

Pflege und Sanierung von Sperrenprojekten aus Holz

Tagungsdokumentation

Sarnen, 27. April 2018



Inhalt

Das System Wildbach (M. Schwarz).....	3
Grundlagen zur Tragwerksanalyse (J. Suda).....	6
Werkstoff Holz.....	6
Schadmechanismen durch Gerinneprozesse.....	8
Hydraulische Bemessung von Konsolidierungssperren (M. Schwarz).....	11
Massnahmen zum Erhalt der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.....	12
Häufige Schadstellen an Bachsperren – ein Überblick.....	12
Seitliche Einbindung.....	13
Luftseitiges Sperrenvorfeld.....	14
Abflussektion.....	15
Hinterfüllung.....	16
Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur.....	17
Anhang: Ausführungsbeispiele aus verschiedenen Regionen.....	18
Systemskizze Steiermark AUT.....	18
Systemskizze Val Müstair GR.....	20
Systemskizze Gams SG.....	22
Systemskizze Plaffeien FR.....	24
Systemskizze Sarnen OW (Besichtigungsobjekt).....	26



Zum Inhalt

Beim vorliegenden Dokument handelt es sich weniger um eine umfassende Abhandlung als vielmehr um eine Kurzdokumentation für Teilnehmende.

Ein erheblicher Teil der Inhalte wurde aus verschiedenen Literaturquellen von J. Suda zur Verfügung gestellt, aufgegriffen und wiedergegeben (Tragwerksanalyse, Massnahmen).

Für weiterführende Literatur wird auf das entsprechende Kapitel verwiesen (Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur).

Referenten

Massimiliano Schwarz, Dr.;	Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen
Jürgen Suda, Dr. dipl. Ing. dipl. Ing.;	Universität für Bodenkultur BOKU, Wien; alpinfra engineering GmbH
Beat Ettl, Dipl. Forstingenieur ETH;	Ingenieurbüro belop GmbH, Sarnen

Ausgehändigte Dokumente

Vorliegendes Dokument	Elektronisch und Ausdruck
Präsentationen der Referenten	Elektronisch

Fachstelle für forstliche Bautechnik

Sarnen, 27. April 2018



Das System Wildbach (M. Schwarz)

Definitionen für Wildbäche

DIN 19663, S.3	«Wildbäche sind oberirdische Gewässer mit zumindest streckenweise grossem Gefälle, rasch und stark wechselndem Abfluss und zeitweise hoher Feststoffführung.»
Österreichisches Forstgesetz (ForstG 1975 §99 Abs.1)	«Ein Wildbach ist ein dauernd oder zeitweise fließendes Gewässer, das durch rasch eintretende und nur kurze Zeit dauernde Anschwellungen Feststoffe aus seinem Einzugsgebiet oder aus seinem Bachbett in gefährdendem Ausmaße entnimmt, diese mit sich führt und innerhalb oder außerhalb seines Bettes ablagert oder einem anderen Gewässer zuführt.»

Einflussfaktoren und Prozesse in Wildbachsystemen

Massgebende Faktoren:

- Form, Grösse und Lage des Einzugsgebiets.
- Geologie
- Klima
- Vegetation, Landnutzung

Prozesse in Gerinnen

- Hochwasser,
- Geschiebe- und Schwemmholtztransport
- Murgänge
- Gerinneerosion
- Gerinneausbrüche
- Oberflächenerosion
- Rutschungen

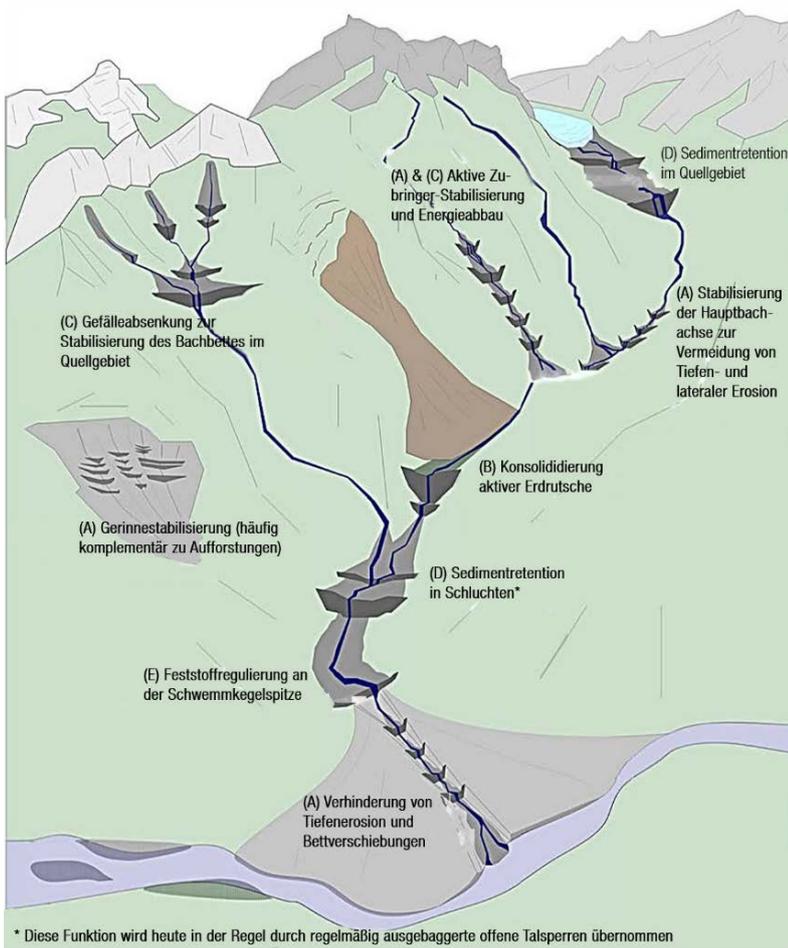


Abb. 1: Räumliche Gliederung eines Wildbachs (aus [4])

Notizen



Funktionen von Bachsperrn



Beispiele für typische Sperrn-Konfigurationen und ihre strukturellen Hauptfunktionen nach [3]:

- (A) Stabilisierung
- (B) Konsolidierung
- (C) Hangabsenkung
- (D) Retention
- (E) Regulierung des Feststofftransports

Ergänzende Maßnahmen (Wiederaufforstung, Entwässerungsnetze, künstliche Pflasterung, Böschungen und offene Talsperren) sowie Sekundärfunktionen und Nebenwirkungen von Sperrn werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht erwähnt.

Abb. 2: Funktionen von Bachsperrn. Erklärungen siehe rechts (aus [3], verändert).

Notizen



Sperrtypen

Funktion \ Sperrtyp	Vollwandsperrern	Offene Sperrern				
		Dolen-sperren	Schlitz-sperren	Halboffene Sperrern	Aufgelöste Sperrern	Gitter-sperren
KONSOLIDIEREN	Klassische Konsolidierungssperre			bis vollwand. Teil verfüllt		
RETENDIEREN	Wasser	Kleindolen				
	Geschiebe	Kleindolen				
SORTIEREN		Großdolen		im oberen Sperrenteil		
DOSIEREN		Großdolen		im oberen Sperrenteil		
BRECHEN VON MUREN					Klassischer Murbrecher	
WILDHOLZRÜCKHALT						

Funktion erfüllt
 Funktion teilweise / als Nebeneffekt erfüllt
 Funktionserfüllung nicht möglich

Abb. 3: Funktions-Erfüllungsgrad verschiedener Sperrtypen (aus [2]).

