirtschaftung notwendig. Beispielsweise bieten **Jungholz-Dauergesellschaften** eine Möglichkeit, einerseits eine hohe **Wasser Pumpwirkung** zu erzielen und der **Erosion vorzubeugen**, und andererseits das Risiko der Wildholzproblematik und das **Verkläusungspotential gering** zu halten. Wenn durch dynamische Prozesse im Wildbach etwa an Prallhängen, Erosionen auftreten und somit Jungholz ins Gewässer gelangt, hat dieses ein erheblich **geringeres Schadenspotential** als große Stammdimensionen.

Eine mögliche Form kann eine **Niederwaldbewirtschaftung mit temporärem Stockschnitt** der Gehölze sein. Die Regeneration erfolgte dann aus den im Boden verbliebenen Wurzelstöcken und Stümpfen (Stockausschlag), teilweise auch aus Wurzelbrut.

Die **Bewirtschaftung** von Grabeneinhängen muss aber **gezielt und standortgerecht** erfolgen, Schlägerungen ganzer Grabeneinhänge vom Schwemmkegelhals bis zur Waldgrenze unter dem Titel „Hangentlastung“ bzw. „Reduzierung des Wildholzpotentials“ sollten der Vergangenheit angehören. Besonders das Instrument der „**Hangentlastungen**“ **sollte vermieden** werden und setzt die profunde Kenntnis der Standortverhältnisse voraus. **Eventuellen Sicherheitsgewinnen** aufgrund der Entnahme der Baummasse (= Reduktion der dynamischen Beanspruchung des Standortes, Reduktion der Masse am Standort) stehen **kontraproduktive Effekte** wie die **reduzierte Transpirationsleistung**, ein künftig **höheres Angebot an Sicker- bzw. Hangwasser** und die daraus **resultierende Massenerhöhung** in Kombination mit der Gefahr der **Instabilisierung** gegebenenfalls vorhandener **labiler Schichten** gegenüber.

Bsp.: Die Biomassenproduktion von 20 jährigen Erlenbeständen in der Stammbachmure (Oberösterreich) beträgt 18 t / ha (1,8 kg / m²). Bei einer Rutschung von 1 m Tiefe (1700 kg/ m³) entspricht dies einem Vergleichsgewicht von weniger als 1%. (STANGL, 2008)

5.3.2 Bewirtschaftung und Waldbau

Eine mögliche Bewirtschaftungsform der an das **Ufer angrenzenden Hänge** könnte der **Niederwaldbetrieb** sein. Durch eine geschlossene junge Vegetation wird das Wildholzrisiko sehr stark reduziert. Einerseits weil ein **hervorragender Erosionsschutz** gegeben ist, andererseits weil selbst bei Ereignissen **keine problematischen Holzdurchmesser** in den **Abflussbereich** gelangen. Im Übergangsbereich zu weiter entfernten Waldflächen ist der Mittelwaldcharakter die optimale Wahl. Der **angrenzende Waldbereich** muss ebenfalls stabil sein und ist im Idealfall ein mehrstufig aufgebauter **Mischbestand mit Plenterwaldeigenschaften**.

Diese Flächen sollten in **strukturierte, ungleichaltrige, geschlossene Mischwälder** übergeführt werden. Zu den zentralen Zielen einer solchen Bestandesumwandlung gehört der **Ersatz von Nadelbaummonokulturen** (v.a. Fichte) durch standortgerechte Baumarten sowie die **Erhöhung des Laubholzanteiles** auf der Gesamtwaldfläche.

Aktuell bedeutet das den Wechsel vom nadelbaumdominierten schlagweisen Hochwaldbetrieb (Altersklassenwald) mit fester Umtriebszeit und flächenhafter Nutzung (u.a. Kahlschlag) gleichaltriger Bestände hin zum **Dauerwaldbetrieb mit ständiger Überschirmung**, ungleichaltrigen Bäumen, Einzelbaumwirtschaft und Verzicht auf flächiges Vorgehen (**optimal Plenterwald**).

Diese Waldform bietet langfristig den **besten Schutz**, weil Bäume jederzeit aus allen Schichten (Unterschicht, Mittelschicht, Oberschicht) vertreten sind. Fällt ein Baum aus der Oberschicht aus, können jüngere Bäume, die nun mehr Licht bekommen, nachrücken. So kann die dauerhafte Funktion (Wasserbilanz, Bodenverbesserung und Stabilisierung) des Schutzwaldes aufrecht erhalten bleiben.