Konsolidierungssperren aus Holz

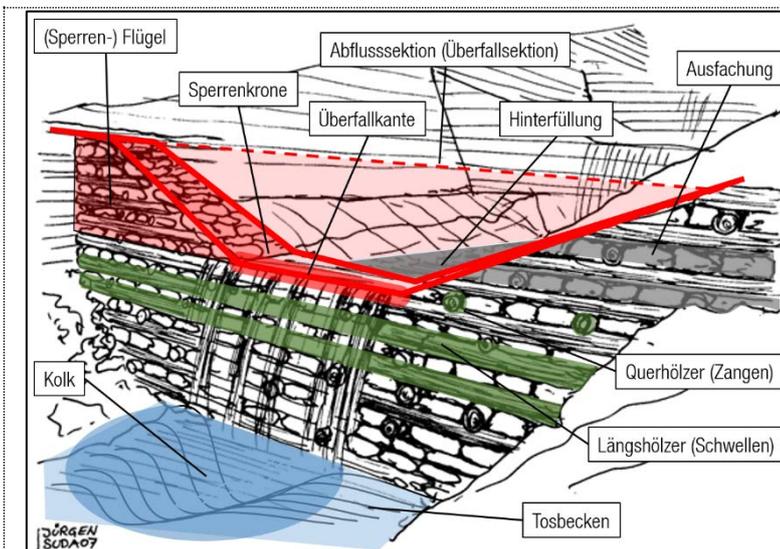


Abb. 4: Komponenten einer Konsolidierungssperre aus Holz (Skizze aus [7], verändert).

Vorteile

- + Gute Einpassung in die Landschaft
- + Kostengünstig
- + Unempfindlich gegenüber leichten Setzungen
- + Nachhaltig (Energie, CO₂)
- + Ermöglicht die Nutzung lokaler Ressourcen
- + ...

Nachteile

- Reduzierte Lebensdauer
- Erhöhter Unterhaltsbedarf
- Weniger geeignet für Wildbäche mit Murgang-Aktivitäten
- ...

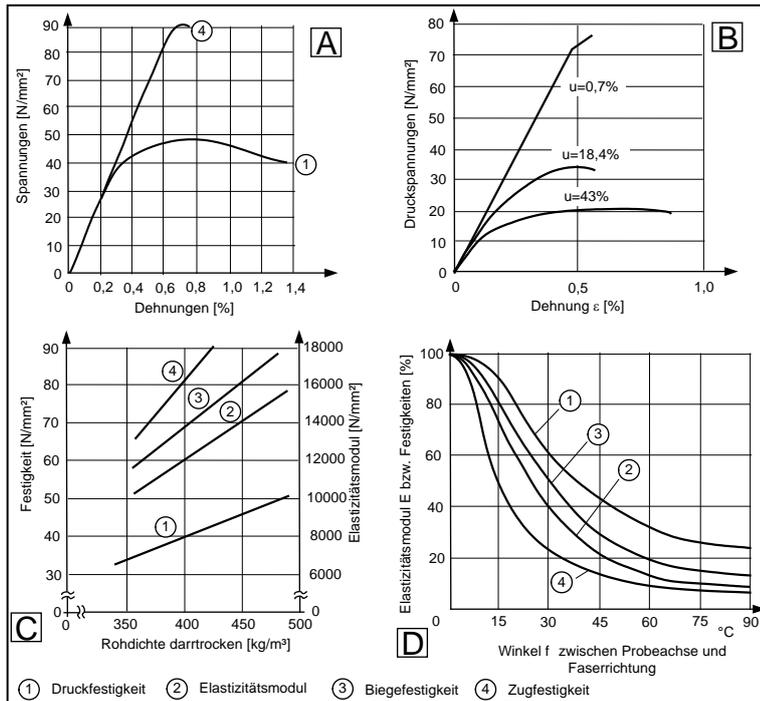
Notizen



Grundlagen zur Tragwerksanalyse (J. Suda)

Werkstoff Holz

Materialcharakteristika



A) Zug- und Druckfestigkeit in Faserrichtung (Beispiel). Beeinträchtigungen bestehen durch Ästigkeit, Wuchsfehler, Kerben, Bohrungen, Schwindrisse und besonders durch den Faserverlauf (Winkel; siehe D).

Bei Dauerbelastung sinkt die Zugfestigkeit auf etwa 40-50% und die Druckfestigkeit auf 50-60% (aus [8]).

B) Mit zunehmender Holzfeuchtigkeit nimmt die Druckfestigkeit ab. Die Druckfestigkeit sinkt bis ca. 25-30 % (Sättigungsfeuchte).

C) Proportionale Abhängigkeit der Festigkeiten und des E-Modules von der **Rohdichte** (aus [8]).

D) Abhängigkeit der Festigkeiten und des E-Modules vom **Winkel** zwischen Kraft- und Faserrichtung (aus [5]).

Werkstoffschäden

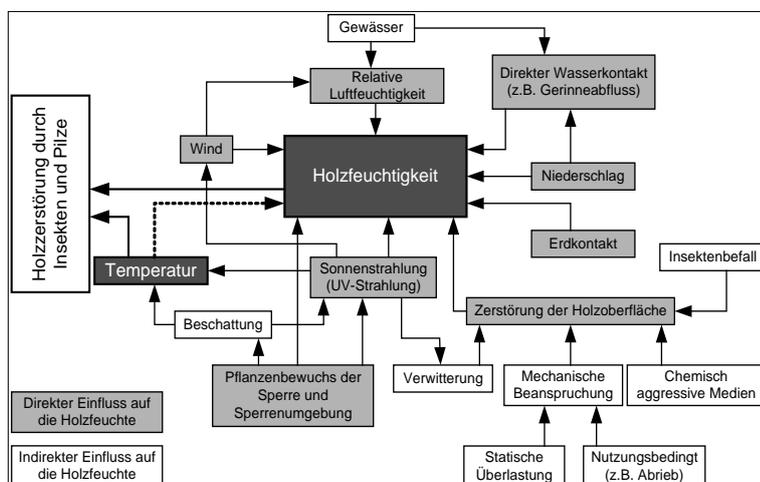


Abb. 6: Einfluss der Holzfeuchtigkeit und der Temperatur auf die Holzzerstörung durch Insekten und Pilze (aus [7]).

Mechanische Beanspruchung, siehe Abschnitt *Hydroabrasion* im Kapitel *Schadmechanismen durch Gerinneprozesse*.

Holzfeuchte ist die wichtigste Einflussgröße für den Holzabbau durch Pilze und für den Holzschutz (Böll et al. 1999). Sie ist Pilzart-spezifisch. Minimum der Holzfeuchte für die meisten Holzpilzvertreter: 30 %.

Besonders betroffen: Exponierte Holzteile mit wechselfeuchten Bedingungen, z.B. vordringende Zangen, generell Stirnholzflächen, Sperrflügel im Bereich der seitlichen Einbindung



Schadmechanismen durch Gerinneprozesse

Prozessübersicht

Betrachtet man die Prozesse vom Standpunkt des Bauwerkes, kann man jedem Schadensmechanismus einen hauptsächlich beteiligten Grundprozess zuordnen (Abb. 8). Dabei steht in der Abbildung der Schadensmechanismus immer auf gleicher Höhe mit dem auslösenden Grundprozess. Strichlierte Linien geben Schadensmechanismen an, die durch den Ausgangsmechanismus gefördert werden.