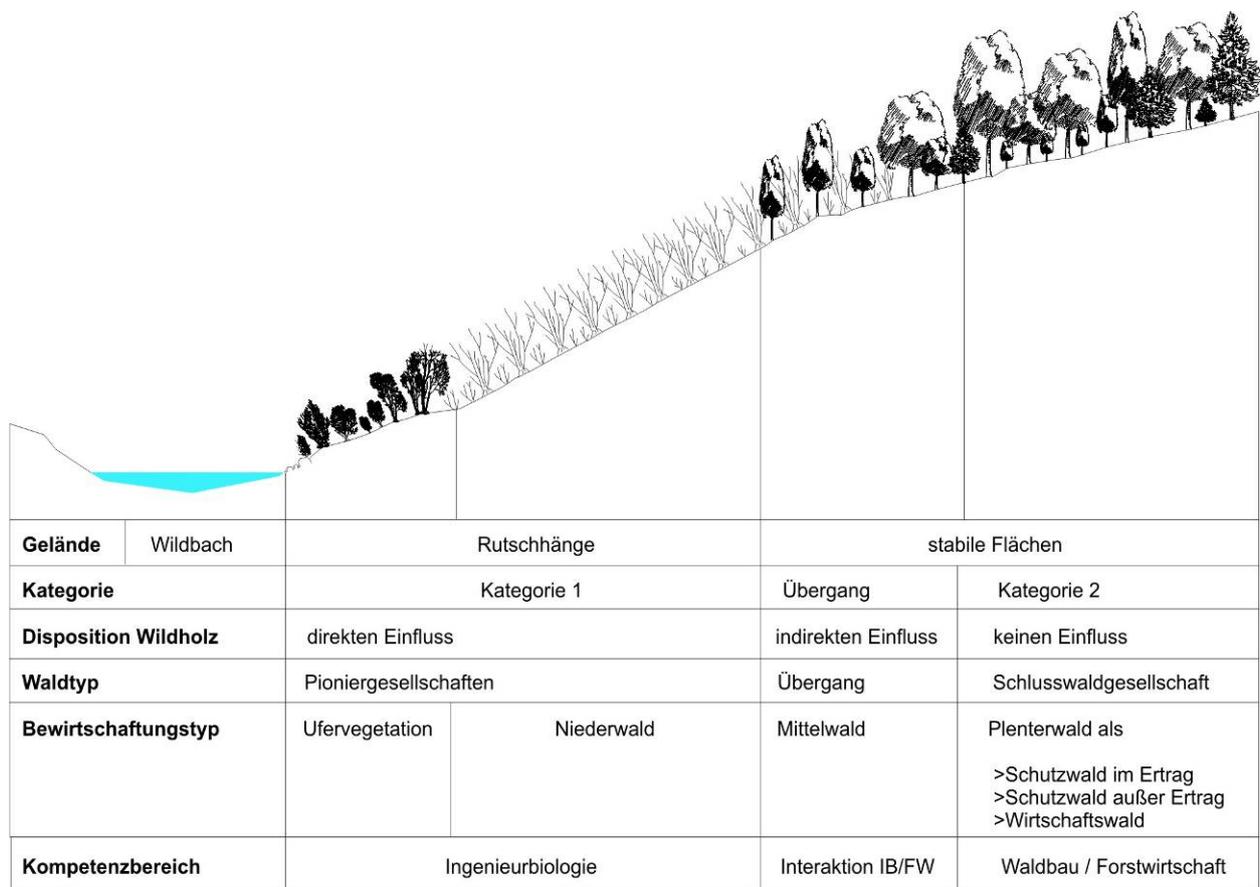


Abbildung 21: Klassifizierung und Einteilung des Wildbacheinzugsgebiet

5.4 Ingenieurbiologische Maßnahmen

Die Ingenieurbiologie beschreibt die Technik und Verwendung von lebenden Pflanzen, oft in Kombination mit totem Material und Hilfsstoffen für Sicherungsarbeiten. Daher wird hier auf die Möglichkeiten des „**Lebendverbaus**“ zur Sicherung von Ufern, Bacheinhängen, Runsen- und Grabensicherung und der Hangentwässerung eingegangen. Die Schnittstelle zur Wildholzprävention liegt in der **Stabilisierung labiler Standorte und dem Anwachsen flexibler, elastischer Pionierpflanzen**, welche die Wildholzgefahr bei entsprechender Pflege erheblich reduzieren.

5.4.1 Funktion und Aufgabe der Vegetation an instabilen Hängen

Die **Vegetation erhöht die Scherfestigkeit** des Bodens durch verschiedene Wirkungen. Einerseits mittels **mechanischer Stabilisierung** durch die armierende Wirkung von Pflanzenwurzeln, andererseits mittels **Erhöhung der Kapillarkohäsion** und **Verringerung des Porenwasserdrucks** durch Wasserentzug. Die Aggregatbildung durch Wurzelauflösungen bzw. Bodenaktivität trägt zusätzlich zur Stabilisierung und Verfestigung der Bodenschichten bei.



Abbildung 22: Wurzel ausgrabungen an ingenieurb biologischen Bauweisen (FOTO: Stangl R.)

Die verschiedenen Stabilisierungsfunktionen ingenieurb biologischer Maßnahmen können folgendermaßen umrissen werden:

Oberflächenschutzfunktion

Pflanzen bedecken die offenen Bodenoberflächen und **verzögern die Prallwirkung** der Niederschläge. Sie fangen die Niederschläge auf und lassen sie je nach Bodenbeschaffenheit und Witterungsbedingungen in den Boden eindringen oder langsam abfließen. Die Vegetation bindet Bodenmaterial und leistet damit einen Beitrag zur **Verringerung von Erosionsprozessen**.

Wenn die **Pflanzenbestände flexibel** gehalten werden, so dass sie vom überströmenden Wasser niedergedrückt und umgelegt werden, kommt es in Bodennähe zu einer **Reduktion der Fließgeschwindigkeit** und zum Schutz vor Erosion, bei gleichzeitiger Gewährleistung der geforderten Abflusskapazität.

Bewehrungsfunktion bis 2m Tiefe

Während ein **dichtes Netz von Wurzeln** die oberflächennahen Bodenschichten **bis < 0,2 m festigt**, verankern und verdübeln **tiefwurzeln Pflanzen** mit ihren Wurzeln verschiedene Bodenschichten **bis 2,0m Tiefe**. Eine wesentliche Grundvoraussetzung dabei ist, dass die Pflanzen ihren Einfluss innerhalb des räumlichen Wirkungsbereiches der mechanischen Prozesse ausüben können. Dazu muss das Substrat durchwurzeln sein und die Gleitfläche nicht tiefer als der Wurzelhorizont liegen. Die unterschiedliche Dübel- und Ankerfunktion verlangt einerseits **starke und biege feste Wurzeln**, andererseits **eine hohe Reiß- und Zugfestigkeit**. Da nicht alle Pflanzen beide Wurzeleigenschaften aufweisen und auch unterschiedliche Wurzeltiefen zeigen, ist bei der Zusammensetzung der Pflanzen darauf zu achten, dass sich **Flach- und Tiefwurzler sowie Intensiv- und Extensivwurzler** abwechseln, damit der Boden homogen durchwurzelt wird.

Biologische Entwässerungsfunktion

Eine **abnehmende Bodenfeuchtigkeit** bewirkt eine **zunehmende Kohäsion der Bodenpartikel**, einen **höheren Reibungswiderstand** (innerer Reibungswinkel), einen geringeren Porenwasserdruck und **weniger Gewicht**. Pflanzenbestände verdunsten je nach Artenzusammensetzung und Aufbau viel Wasser und entwässern den Boden (**Transpiration**). Ein geschlossenes Blätterdach hält einen Teil des Niederschlages zurück, der an den Blättern verdunstet (**Interzeption**). Wurzel ausscheidungen der Pflanzen tragen wesentlich zur Aggregatbildung im Boden bei, wodurch eine schnellere Infiltration ermöglicht wird.

Technische Entwässerungsfunktion

Ingenieurbioologische Bauweisen wie Drainfaschinen bewirken das ober- oder unterirdische Abführen von Wasser oder verhindern die Wasserinfiltration durch das Schließen von Bodenrissen.

5.4.2 Hang- und Böschungsbepflanzung

Zur **besseren Durchwurzelung** von Hängen werden nach der aufgehenden Gräser - Kräuteransaat **stockausschlagfähige Laubhölzer** gesetzt.

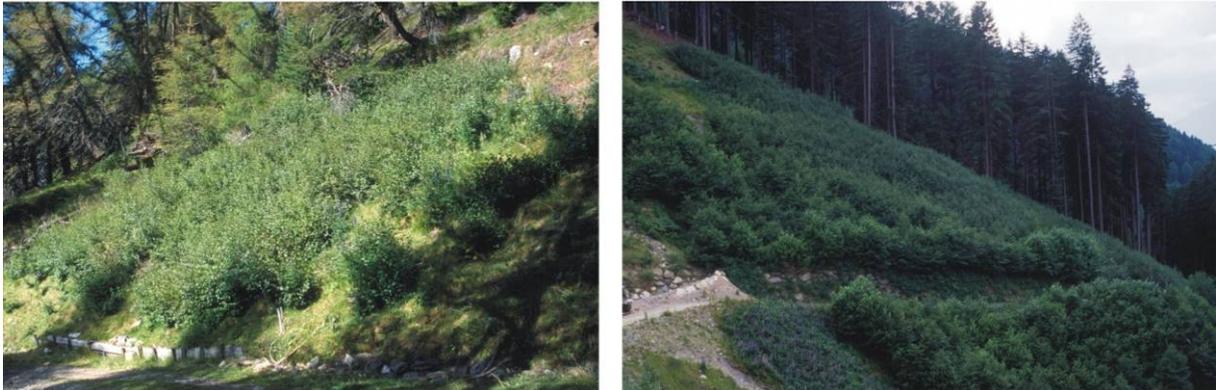


Abbildung 23: Böschungsbepflanzung mit ausschlagfähigen Pionierarten und Grünerlen (links), Lagenbau (rechts) an der Prünsterlahn, Schenna (FOTO: Florineth F.)

Stockausschlagfähige Gehölze sind deshalb vorzuziehen, weil diese nach Windwürfen, Schneedruck, Lawinen oder nach zu starkem oberirdischen Wachstum auf den **Stock gesetzt** werden können und danach **wieder austreiben**. Laubgehölze sind **elastischer** bei Stürmen und Nassschnee. Bei Überschüttungen durch Muren oder Rutschungen können sie durch **Sprosswurzelbildung** wieder austreiben.

5.4.3 Maßnahmen zur Hangentwässerung

Hangrutschungen und Abbrüche werden vor allem durch **Hangwasser** und einen entsprechend **hohen Porenwasserdruck** verursacht. Daher ist die **Entwässerung und schadlose Wasserableitung** die erste zu treffende und wichtigste Maßnahme zur Hangsicherung. Gehölze erfüllen dabei eine besondere Funktion, weil sie durch ihre **Wurzeln** auch tiefer liegende Bodenschichten **entwässern**. Bei Quellaustritten von **mehr als 1l/s** reichen Pflanzen für eine schnelle und wirksame Entwässerung nicht mehr aus, hier sind zusätzlich **technische Maßnahmen** notwendig.



Abbildung 24: Technische und biologische Entwässerungen (FOTO: Florineth F.)

Das System der Entwässerung beruht auf drei Schritten:

- Auffangen des Hangwassers
- Ableiten des Hangwassers
- Sammeln des Hangwassers

5.4.4 Verhinderung der Wasserinfiltration

Hangrutschungen zeigen an den Oberkanten und manchmal auch in Zwischenabschnitten mehr oder weniger **breite und tiefe Risse, in die Wasser eindringt**, was zur Verstärkung von **Hanggleitungen** führen kann. Daher ist es wichtig diese Risse von Hand oder mittels Bagger zu schließen. Auf stark sauren Böden kann zur Förderung der Kohäsion Kalk in Form von CaCO_3 in die Risse vor dem Schließen eingestreut werden.

Prinzipiell ist jede **Wassereinsickerungsquelle** (Löcher, Risse, Blaiken, Erosionen etc....) zu **sanieren** und wenn möglich zu **begrünen und zu bepflanzen**.



Abbildung 25: Bodenrisse und Blaiken - Trattenbach, Sbg (FOTO: Lammeranner W.)

5.4.5 Maßnahmen an tiefgründigen Hangrutschungen

Mangelnde Kohäsion, hoher Porenwasserdruck, Gleitlinienbildung und unzureichende Durchwurzelung sind meist die Ursachen für **Hangbewegungen und Rutschungen**. Ingenieurbiologische wie technische Maßnahmen können tiefgründige Bewegungen **nur bremsen**, zu verhindern sind diese nicht. Das Hauptaugenmerk gilt wirksamen Entwässerungen, um den Einfluss des Wassers zu reduzieren. Oberflächennahe Gleitvorgänge können durch stark verdunstende und armierende Pflanzenbestände vermindert werden. Auf tiefgründigen Rutschungen hat die Vegetation in Bezug auf Sickerwasser und Wasserrückhaltevermögen ebenso indirekten Einfluss.



Abbildung 26: Stabilisierung der Prünsterlahn/SüdTirol mittels Holzkrainerwänden (FOTO: Florineth F.)

Holzkrainerwände vermögen mittelgründige Rutschhänge **bis 2m Tiefe** zu sichern. Wichtig dabei ist, dass neben Pioniergehölzen auch tiefwurzelnde Pflanzen eingelegt werden damit eine effektive Vernagelung der Bodenschichten erfolgt. Nach dem Abfaulen der Rundhölzer übernehmen die Pflanzen die Stützfunktion.

Flächenweise Baumschlägerungen zur Verminderung des Gewichts durchzuführen sind **kritisch** zu hinterfragen, weil das **Gewicht eines Baumbestandes im Verhältnis zu durchnässten Bodenschichten** oder Schneeauflagen sehr gering ist (**1‰ - 1%**). Schlägerungen von nicht stockausschlagfähigen Beständen (z.B. Nadelhölzer) reduzieren die Wasseraufnahme aus tieferen Bodenhorizonten, die Kohäsion oder den inneren Reibungswinkel. Durch das Absterben der Wurzeln fehlen auch deren tiefer gehende und bewehrende Wurzeln. Deshalb sind an diesen Standorten immer auch **Bepflanzungsmaßnahmen von standortgerechten stockausschlagfähigen Gehölzen** durchzuführen. Die Schlägerung einzelner schräg stehender oder sehr hoher Bäume kann sinnvoll sein, um bei starken Windstößen eventuelle Hangbewegungen und Rissbildungen zu verringern. Wegen der unterschiedlichen Gleitbewegungen ist der Einsatz von Rohren und starren Elementen zu vermeiden.

Die einzelnen Maßnahmen zur Verminderung von Hangrutschungen können wie folgt dargestellt werden:

Technische Maßnahmen

- Bau offener Drainagesysteme und -gräben (keine Rohre verwenden)

- Bau offener Wasserleitungen (-ausleitungen)
- Einschlagen von Holzpiloten zur Verringerung des Porenwasserdruckes

Biologische Maßnahmen

- Bau von Drainfaschinen oder Hangfaschinen
- Auf den Stock setzen von ausschlagfähigen, hiebreifen Laubhölzern
- Pflanzung von tiefwurzelnden Bäumen
- Förderung einer bodenbedeckenden Grasnarbe durch Erhöhung des Lichteinfalls

Verminderung von Bodenlockerungen

- Schlägerung schräg stehender Bäume
- Schlägerung sehr hoher und starrer Bäume zur Verminderung von Wurzelbewegungen bei Windstößen
- Vernagelung gleitender Bodenschichten durch Einschlagen von Holzpiloten Ø 20 – 25 cm

5.4.6 Ingenieurbioologische Maßnahmen zur Runsen- und Grabensicherung

Wo sehr wenig oder nur bei starken Niederschlagsereignissen Wasser rinnt, können **ingenieurbioologische Bauweisen auch in Runsen und Gräben wirkungsvoll** verwendet werden. Runsen sind kleine bis zu 1 m tiefe Gräben, die in Wäldern vor allem durch die Holzbringung entstanden sind. Zur Sicherung von Gräben und Runsen eignen sich **kombinierte biologisch-technische Baumethoden**, die ihre Funktion rasch erfüllen und durch Begrünung und Bepflanzung dauerhaft wirken. In Gräben oder Runsen über 30 Grad Gefälle werden meist Längswerke gebaut, Querwerke dienen vor allem zum Rückhalt von Geschiebe.



Abbildung 27: Sicherung von Runsen und Gräben (FOTO: Lammeranner W., Hübl J.)

5.4.7 Zusammenfassung

Die ingenieurbioologischen Sicherungsbauweisen und Methoden eignen sich besonders zur **Stabilisierung erodierter Uferböschungen und instabiler Bacheinhänge**. Sie bieten eine gute Möglichkeit zur **Entwässerung** in Gebieten mit hohem Hangwasseranfall und sind an **erodierten Standorten** Voraussetzung für das Aufkommen einer **Vegetationsschicht**. Sie

können gleichermaßen für präventive Schutzmaßnahmen als auch bei Sanierungen nach Katastrophenereignissen angewendet werden.

In **Kombination** mit gezielten **waldbaulichen Maßnahmen** in Wildbacheinzugsgebieten sind die ingenieurb biologischen Methoden ein unverzichtbarer Ansatz zur Bildung effektiver Schutzwälder.

Ingenieurb biologische Verbauungen sind in der Herstellung meist **billiger als klassische Ingenieurarbeiten**. Das Ergebnis solcher Verbauungen sind **lebende Systeme**, die sich auf dem Wege der natürlichen Sukzession, also durch eine **dynamische Selbstregelung** ohne künstliche Energiezufuhr, weiterentwickeln und im Gleichgewicht bleiben. Bei der richtigen Wahl der lebenden und auch nicht lebenden Baustoffe ist eine sehr **hohe Nachhaltigkeit** bei geringem Pflegeaufwand gegeben.