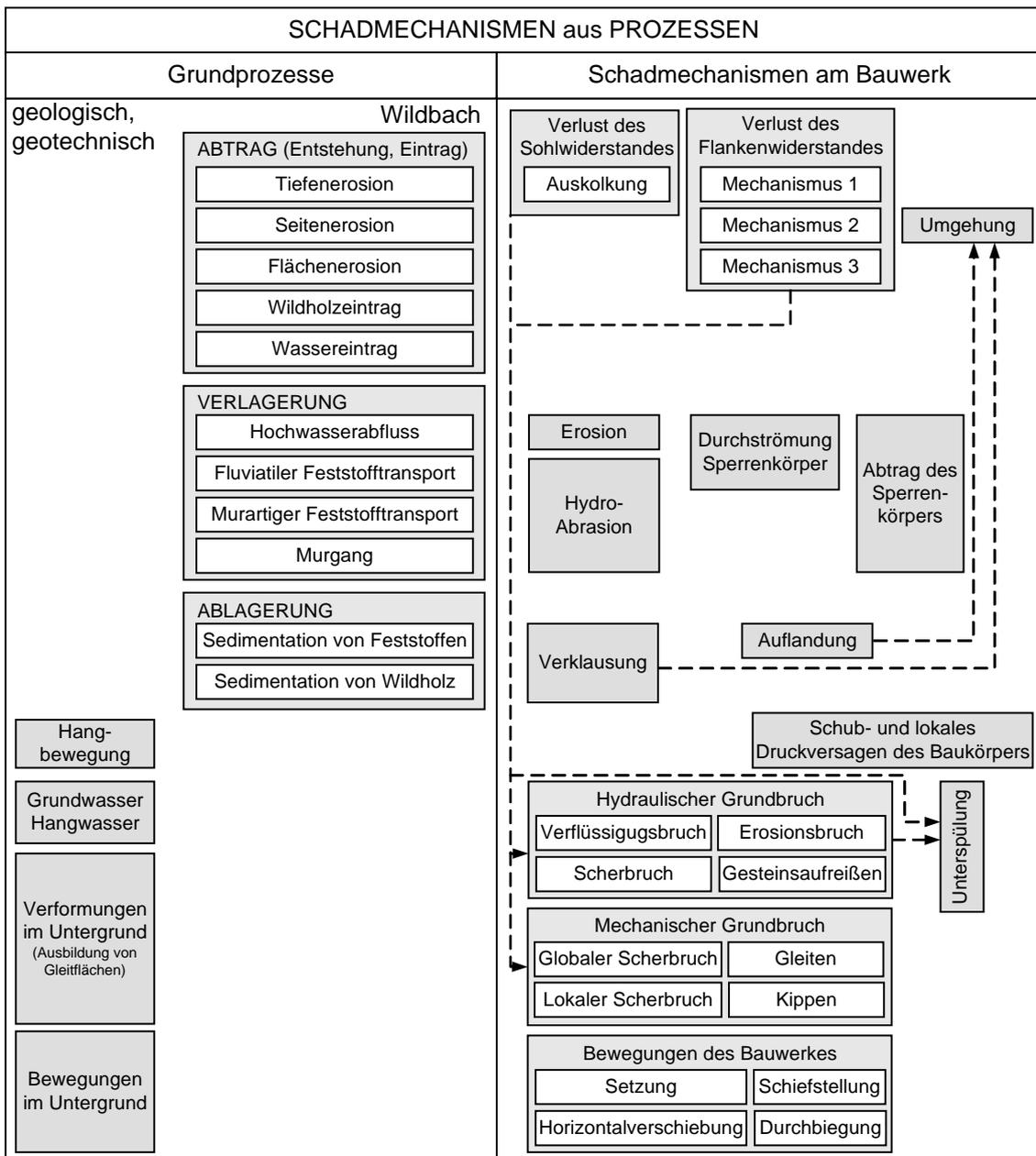
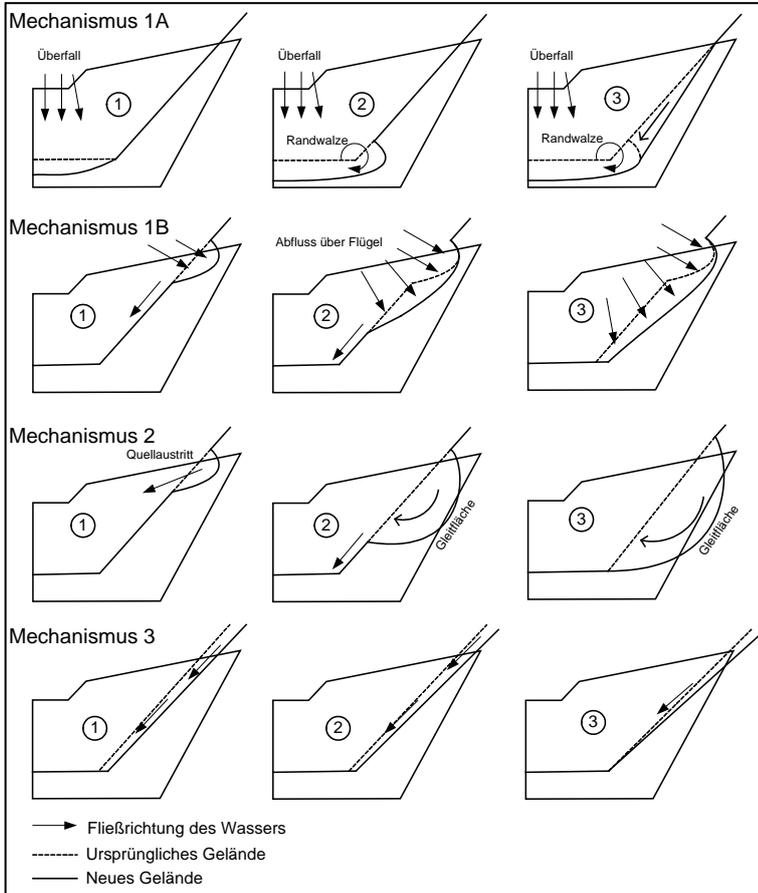


Abb. 8: Schadprozesse mit ihren jeweiligen zu Grunde liegenden Grundprozessen (aus [7]).



Verlust des seitlichen Flankenwiderstandes



Mechanismus 1A) Abrutschen der seitlichen Hänge durch die Ausbreitung des Kolkes (Tiefenerosion) und Seitenerosion durch die Randwalzen.

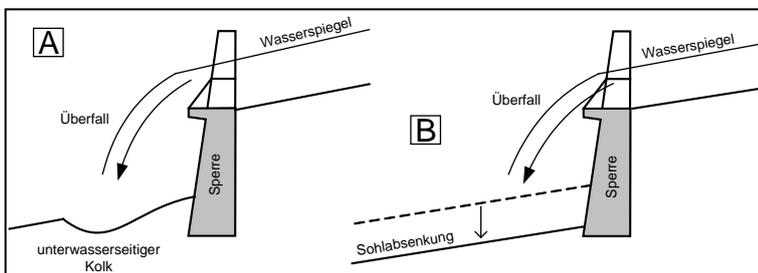
Mechanismus 1B) Unplangemässer Abfluss über die Flügel und Abtrag der seitlichen Hänge von Oben durch Auflandung im Sperrenvorfeld. Begünstigt durch zu flachen Anzug der Flügel.

Mechanismus 2) Böschungsbrüche beispielsweise aufgrund von Vernässungen (Quellaustritte) an labilen Hängen oder Teilabbrüche durch geologische Instabilitäten.

Mechanismus 3) Allmählicher Abtrag der seitlichen Hänge durch Oberflächenwasser. Begünstigung durch steile Böschungswinkel und fehlenden Erosionsschutz der Hänge.

Abb. 9: Mechanismen, die im Lockergestein zum Verlust des seitlichen Flankenwiderstandes führen (aus [7]).

Verlust des Sohlwiderstandes



A) Kolkbildung: Örtlich begrenzte, durch Strömungsturbulenzen verursachte Vertiefung.