5.5 Technische Maßnahmen

Die technischen Maßnahmen zur Schwemmholzbekämpfung können in zwei Kategorien unterteilt werden. Es gibt **Maßnahmen zur schadlosen Weiterleitung** und **Maßnahmen zum Rückhalt** des Schwemmholzes. Bei allen technischen Bauwerken muss bereits bei der Planung eine Zufahrt für schwere Maschinen, auch während des Ereignisses, berücksichtigt werden. Im Folgenden wird zu beiden Methoden ein Überblick gegeben.

Technische Maßnahmen			
Schadlose Weiterleitung		Rückhalt	
Permanente Lösungen	Temporäre Lösungen	Retention von Schwemmholz	Retention von Schwemmholz und Geschiebe
1. Vergrößerung des Gerinnequerschnittes 2. Verschaltungen 3. Längsausrichtung des Schwemmholzes	1. Einsatz eines Baggers 2. Vertikal bewegliche Brücken	1. Rechen 2. Netze 3. Selektiver Rückhalt 4. Räumlich getrennter Rückhalt	1. Balkensperren 2. Sortierwerke 3. Rechenkonstruktionen in Geschiebesammlern 4. Tauchwand

Abbildung 28: Überblick über die technischen Maßnahmen

5.5.1 Maßnahmen zur schadlosen Weiterleitung des Schwemmholzes

Die größten Schäden im Zusammenhang mit Schwemmholz entstehen durch **Verklauungen bei Engstellen, Brücken oder anderen Bauwerken**.

Permanente Lösungen

Größe des Gerinnequerschnittes

Eine einfache Möglichkeit ist Neubauten so auszuführen, dass die **Verklauungsgefahr verringert** wird bzw. bereits bestehende Bauwerke dahingehend zu adaptieren.

Wichtigster Punkt hierbei ist ein genügend **großer Gerinnequerschnitt** unter Brücken. Es empfiehlt sich eine minimale Öffnungsbreite von mindestens **10 m** (besser **15 m**) oder folgende Anforderungen:

- Die **Überflutungsbreite bei Hochwasser** des Gerinnes sollte etwa der **zweifachen zu erwartenden Stammlänge** entsprechen
- Die **lichte Höhe** einer Brücke sollte zumindest das **1,7 fache** der maßgebenden Abmessungen der zu erwartenden **Wurzelstöcke** betragen

Hierbei ist noch anzuführen, dass auch auf eine **gleichmäßige Ausgestaltung** des Gerinnequerschnittes ohne vorspringende Bauteile oder in den Gerinnequerschnitt hervorragende Widerlager zu achten ist.

Verschaltungen

Bauwerke, die Verklausungen begünstigen wie zum Beispiel Fachwerk- oder Verbundbrücken sollten mit **abweisenden Verschaltungen** versehen werden. Hierbei unterscheidet man **Gesamtverschaltungen**, bei denen die gesamte Unterseite der Brücke mit einem Stahlblech verschalt wird und **Einzelverschaltungen**. Hier wird jeder Träger einzeln versorgt. Die **Wirksamkeit** von Einzelverschaltungen nimmt jedoch mit **zunehmenden Einstaugrad ab**. Gesamtverschaltungen sind bezüglich Holzdurchgang den Einzelverschaltungen vorzuziehen, da sie weniger anfällig für Verklausungen sind.

Eine weitere Verschaltungsmaßnahme wäre die Ausbildung des flussaufwärtigen Brückengeländers als **Stauschild aus Beton**, das eine Überflutung der Brücke verhindert und das Wasser durch den Brückendurchlass zwingt. Die entstehenden **Zusatzbelastungen** müssen aber sowohl bei der Ufermauer als auch bei der **Brückendimensionierung berücksichtigt** werden. Des weitern sind die Ufermauern nicht nur direkt an der Brücke sondern auch weiter bachaufwärts hoch genug auszuführen um in Falle eines Rückstaus ein seitliches Überboarden zu verhindern.

Längsausrichtung des Schwemmholzes

Schwemmholz ist im Gerinne im Normalfall längs ausgerichtet, kann aber durch ungünstige Prozesse in eine Querlage kommen, die an Engstellen eine Verklausung begünstigt. Ein **frei stehender Pfeiler vor einer Verengung**, ein so genannter Gleichrichter, kann quer strömende Hölzer in Längsrichtung ausrichten. Dabei ist darauf zu achten, dass der Querschnitt genügend groß bleibt und der Pfeiler selbst nicht zum Verklausungsproblem wird. Der Nutzen und die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme sind aber im Einzelfall von einem Experten zu überprüfen.

Temporäre Lösungen

Eine temporäre Lösung im Hochwasserfall ist der **Einsatz eines Baggers** um einerseits die angeschwemmten Holzstücke längs auszurichten, eine Verklausung zu lösen oder Holz aus dem Gerinne zu entnehmen.

Eine zweite Lösungsmöglichkeit ist, den Durchflussquerschnitt während eines Ereignisses gezielt zu vergrößern und zwar mit dem Einsatz **vertikal beweglicher Brücken**. Hierbei gibt es zwei Arten von Brücken:

- Hubbrücken
- Klappbrücken

Beide Beispiele existieren bereits in der Schweiz und in Frankreich und haben sich bewährt. Nachteile bei diesem Ansatz sind der **erhöhte Kostenaufwand** und eine **temporäre Verkehrsunterbrechung** während des Ereignisses. Des Weiteren sind die örtlichen Gegebenheiten des Einzugsgebiets zu beachten, bei kurzen Anlaufzeiten könnte es zu Problemen aufgrund der geringen Vorwarnzeit kommen.

5.5.2 Maßnahmen zum Rückhalt des Schwemmholzes

Der einfachste Ansatz zur Lösung des Schwemmholzproblems ist der **Rückhalt flussaufwärts der gefährdeten Engstellen** oder Bauwerke. Dabei unterscheidet man zwischen **Bauwerken, die nur Schwemmholz** und **Bauwerken die Schwemmholz und Geschiebe** zurückhalten.

Retention von Schwemmholz

Grundsätzlich kann Schwemmholz mittels Rechen, Seilnetzsperrern, klassischen Geschiebesammlern und Kombinationen aus dem vorher genannten zurückgehalten werden. Im Folgenden werden die gebräuchlichsten Methoden für reinen Schwemmholzurückhalt zusammengefasst.

Rechen

Aufgrund verschiedenster Studien und Erfahrungswerte haben sich **V-förmige Rechen** als sehr effektiv erwiesen. Man erwartet sich daraus verschiedenste Vorteile wie **nicht allzu dichte Verklauung**, eine verlängerte Line der Holzaufstauung und die Entwicklung eines **Schwemmholzteppiches**, der darunter Geschiebetransport erlaubt.



Abbildung 29: Rechenkonstruktion am Lussbach, Gemeinde Lermoos im Ausserfern (FOTO: Archiv WLV, GBL Reute).

Die **lichte Stabweite** spielt nur am Beginn des Ereignisses eine Rolle, wenn kleinere Holzteile passieren. Sobald die ersten Holzstücke verkeilt sind, spielt der Stababstand keine Rolle mehr, da sowieso kaum mehr Holz den Rechen passieren kann. Bei Ereignissen in natura kam es allerdings auch vor, dass das **Schwemmholz und Feinteile vollständig zurückgehalten** wurde und Geschiebetransport unter dem schwimmenden Holzteppich nicht möglich war.