B) Sohlabsenkung: Wenn plangemäßes Verlandungsgefälle im verbauten Abschnitt zu steil angenommen. Die für den Transport verfügbare Geschiebemenge geringer ist, als die Transportkapazität des vorherrschenden Abflusses.

Abb. 10: Verlust des Sohlwiderstandes bei Sperren und Grundschwellen (Schnitt durch die Sperre entlang der Bachachse (aus [7]).



Hydraulische Bemessung von Konsolidierungssperren (M. Schwarz)

Systemübersicht

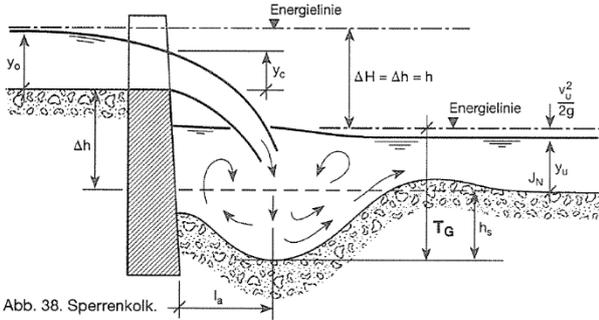


Abb. 38. Sperrenkolk.

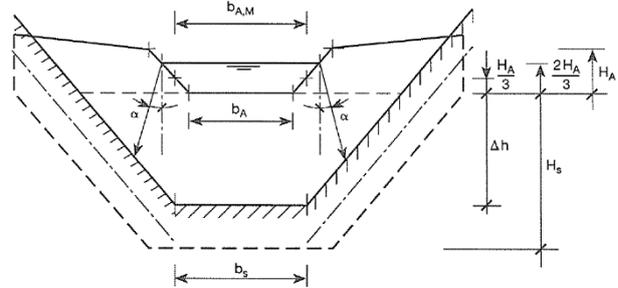
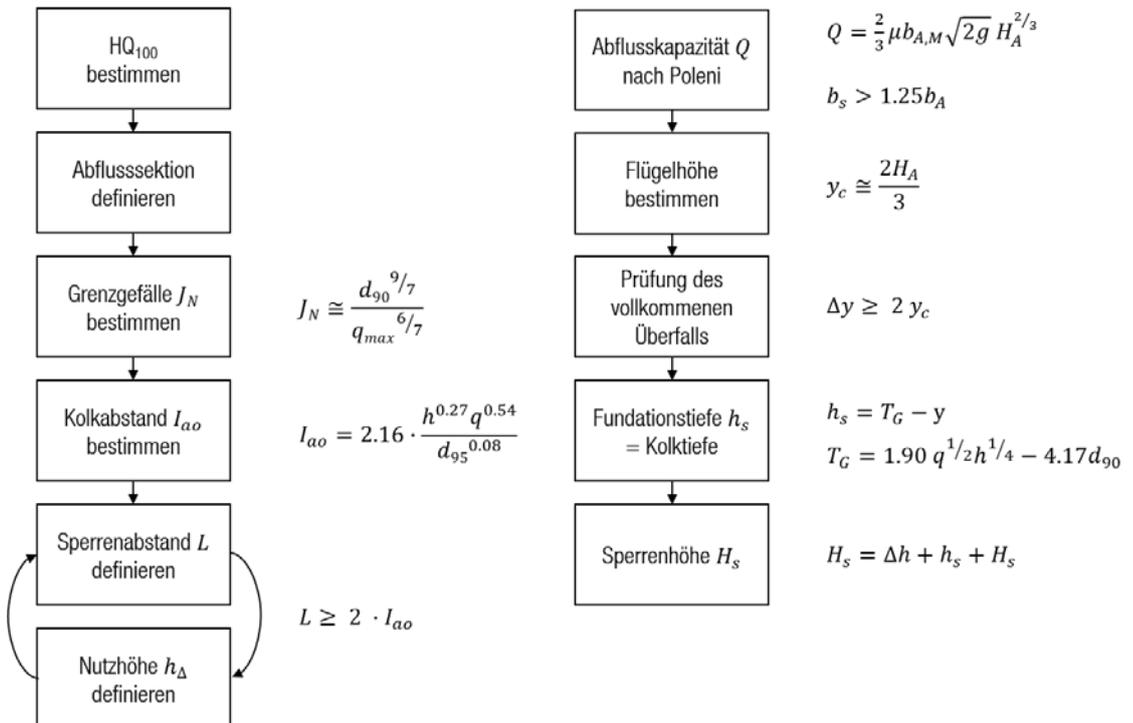


Abb. 13: Das System Konsolidierungssperre Frontalansicht (aus [1]).

Abb. 12: Das System Konsolidierungssperre Seitenansicht (aus [1]).

Zehn Schritte zur Bemessung



- | | |
|---|---|
| d ₉₀ = Korngrösse bei p = 90% aus der Kornverteilungskurve [m] | q = Spezifische Abflusssektionsbreite [m] |
| d ₉₅ = Korngrösse bei p = 95% aus der Kornverteilungskurve [m] | q _{max} = Maximaler spezifischer Abfluss pro m Gerinnebreite [m ³ s ⁻¹ m ⁻¹] |
| b _A = Breite der Überfallkante [m] | wobei $q_{max} \cong \frac{Q_{max}}{b_m}$ und $\frac{b_m}{y} > 8$ |
| b _{A,M} = Mittlere Breite der Abflusssektion [m] | |
| b _m = Mittlere Gerinnebreite [m] | Q = Wasserabflusskapazität [m ³ s ⁻¹] |
| b _s = Bachsohlenbreite vor Sperre [m] | Q _{max} = Maximale Abflussmenge bei Bemessungshochwasser [m ³ s ⁻¹] |
| h = h _Δ = H _Δ = Energienlinien-Differenz = Nutzhöhe [m] | y = Wasserabflusstiefe [m] |
| H _A = Höhe Abflusssektion [m] | y _c = Kritische Wasserabflusstiefe [m] |
| h _s = Kolktiefe [m] | Δy = Überfallhöhe [m] |
| H _s = Sperrhöhe ab Fundament [m] | |
| μ = Beiwert, bei Trapezprofil i.d.R. μ = 0.55 | |



Seitliche Einbindung

Beanspruchung der Einbindungen/Flügelbereiche

Die Flügelbereiche sind prozessseitig durch Erd- und Wasserdrücke beansprucht. Im Bereich oberhalb der Bachsohle bzw. Anschüttungen der Flügel kommen dynamische Wasser- und ev. Murdrücke dazu. Verkläuerungen im Bereich der Abflussektion vergrößern die Einwirkungen. Luftseitig dient die Einbindung der Flügel zum Aufbau der Flankenwiderstände. Diese sind ein wichtiger Beitrag zur Standsicherheit der Sperre.

Gefährdungsbilder

Holzverwitterung
(Primäre Gefährdung) Im Bereich der seitlichen Einbindung treten diese Schäden aufgrund der günstigen Feuchteverhältnisse (Pilzwachstum) durch den Übergang von Luft zum Boden (Wechselfeuchter Bereich) verstärkt auf.

Verlust Flankenwiderstand
(Primäre Gefährdung) Hier kommen verschiedene Mechanismen zum Tragen, die im Teil *Tragwerksanalyse* beschrieben sind. Der Flankenwiderstand steht auch in Zusammenhang mit Prozessen im Sperrenvorfeld. (siehe *Sekundäre Gefährdungen* unter *Sperrenvorfeld*).

Abtrag von Sperrflügeln
(Primäre Gefährdung) Die oberen Teile der seitlichen Sperrflügel gelten als besonders exponiert. Bei Konsolidierungssperren sind sie in der Regel die einzigen Sperrteile, die von den Prozessen direkt beaufschlagt werden.

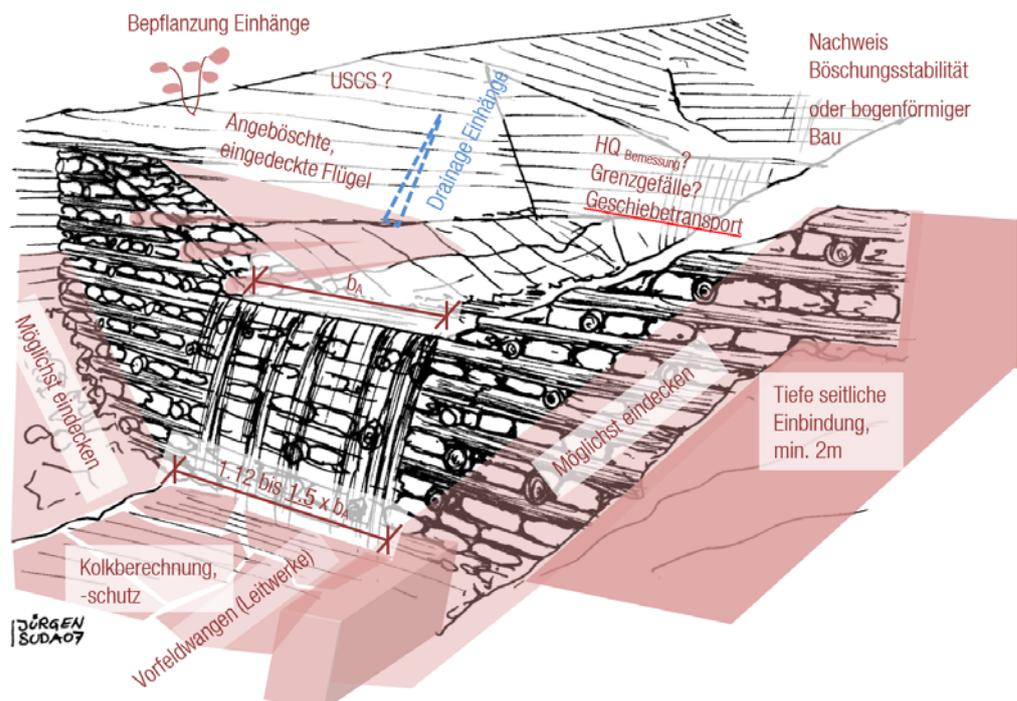
Besonders stark beansprucht bzw. überbeansprucht werden Flügel von Konsolidierungssperren, wenn:

- die Abflussektion zu gering oder ungünstig dimensioniert wurde
- der Hochwasserabfluss über dem des Bemessungshochwassers liegt
- sich Geschiebeanlandungen im wasserseitigen Vorfeld bilden und sich die Bachachse verlagert
- die Flügel durch einen Murgang überlastet werden

Besonders aufgesetzte Flügel aus Fremdmaterialien (Gabionen, Stein, Beton) können leicht abgeschert werden.

Kippen / Gleiten
(Sekundäre Gefährdung) Sind Flankenwiderstände nicht mehr vorhanden, ist die Sicherheit gegen Gleiten und insbesondere gegen Kippen herabgesetzt. Gewichtssperren sind für diesen Versagensmechanismus weniger anfällig.

Massnahmenbeispiele





Luftseitiges Sperrenvorfeld

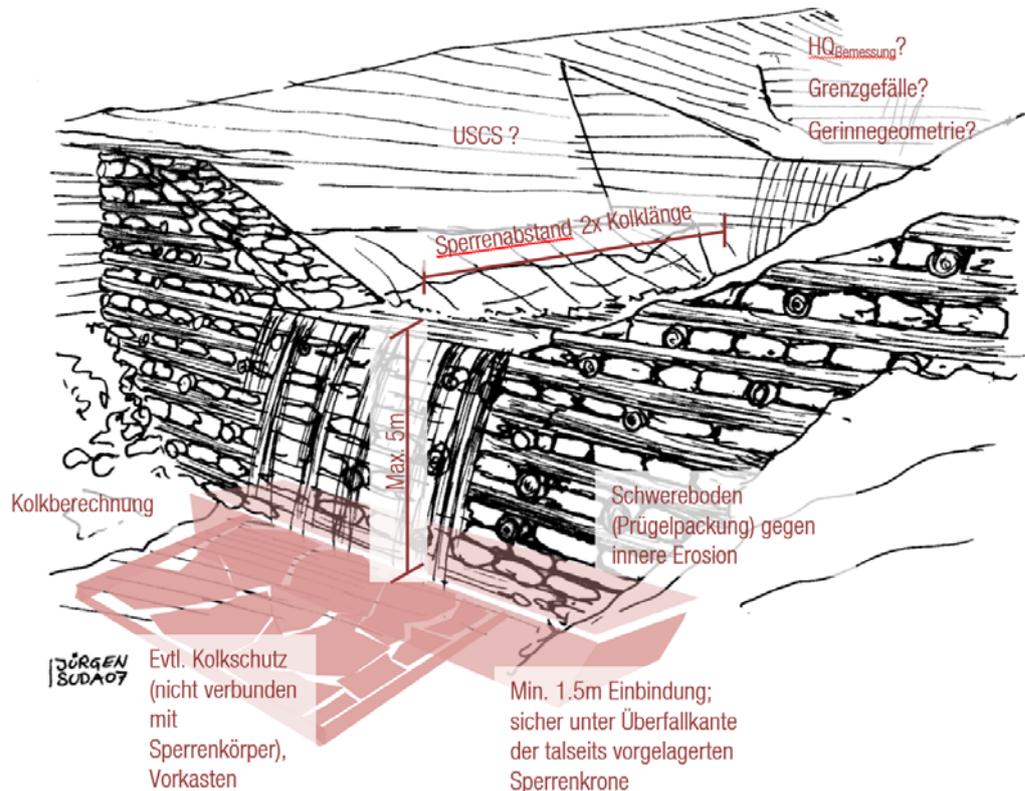
Beanspruchung der Einbindungen/Flügelbereiche

Das Sperrenvorfeld ist hauptsächlich durch den Überfall des Wassers über die Abflusssektion der Sperre beansprucht. Durch diesen Überfall bildet sich vor der Sperre ein Kolk aus. Die Einbindung der Sperre in der Sohle bildet gleichzeitig mit den Flankenwiderständen maßgeblich den Widerstand gegen Gleiten. Bei einem Fehlen der unteren Einbindung ist die weitere Standsicherheit nur mehr von der Höhe der seitlichen Flankenwiderstände abhängig.

Gefährdungsbilder

Verlust Sohlwiderstand (Primäre Gefährdung)	Hier kommen zwei Mechanismen, namentlich Kolkbildung und Sohlabsenkung zum Tragen, die im Teil <i>Tragwerksanalyse</i> beschrieben sind. Bei beiden Mechanismen kommt es an Sperren zu einem Verlust der luftseitigen Einbindung. Holzkastensperren können trotz Verlust des Sohlwiderstandes noch bedingt standsicher sein. Es kommt dabei zu einer Umlagerung der Lasten in die Flanken.
Unterspülung (Sekundäre Gefährdung)	Bei ausreichend tragfähigen Flanken kann als Folge ein hydraulischer Grundbruch und eine Unterspülung des Bauwerksmitteiles auftreten.
Kippen / Gleiten (Sekundäre Gefährdung)	Sind zusätzlich die Flankenwiderstände nicht mehr vorhanden, ist die Sicherheit gegen Gleiten, Kippen und mechanischen Grundbruch herabgesetzt. Gewichtssperren sind für diesen Versagensmechanismus weniger anfällig. Allerdings verringert sich in jedem Fall die Sicherheit gegen mechanischen Grundbruch.
Verlust Flankenwiderstand (Sekundäre Gefährdung)	Durch die Eintiefung kann die Mobilisierung der seitlichen Hänge (sackender Talzusub) und ein Verlust des Widerstandes in den Flanken initiiert werden.
Hydroabrasiv-Verschleiss (Sekundäre Gefährdung)	Frei liegende Fundamenteile sind auch einer höheren Beanspruchung durch Verschleiß ausgesetzt.