Netze

Aufgrund ihrer **einfachen Baustelleneinrichtung** sowie des **geringen Aufwandes bei etwaigen Reparaturen** eignen sich Netz- und Seilsperrern hervorragend zum Wildholzrückhalt auch in schwer zugänglichen Bachabschnitten (HÜBL et al. 2005). Schwemmholznetze werden **seitlich in den Uferböschungen** verankert und **reichen nicht bis zur Gerinnesohle** hinunter. Sie haben eine Spannweite von 5-20 m und sind dadurch sehr für **enge Täler mit steilen Schluchten** geeignet. Bei der Auswahl des tatsächlichen Standortes sollte ein möglichst **breiter und flacher Abschnitt (J<5%)** gefunden werden, damit der Aufstau nicht zu groß und dadurch auch die Netzbelastung möglichst klein gehalten wird. Der **Kurvenradius** sollte nicht kleiner als die **10-fache Bachbreite** sein und weiters sollte der **Sperrenstandort** eine etwaige **Räumung nach einem Ereignis** erlauben. Auch wenn Bodenabstand sowie Höhe und Breite des Netzes nur geringe Auswirkung auf eine Verklauung haben, so sind Bodenabstand und Maschenweite doch entsprechend groß zu wählen, um im Hochwasserfall anfänglich nicht unnötig stark Feinanteile zurück zu halten.

Aufgrund der Tatsache, dass Netze im Vergleich zu V-Rechen eine geringe Fläche aufweisen, müssen sie vergleichsweise große spezifische Abflüsse abführen und werden **sehr dicht verklaust**. Deswegen bedeutet Schwemmholzurückhalt mit Netzen immer auch einen **nahezu vollständigen Geschieberückhalt**. Daher sollte schon bei der Planung die erschwerte Räumung (Zufahrt für schwere Maschinen) dieses Gemisches aus Holz und Geschiebe berücksichtigt werden, gegebenenfalls sind Netze auch auszutauschen.



Abbildung 30: Verklauung von Netzen beim Modellversuch im Lobental (Bayern) (FOTO: Hübl J.)

Selektiver Schwemmholzurückhalt

Die Grundidee besteht darin, den hinsichtlich Verklauung **kritischen Querschnitt flussaufwärts zu verlegen** und durch seitlich versetzte **horizontale Stahlträger** nachzubilden. Damit kann die **Verklauung am Stahlträger**, der vom Ufer her bis etwa in die Mitte des Gerinnes reicht, **kontrolliert ihren Verlauf** nehmen. Der **schadbringende Teil** des Schwemmholzes kann **herausgefiltert** werden.

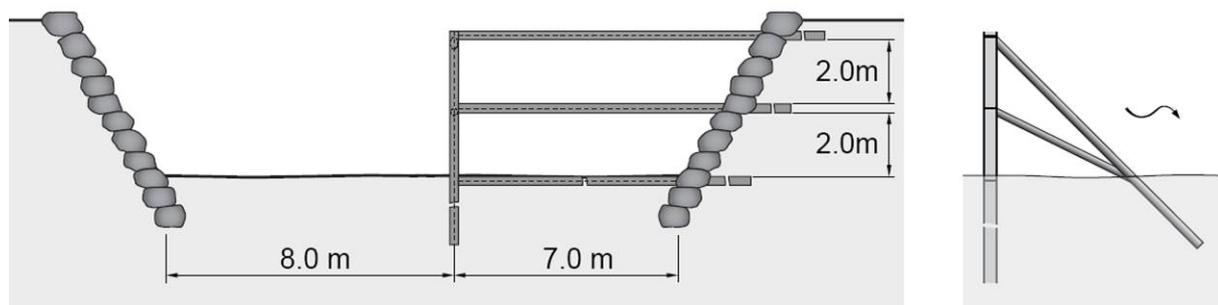


Abbildung 31: Stahlrahmen für den selektiven Schwemmholzurückhalt (QUELLE: Bezzola & Lange, 2006).

Räumlich getrennter Schwemmholz- und Geschieberückhalt

Wenn die Standortverhältnisse es zulassen, kann der **Holz- und Geschieberückhalt auch räumlich getrennt** stattfinden. Dazu wird vor allem ein weiter flacher Bachabschnitt benötigt um das Geschiebe vor dem Schwemmholz abzulagern. Dies bietet vor allem **Kostenvorteile**, da die Räumung nach einem Ereignis viel einfacher ist. Fallbeispiele mit drei Rückhalteräumen, von denen die oberen zwei für Geschiebe und der untere für Schwemmholz genutzt wird, sind bereits in der Schweiz und Südtirol in die Praxis umgesetzt worden.

Retention von Schwemmholz und Geschiebe **Balkensperren**

Klassische Balkensperren sind für den Wildholzrückhalt nur **beschränkt geeignet**, da die horizontalen Balken oder Querauflager relativ **schnell** durch das Holz **verlegt** werden. Der dadurch bedingte Rückstau ermöglicht dem Geschiebe sich deltaförmig abzulagern und die **Verklauserung der Schlitze** weiter abzdichten. Das wiederum führt über längere Zeit gesehen zu einem **Überfluss** über die Überfallsektion des Bauwerks, der meist groß genug ist um das **Schwemmholz mitzureißen**.

Sortierwerke

Eine Lösung, die mit gewissem **Erfolg auch den Rückhalt größerer Holz mengen** in einem Geschiebesammler gestattet, stellt das **Sortierwerk** dar. Diese Konstruktionen verwenden **mehrfach geknickte schräge Roste** zur Abdeckung der Sperrenöffnungen. Dadurch kann der **Schwemmholzteppich auf dem Rost aufgleiten**, die **unterste horizontale Rostsektion** bleibt so für die Geschiebedrift **frei**. So sollte die Überfallsektion entlastet bleiben und **kein Holz ins Unterwasser abgeschwemmt** werden. Positiver Nebeneffekt ist die deutlich reduzierte Stossbeanspruchung auf die schrägen Stäbe durch anprallende Stämme.

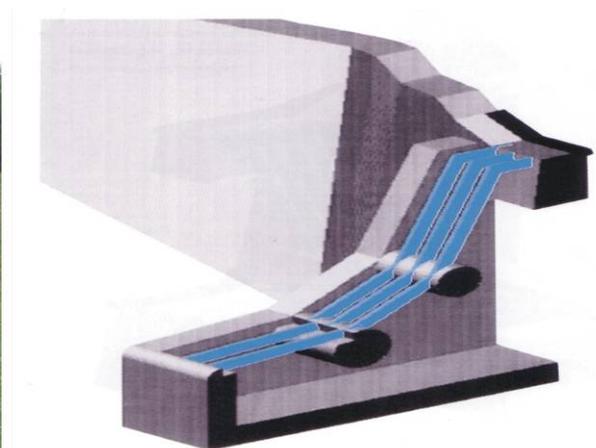


Abbildung 32: Kronengeschlossene offene Schlitzsperre am Fischbach, Sbg (links), Sortierwerk mit dreifach geknicktem Rechen (rechts) (FOTO: Hübl J., Krimpelstätter L., 1998)

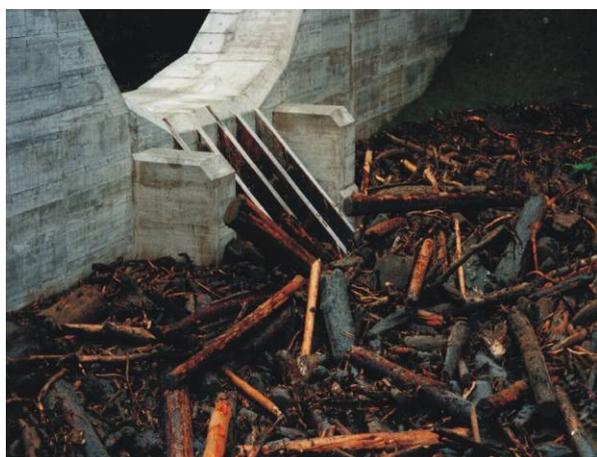


Abbildung 33: Wildholzteppich im Stauraum des Sortierwerkes (FOTO: WLW)

Probleme treten auf, wenn das **Längsgefälle** im Sammler zu **groß** ist und schon **vor der Bildung** eines Rückstaus das **horizontale Rechenfeld** durch Grobgeschiebe **verlegt** wird.