Massnahmenbeispiele





Abflussektion

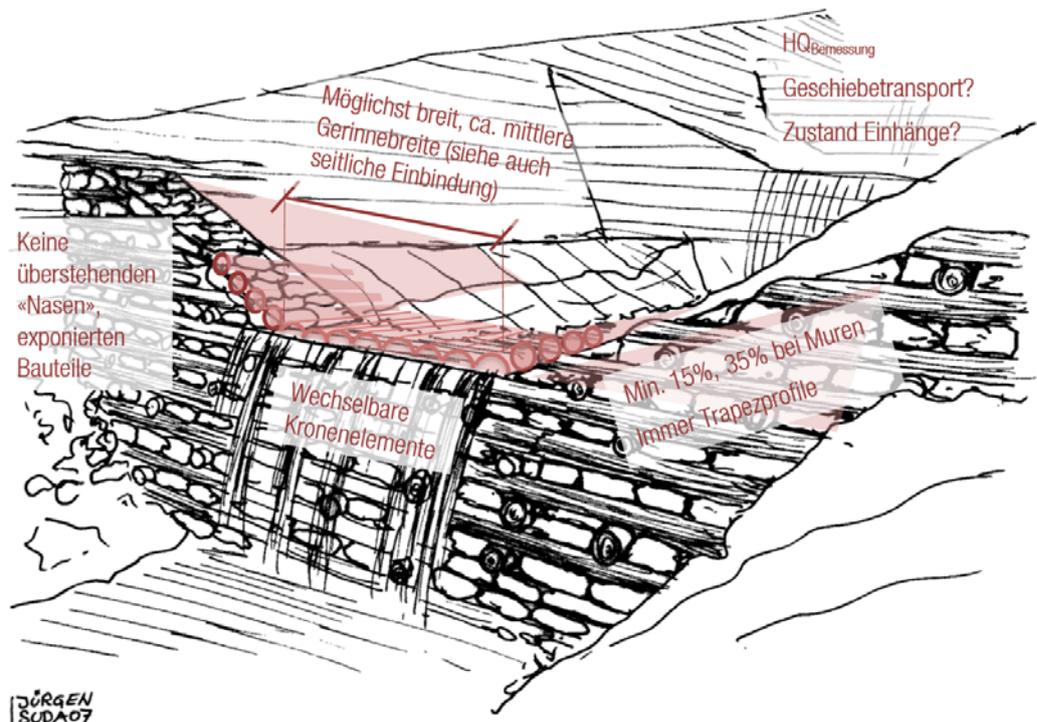
Beanspruchung der Abflussektion

Die Abflussektion ist hauptsächlich durch den Abfluss des Wassers inkl. Geschiebanteil beansprucht. Dadurch kommt es in diesem Bereich zu einer verstärkten Beanspruchung durch Hydroabrasion.

Gefährdungsbilder

Abrasion, schleifend (Primäre Gefährdung)	Schleifende Abrasion ist am obersten Längsbalken im Bereich der Abflussektion zu beobachten. Der oberste Balken ist meist, je nach Strömungsrichtungen, ungleichmäßig abgeschliffen und besitzt eine wellenförmige Oberfläche. Die Oberfläche wirkt glatt geschliffen.
Abrasion, schlagend (Primäre Gefährdung)	Die Flügelbereiche werden häufig durch Abrasion mit eher schlagendem Anteil beschädigt. Derart beaufschlagte Hölzer weisen eine mechanische Beschädigung auf. Diese erkennt man generell an der aufgefaserter Oberfläche und an abgerissenen Teilen. An besonders empfindlichen Stellen, wie am Stirnholz, sind diese Schäden besonders stark ausgeprägt. Besonders stark beansprucht bzw. überbeansprucht werden Flügel von Konsolidierungssperren, wenn die Abflussektion zu gering oder ungünstig dimensioniert wurde.
Abtrag von Teilen (Sekundäre Gefährdung)	Leichte Abrasionsschäden sind unbedenklich. Querschnittsveränderungen an tragenden Holzteilen führen allerdings im Laufe der Zeit zu einer Verringerung der Tragfähigkeit. Die Folge von zerstörten tragenden Holzteilen kann ein Abtragen der oberen Flügelbereiche, eine Erosion des gesamten Sperrkörpers und/oder Ausschwemmen der Füllung des Kastens sein.
Biogener Holzabbau (Sekundäre Gefährdung)	Schlagende Abrasion kann biologische Schädigungsmechanismen durch Zerstörung der Holzoberfläche (Vergrößerung der Angriffsfläche) begünstigen oder auslösen.

Massnahmenbeispiele





Hinterfüllung

Beanspruchung der Hinterfüllung/Auffüllung

Die Auffüllung des Holzkastens ist durch hydrostatische Wasserdrücke beansprucht. Durch das Potentialgefälle vor und hinter der Sperre kommt es weiter zur Beanspruchung durch Strömungswasserdrücke.

Gefährdungsbilder

Durchströmung
(Primäre Gefährdung)

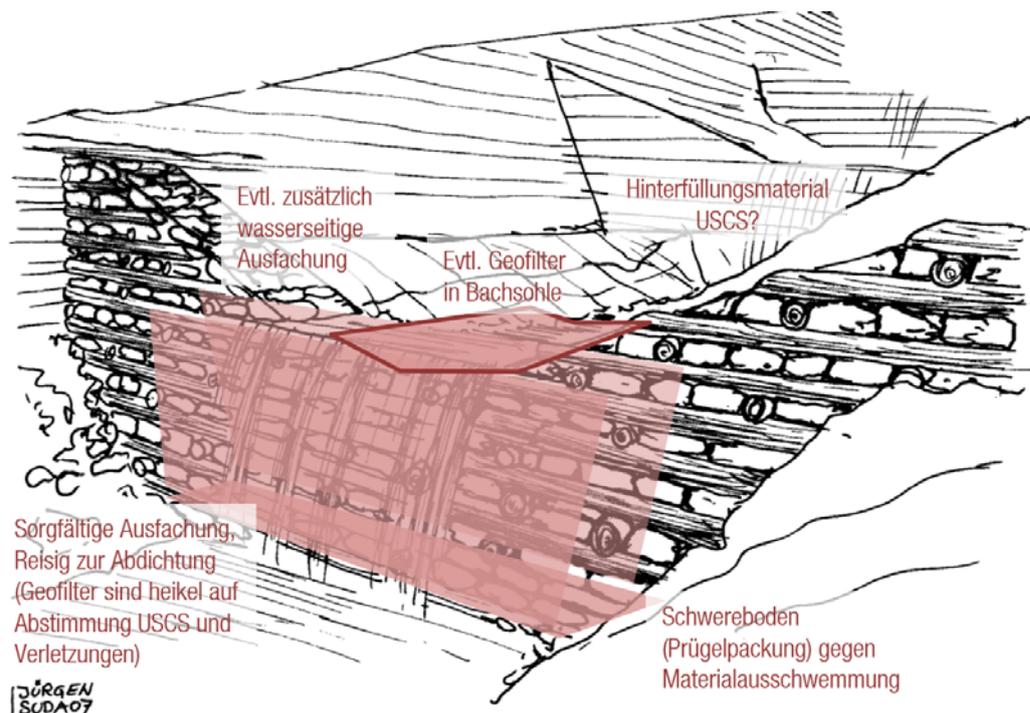
Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung an diesen Bauwerken ist selbst kein Schaden, kann aber zu einer Reduktion der Dauerhaftigkeit führen. Dabei kann die Dauerhaftigkeit des tragenden Holzquerschnittes, der Ausfachung oder des Füllmaterials reduziert werden.