Weiters kann ein zu großer Abfluss durch das horizontale Rechengesamt zu **Turbulenzen** führen, die **Holz nach unten saugen** und zu einer Verklausung führen.

Rechenkonstruktionen in Geschiebesammlern

Grundsätzlich können zwei verschiedenen Typen von Rechen unterschieden werden:

- **Großflächige Konstruktionen**, die das gesamte Bauwerk abdecken
- **Kleinere Konstruktionen**, die nur den zentralen Teil des Abschlussbauwerkes bilden

Wird bei Geschiebesammlern der Balkenrost durch eine **Stauwand** mit einer großen Öffnung am Mauerfuß ersetzt, so wird **künstlich ein Stau** provoziert. Dadurch erreicht die Geschiebefront den Rechen nicht und es ist eine **getrennte Sammlung** von Geschiebe und Schwemmholz möglich (siehe Abb. 34 rechts). Die Höhe der Rechenstäbe sollten mindestens auf das Niveau der Flügel angepasst werden um ein **Überborden von Schwemmholz** zu vermeiden. Diese Lösung wie auch die Lösung mit Tauchwand (nächster Punkt) sind nur in großen und flachen Bächen geeignet in denen Geschiebe- und Wildholztransport eine untergeordnete Rolle einnehmen, da die Funktionsfähigkeit stark vom Wasserangebot bestimmt wird.

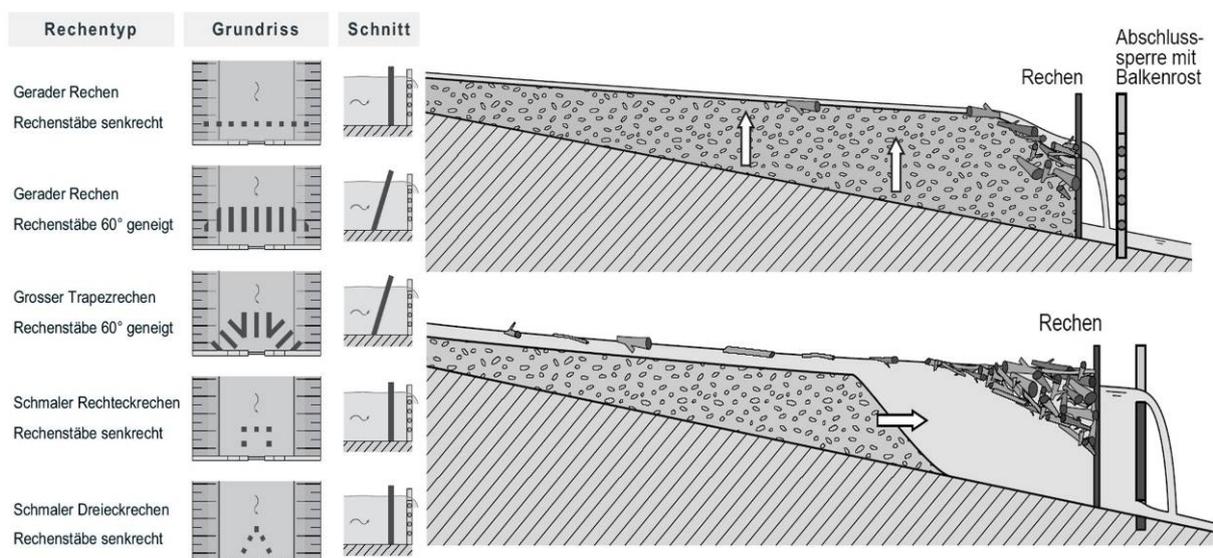


Abbildung 34: Links: Verschiedene Rechentypen; Rechts oben: Ablagerung von Holz und Geschiebe bei nicht eingestauten Verhältnissen; Rechts unten: Trennung von Holz und Geschiebe bei gewolltem Aufstau (QUELLE: Bezzola & Lange, 2006).

Im Grundriss **gerade Rechen** bewirken einen **großen Aufstau** des Wassers und sind weniger geeignet für einen wirkungsvollen Holzurückhalt, da einerseits das Fundament des Rechens durch das herabfallende Wasser gefährdet ist und andererseits sich das Holz zu einem Haufen auftürmen und zum Versagen des Rechens führen kann.

Ein wesentliches Element, um die Funktionsfähigkeit von Rechen zu gewährleisten, ist der flache Rechenanlauf. Der **Unterschied** zwischen Konstruktionen, die über die gesamte Abschlussbauwerkklänge reichen und kleineren Maßnahmen (siehe Abb. 34 links) kommt vor allem im **Überlastfall** zu tragen. **Schmale Rechen** werden seitlich umflossen und es kommt zu einer **unkontrollierten Entlastung** von Holz, Wasser und Geschiebe über die Sperrenflügel und damit zu einer erhöhten Erosionsgefahr im Bereich der Widerlager. Bei **breiten Rechen** kommt es zuerst zu einer Entlastung in den Raum zwischen Rechen und Abschlussbauwerk,

daraus wird dann Wasser, Holz und Geschiebe **kontrolliert** in das Unterwasser abgegeben. Von **Nachteil** ist hingegen, dass der Raum zwischen Rechen und Sperre nicht mehr als potentiell Rückhaltevolumen zur Verfügung steht, bei kleineren Sammlern mit beschränkten Beckenvolumen wirkt sich das drastisch aus. Als Alternative dazu bietet sich eine Konstruktion mit Tauchwand an.

Tauchwand

Reicht der Platz für einen Rechen nicht aus oder erfordert die Ableitung der durch den Rechen aufzunehmenden Kräfte einen zu großen Aufwand, kann Abhilfe durch den Einsatz einer Tauchwand geschaffen werden.

Es wird **gewollt ein Rückstau** erzeugt mit dem Ziel, **permanent** einen genügend hohen Aufstau zu haben, um **Schwemmholz hinter der Tauchwand** zurückzuhalten.

Erreicht dabei die Geschiebefront das Abschlussbauwerk nicht, so kann die Tauchwand nahezu das gesamte Wildholz zurückhalten (siehe Abb. 35). Erreicht die Geschiebefront die Sperre später, so wird der Grundablass verlegt und das Geschiebe wird forthin unter der Tauchwand hindurch über die Abflussektion abgeführt.

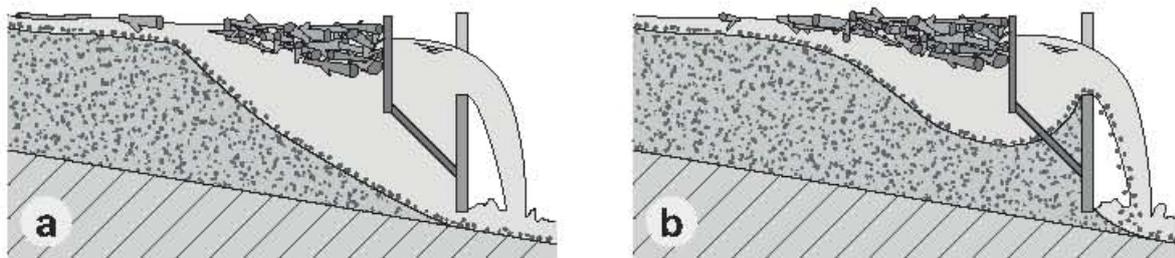


Abbildung 35: Sperre mit Tauchwand bei maximaler Füllung a.) freier Grundablass und b.) verlegte Öffnung (QUELLE: Bezzola et al., 2004)

Die Tauchwand wird am Abschlussbauwerk abgestützt und die **Oberkante muss über den maximalen Wasserspiegel** reichen, damit kein Schwemmholz darüber geschoben werden kann. Wichtig bei der konstruktiven Ausbildung der Tauchwand sind **Abweisevorrichtungen** für das Schwemmholz, die verhindern, dass **Holz** in der Anfangsphase des Ereignisses **unter der Tauchwand hindurch gezogen** wird.

5.6 Räumliche Aufteilung und Zusammenwirkung der Maßnahmen

Klassische ingenieurbioökologische Ufersicherungsarbeiten und Gewässerpflege finden sich in den mittleren bis unteren Abschnitten eines Wildbaches. Sie können gut mit technischen Vorkehrungen zum Wildholzurückhalt kombiniert werden. Punktuelle ingenieurbioökologische Sicherungsmaßnahmen der Ufer gehen durchaus auch in höhere Bereiche. Sanierungen von instabilen Bodenschichten können nahezu im gesamten Einzugsgebiet angewendet werden.

Das **Aufarbeiten von potentiell Schwemmholz**, welches sich nach Ereignissen in den Wildbachabflusszonen sammelt, muss von den **Tallagen bis zur Waldgrenze** erfolgen. Vorkehrungen zum Wildholzurückhalt durch Fangnetze, Schwemmholz Auffangvorrichtungen im Bereich von Geschiebesortiersperren sowie neue Entwicklungen sind an Engstellen sinnvoll und effizient. Strömungsverbessernde Maßnahmen werden grundsätzlich im Bereich von hydraulischen Schwachstellen zur schadlosen Weiterleitung von Schwemmholz durchgeführt.

Die **forstliche Schutzwaldpflege reicht von den Tallagen bis zur Waldgrenze**. Es gilt alle Maßnahmen aus den unterschiedlichen Bereichen **Effizienz - maximierend und Kosten - minimierend** einzusetzen.