An Holzkastenbauwerken findet eine plangemäße Durchsickerung des Sperrkörpers statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt.

Innere Erosion
(Primäre Gefährdung)

Durch innere Erosion hauptsächlich ausgelöst durch eine beschädigte Ausfachung wird das Füllmaterial des Kastens ausgeschwemmt. Dadurch kommt es zu einem Verlust der Gebrauchstauglichkeit und bei weiterem fortschreiten der Erosion zu einem Verlust der Standsicherheit. Besonders wichtig ist der Zustand der Krone und der Ausfachungen zwischen den Längshölzern.

Massnahmenbeispiele





Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur

- [1] Böll A, 1997. Wildbach und Hangverbau. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf, 123 S.
- [2] Hübl J, Holzinger G, Wehrmann H, 2003. Klassifikation von Wildbachsperrern. WLS Report 50 (2). Universität für Bodenkultur BOKU Wien, unveröffentlicht.
- [3] Piton G, Carladou S, Recking A, Tacnet J-M, Liébault F, Kuss D, Quefféléa Y, Marco O, 2016. Why do we build check dams in Alpine streams? An historical perspective from the French experience. Earth Surface Processes Landforms 42 (2016), 91–108.
- [4] Romang H, 2004. Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen. Geographica Bernensia G 73, Geografisches Institut der Universität Bern, Bern, 211 S.
- [5] Schneider J, 1981/82. Holzbau, 1 Grundlagen des Holzbaus. Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung, ETH Zürich. Eigenverlag, Zürich, unbekannte Seitenzahl.
- [6] Sutter H-P, 1986. Holzschädlinge an Kulturgütern erkennen und bekämpfen. Haupt, Stuttgart, unbekannte Seitenzahl.
- [7] Suda J, Hübl J, 2007. Schäden und Schadensmechanismen an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung. Wildbach- und Lawinenverbau 155 (71), 56-83.
- [8] Suda J, 2012. Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren. Guthmann-Petersen, Wien, 822 S.

Weitere Literatur-Empfehlungen

- Bergmeister K, Suda J, Hübl J, Rudolf-Miklau F, 2009. Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst & Sohn, Berlin, 211 S.
- Böll A, Gerber W, Graf F, Rickli C, 1999. Holzkonstruktionen im Wildbach-, Hang- und Rensenverbau. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf, 60 S.
- Patt H, Gonsowski P, 2011. Wasserbau. Grundlagen, Gestaltung von wasserbaulichen Bauwerken und Anlagen (7. Auflage). Springer, Berlin, 420 S.
- Suda J, Sicher P, Lamprecht D, 2007a. Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung Teil 1. Schädigungsmechanismen und Bauwerkserhaltung. Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur BOKU Wien. Eigenverlag, Wien, 402 S.
- Suda J, Sicher P, Lamprecht D, 2007b. Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung Teil 1. Schadensdokumentation, Schadenstypenkatalog. Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur BOKU Wien. Eigenverlag, Wien, 402 S.



Anhang: Ausführungsbeispiele aus verschiedenen Regionen

Systemskizze Steiermark AUT

Jörg Weitbacher, Wildbach- und Lawinenverbauung, Förster, Bauführer, GBL Steiermark Ost

Ort	Steiermark, Gemeinde Gasen, Bezirk Weiz, Grubbauerngraben, E=0,25km ² , Höchster Punkt 1200m, Vorfluter Gasenbach 840m, HQ150=5,5m ³ /sec., GF150=900m ³ /sec.
Geologie	Grenzbereich des Grazer Paläozoikum zu Höheren Metamorphen Schollen, Phyllitischer Glimmerschiefer
Boden	Braunerde
Niederschlag	Niederschlagsmenge 1000 mm/a, Station Fischbach, max. 136mm in 24Std. am 1.8.1986.
Gerinneausrichtung	Laufrichtung N - S
Geschiebe	Großflächige Hangrutsche mit Wildholzeintrag in das Gerinne. Pauschalgefälle 35%. Murstoßartige Abfluss Konzentration zu erwarten.
Konstruktion	<p>Holz: Lärche, geschält (25-32cm Querhölzer, 12-18cm Zangen und Schwerboden), vorgebohrt, Nägel ungespitzt mit Kompressor, Zangen unterseits ausgekehrt (höhere Reibung)</p> <p>Flügel: In Holz, aufgesetzt oder häufig schräg eingesteckt (wenig Angriff)</p> <p>Abflusssektion: Holzbedielung an Überfallkante (Ersetzbarkeit)</p> <p>Ausfuchung: Holz, rund, gut angepasst, seltener Steine</p> <p>Auffüllung: vorhandenes Lockermaterial, möglichst blockig</p> <p>Anzug: 10:1</p> <p>Leitwerke: teilweise</p> <p>Kolkschutz: Schwereboden gegen innere Erosion, Tiefe Einbindung: min. 1,00m, Eindeckung mit 0% von Abflusssektion auf Einbindung des dahinter liegenden Werkes, z.T. Fallbett mit Längsbedielung</p> <p>Weiteres: Fachwerksgemässe Verbindungen (Zangen unterseits ausgefräst), Längsbedielung gut bei Murgang, seitliche Einbindung mindestens 1,50m in gewachsenen Boden.</p>
Durchbildung	Häufig als Sperrentreppe (zusammenhängend), Schwereboden zwingend, luft- und wasserseitig kraftschlüssig verbinden mit Schwereboden und Vorkasten (Fallbett, Hangrost, o.ä.)

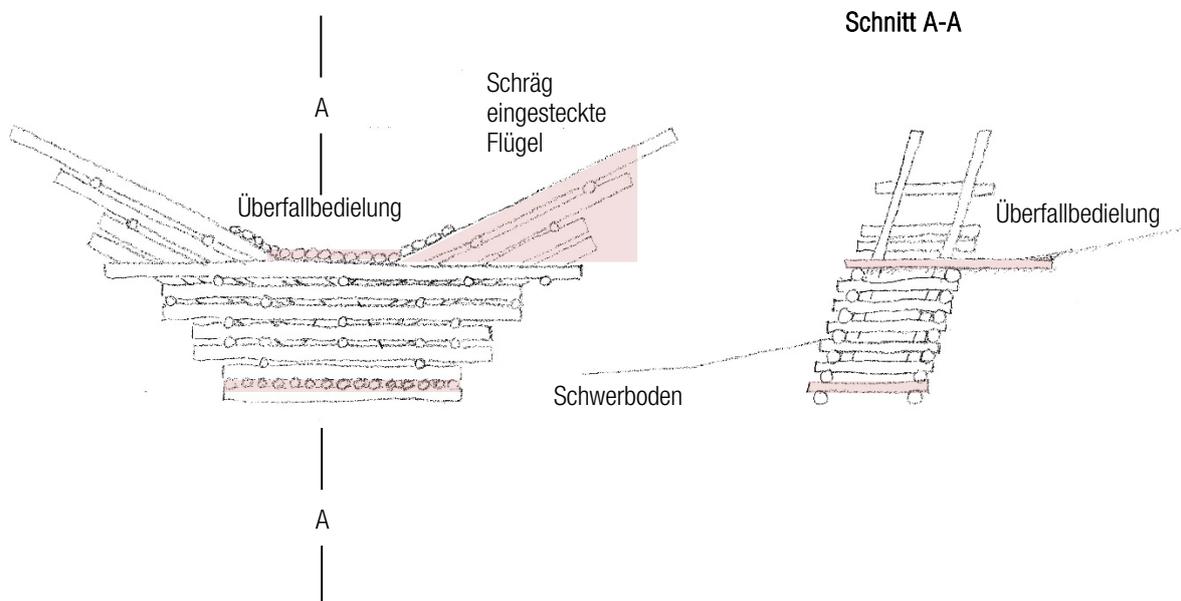




Abb. 1: Schwerboden (links) und Längsdielen für den Kolkchutz (Weitbacher, WLV).