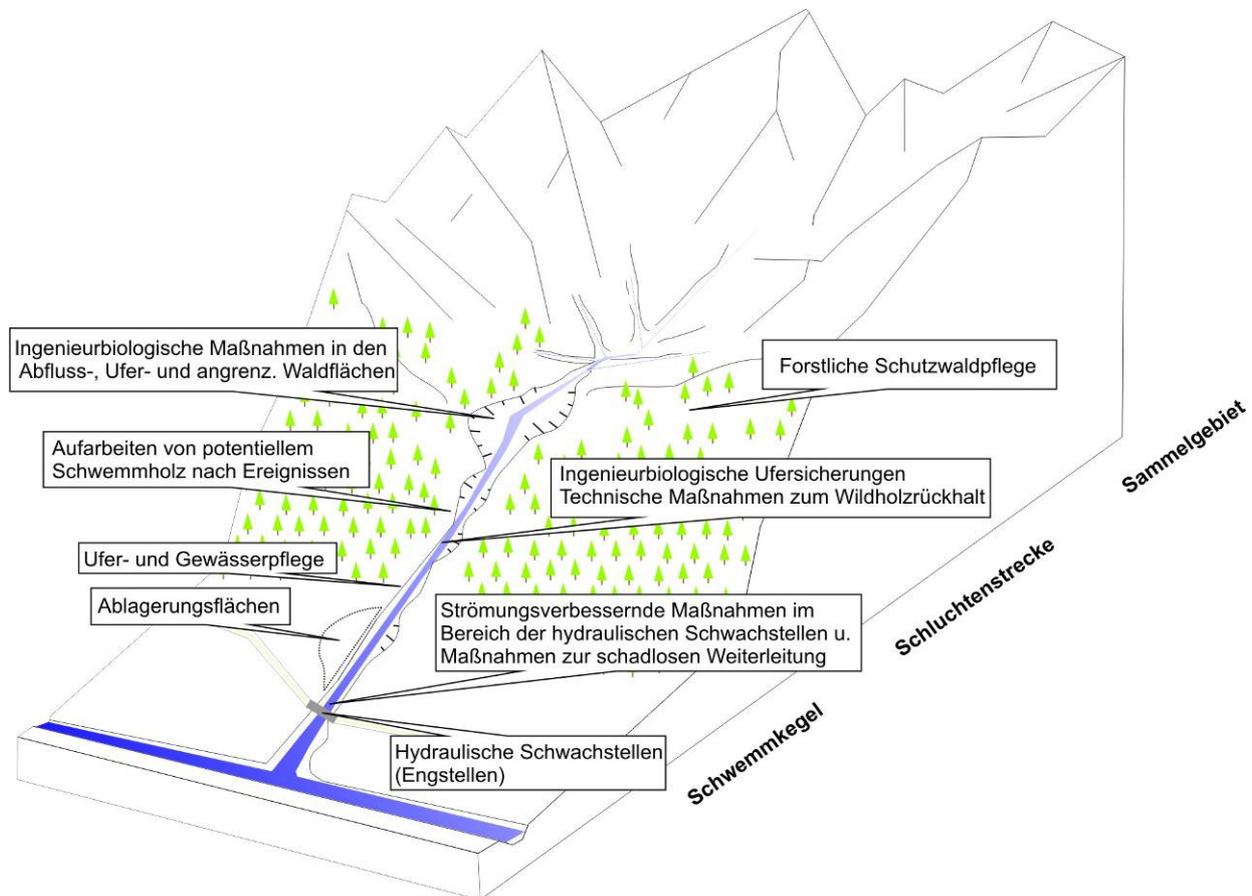


Abbildung 36: Übersicht der Maßnahmenbereiche

5.7 Sofortmaßnahmen

Sofortmaßnahmen betreffen in erster Linie Maßnahmen die während des Ereignisses getroffen werden sollten. Das Ziel ist Schäden durch Wildholz zu reduzieren und abzuwenden. Die Hauptaufgabe dabei ist die **ständige Überwachung der bekannten Problem- bzw. Schwachstellen wie Brücken, Engstellen oder Bereiche an denen es zu Übertritten** kommen kann. Dabei sind Maßnahmen wie Ausrichten der Schwemmholzfracht in Längsrichtung, Loslösung von verkeiltem Holz und die Weiterleitung an Hindernissen (Brücken, Wehranlagen, Stege, ...) gefordert. Der rasche **Einsatz von Baggern, LKW und einer „Notfallmannschaft“** (Feuerwehr) muss möglich sein und sollte schon vorher abgeklärt sein. Die Erstellung sogenannter Notfallpläne, adaptiert an die jeweiligen Gemeindeverhältnisse wäre wünschenswert.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Andrecs P., Markart G., Lang E., Hagen K., Kohl B., Bauer W. (2002): Untersuchung der Rutschprozesse vom Mai 1999 im Latenser Tal (Vorarlberg). Beiträge zur Wildbachforschung, BFW-Bericht 127, S.55-87
- Bänziger, R. (1989): Schwemmholz, Ursachenanalyse Hochwasser 1987; WSL, Forstliche Hydrologie, Interdisziplinäres Forschungsprogramm des Bundesamtes für Wasserwirtschaft.
- Bezzola, G. (2001): Schwemmholz – Rückhalt oder Weiterleitung. Wasser, Energie, Luft. Schweizer Wasserwirtschaftsverband, Baden. 93. Jahrgang, 9/10, 247-252.
- Bezzola, G., Sigg, H., Lange, D. (2004): Schwemmholzurückhalt in der Schweiz. Internationales Symposium „Interpraevent 2004“, Riva, Trient; Tagungspublikation, Band 3, 29-40.
- Bezzola, G.R., Lange, D. (2006): Schwemmholz, Probleme und Lösungsansätze. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH-Zürich, Eigenverlag, Mitteilungen 188
- Bitterlich, E. (1998): 30 Jahre Erfahrung mit Sortierwerken. Wildbach- und Lawinenverbau, Zeitschrift des Vereins der Diplom-Ingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. 62. Jahrgang, Heft 136, 103-106.
- Burschel P., Huss J. (1997): Grundriss des Waldbaus, Leitfaden für Studium und Praxis, 2. Auflage, Parey Verlag
- Braudrick, C.A., Grant, G.E. (2000): When do logs move in rivers? Water Resources Research, Vol.36, No.2, p.571-583
- Degetto, M., Righetti, M. (2004): Dynamic of wood transport in torrents. Internationales Symposium „Interpraevent 2004“, Riva, Trient; Tagungspublikation, Band 3, 73-81.
- Dobbertin M. (2002): Ausmass der Sturmschäden. - Wald Holz 83, 1: 39-42
- Florineth F. (2004): Pflanzen statt Beton, Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag
- Gerhard, M.; Reich, M. (2001): Totholz in Fließgewässern. Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung.
- Gurnell, A.M.; Gregory, K.J.; Petts, G.E. (1995): The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: implications for management. Journal article. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 5: 143-166.
- Habersack, H.; Heinz, D. (2003): Reaktionen in den Einzugsgebieten. Plattform Hochwasser Ereignisdokumentation Hochwasser August 2002. H. Habersack und A. Moser. Wien.
- Habersack, H.; Hofbauer, S.; Hinterhofer, M. (2005): Vegetationseinfluss, Schwemm- und Totholz. Projektbericht Ist-Bestandsanalyse Arbeitspaket 6. Nachhaltige Entwicklung der Kamptal-Flusslandschaft. Im Auftrag der Niederösterreichischen Landesakademie in Zusammenarbeit mit der Gruppe Wasser des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau. Departement für Wasser – Atmosphäre – Umwelt. Universität für Bodenkultur Wien.
- Hartlieb, A., Bezzola, G. (2000): Ein Überblick zur Schwemmholzproblematik. Wasser, Energie, Luft. Schweizer Wasserwirtschaftsverband, Baden. 92. Jahrgang, 1/2, 1-5.

- Hübl, J., Holub, M., Ganahl, E., Moser, M., Wehrmann, H. (2005): Checkdam – Evaluierung offener Wildbachsperrungen unter Lastannahme; IAN-Report 69; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)
- Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung. Berlin. Parey Buchverlag.
- Jungwirth, M.; Haidvogel, G.; Moog, O.; Muhar, S.; Schmutz, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Wien.
- Klussmann J.(2000):"Schwemmholz in Wildbächen:Mechanismen des Eintrages und Transportes; Ermittlung des Schwemmholzpotentials", Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München 2000
- Köchli, P., Waldner, P. (2005): August-Hochwasser 2005: Schwemmholz war überwiegend frisch. Inf.bl. Forsch.bereich Wald 21: 1-2 WSL CH
- Krauter E., Smolczyk U.(2001): Phänomenologie natürlicher Böschungen (Hänge) und ihre Massenbewegungen. In Grundbau-Taschenbuch Teil : Geotechnische Grundlagen (6.Aufl.), Kapitel 1.13, S. 613 – 662.
- Krimpelstätter, L. (1998): Ausgestaltung von Rostauflagen bei Sortierwerken. Wildbach- und Lawinenverbau, Zeitschrift des Vereins der Diplom-Ingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. 62. Jahrgang, Heft 136, 107-111.
- Kutscherer L. , Lichtenegger E.(2002)Wurzelatlas - mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher, Stocker Verlag
- Lange G., Lecher K.(1993): Gewässerregelung Gewässerpflege, Paul Parey Verlag Hamburg Berlin, 1993
- Lienkaemper und Swanson (1987): Dynamics of large woody debris in streams in old-growth Douglas-fir forests. John Wiley & Sons, Ltd.
- Loipersberger, A., Rimböck, A., Knauss, J. (2000): Netzkonstruktionen für den Wildholzrückhalt in Wildbächen. Internationales Symposium „Interpraevent 2000“, Villach,Österreich; Tagungspublikation, Band 3, 239-250.
- Markhart G., Kohl B., Perzl F.: Der Bergwald Und Seine Hydrologische Wirkung, LWF Wissen
- Mayer H., Ott E. (1991): Gebirgswaldbau Schutzpflege, 2 Auflage, Gustav Fischer Verlag
- ONR 24800 (2007): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, Begriffsbestimmung und Klassifizierung, ON Österreichisches Normungsinstitut
- Pusch, M.; Feld, C.; Hoffmann, A. (1999): Schwemmgut - Kostenträchtiger Müll oder wertvolles Element von Flußökosystemen. Wasserwirtschaft (89), 280-284.
- Rickenmann, D. (1997): Schwemmholz und Hochwasser. Wasser, Energie, Luft.Schweizer Wasserwirtschaftsverband, Baden. 89. Jahrgang, 5/6, 115-119.
- Rimböck, A., Strobl, T. (2002): Loads on rope net constructions for woody debris entrapment in torrents. International Congress „Interpraevent 2002 in the Pacific Rim“,Matsumoto, Japan; Congress publication, volume 2, 797-807.
- Rimböck, A., Strobl, T. (2001): Schwemmholzpotenzial und Schwemmholzrückhalt am Beispiel Partnach / Ferchenbach (Oberbayern). Wildbach- und Lawinenverbau, Zeitschrift des Vereins der Diplom-Ingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. 65.Jahrgang, Heft 145, 15-27.

Robinson, E.G.; Beschta, R.L. (1990): Characteristics of Course Woody Debris for Several Coastal Streams of Southeast Alaska, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47: 1684-1693.

Setznagel, R. (1989): Modellversuche mit Wildbachsperrern. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Stangl R., Florineth F.(2003): Wirksamkeit ingenieurbioologischer Maßnahmen zur Sicherung von erosions- und rutschgefährdeten Hängen in Wildbacheinzugsgebieten: Teil A – Heckenbuschlagen zur Blaikensicherung an Enter- und Geroldsbach; Teil B - Erlenforst in der Stambachmure – 20 Jahre nach der Rutschung. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Abt. IV/5, Eigenverlag des Institutes für Ingenieurbioologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur Wien, Austria. (2003)

Stella Duchiron M. (2000): Strukturierte Mischwälder, Parey Buchverlag Berlin, 2000

Tockner, K.; Toniutti, N. (2007): Ökologie von Wildflusslandschaften – am Beispiel des Forschungsprojektes „Fiume Tagliamento“. *Natur in Tirol*. Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz. Band 13: Internationales LIFE-Symposium. Riverine Landscapes. Restoration – Flood protection – Conservation.

Vannote R.L., G.W. Minshall; K.W. Cummins, J.R. Sedell, C.E. Cushing (1980): The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

Waldner, P. Et Al. (2007): Schwemmholz. Ereignisanalyse Hochwasser 2005 BAFU/WSL 2007

Waldner, P. (2005): Wenig Lothar-Sturmholz im Schwemmholz. Redaktion waldwissen.net WSL CH

Wundt W. (1953): *Gewässerkunde*; Springer Verlag, Berlin 1953