Abb. 2: Eingesteckte Flügel, und fertige Verbauung in der Steiermark (Weitbacher, WLV).



Systemskizze Val Müstair GR

Nach Flurin Bott, Revierförster

Ort	Val Müstair
Geologie	Trias und Perm, Mesozoische Sedimente, Konglomerate u Brekzien, z.T. Sandsteinlagen
Boden	Rendzina, Braunerde, <u>Silt</u> , Lehm, Ranker
Niederschlag	700 bis 870 mm/a, z.T. auch Trockenzeiten. HQ100 _{24h} 100-120 mm
Gerinneausrichtung	Diverse, v.a. E, S, N-NE,
Geschiebe	Schwebstoffe bis mergelartig; Kornzusammensetzung fein bis 2-3m ³ (insbesondere bei Hagel im Sommer)
Konstruktion	<p>Holz: Ausschliesslich Lärche, entrindet (> 30-40 cm), vorgebohrt, Nägel ungespitzt von Hand</p> <p>Flügel: Ausschliesslich Holz, möglichst breit, V-förmig zulaufend und eingedeckt</p> <p>Abflusssektion: Trapezförmig, mit Längsdielen</p> <p>Ausfachung: Holz</p> <p>Anzug: Flacher als 5:1; 2:1 bis 1:1 (Stabilität, Dauerhaftigkeit)</p> <p>Leitwerke: häufig Längsverbau und Entwässerungen (Baumfaschinen)</p> <p>Kolkchutz: Praktisch immer Vorkasten mit Steinen oder Beton ausgekleidet.</p> <p>Spezielles: Möglichst vollständige Eindeckung, häufig auch bogenförmig «eingespannt», dann gestossen aber ohne durchgehende Fugen!, häufig in Kombination mit Pflanzungen</p>
Durchbildung	Meist Einzelsperren, daher häufig Vorsperren; Vollverbau selten; grosser Aushub ist wichtig; kleine, dafür wirken viele Sperren besser

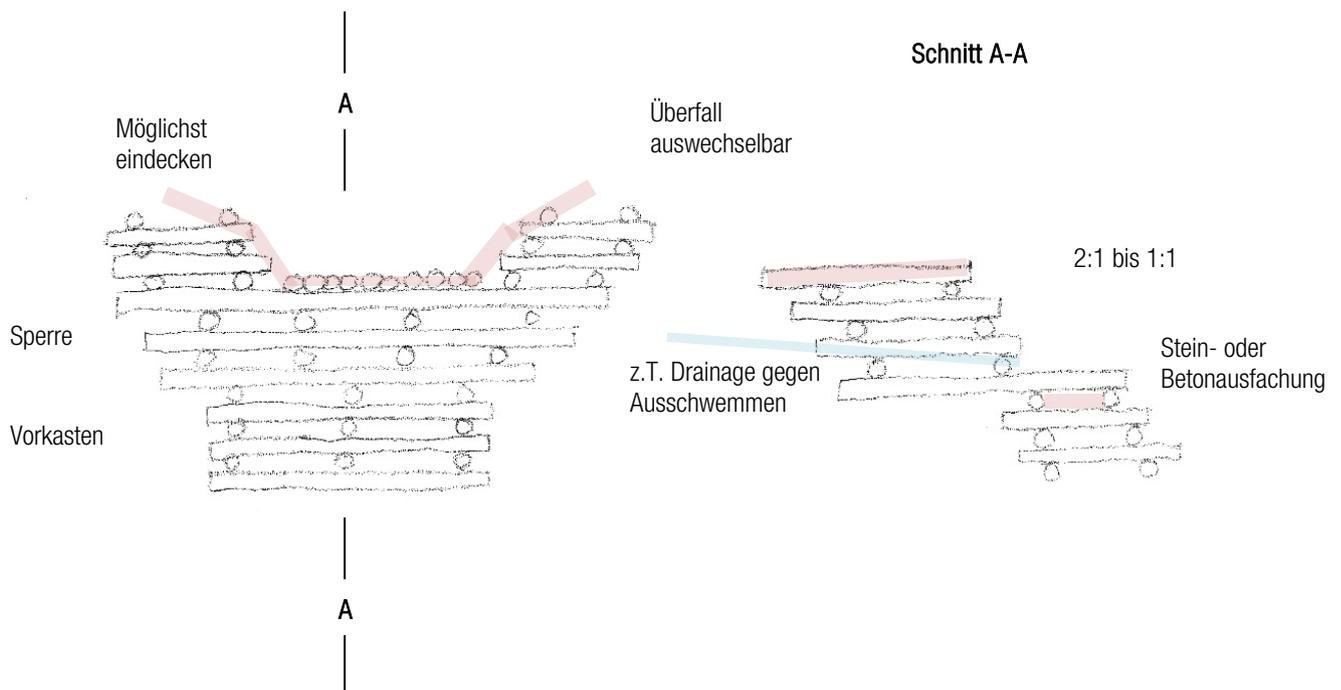




Abb. 1: Sperre ohne Füllhölzer, da flacher Anzug und Pflanzung bewurzelter Gehölze folgen (Bild: F. Bott)



Abb. 2: Hier ist der flache Anzug deutlich sichtbar. Das Holz kann praktisch ganz überdeckt werden (Bild: F. Bott).



Systemskizze Gams SG

Nach Martin Dürr, Bagger-Unternehmen Dürr

Ort	Gams
Geologie	Kreide, Mesozoische Sedimente, <u>Kalksteine</u> und Sandsteine z.T. Mergellagen Wallmoränen (Quartär), Tone, Silte, Sande mit Blöcken
Boden	Regosol, Gley- und Moorböden, <u>Gehängelehm</u> , gehemmt durchlässig, Braunerde
Niederschlag	1700 bis 2000 mm/a, keine Trockenzeiten; HQ100 _{24h} 130-150 mm
Gerinneausrichtung	E-SE
Geschiebe	Sedimente meist bis Kopfgross Kornzusammensetzung, (80% 0-30 mm, 20% 30 -40 mm) Alle 4-5 a von 8000 m3 andere von 350 bis 650 m3.
Konstruktion	<p>Holz: <u>Lokal anfallend</u>; überwiegend Tanne, einzeln Fichte (40-60 cm), Ansicht Handentrindet, kein Vorbohren, Nägel ungespitzt mit Kompressor</p> <p>Flügel: <u>Aufgesetzte Steine hinter Leithölzern</u>; Holz wird nie verwendet.</p> <p>Abflussektion: Steine zwischen obersten Schwellen und/oder doppeltes Überfallholz (hintereinander horizontal und vertikal vernagelt)</p> <p>Ausfachung: Holz wegen Wirtschaftlichkeit, funktioniert gut; auf Wunsch Steine wie früher</p> <p>Anzug: <u>Etwas flacher als 5:1 (Befeuchtung)</u>, keine Nasen</p> <p>Leitwerke: Nicht explizit, da Vollverbau. Anböschung der Flügel.</p> <p>Kolkchutz: Tiefe Sohleinbindung, Giebelstücke als Füllung quer gegen Ausschwemmen zw. untersten Schwellenlagen</p> <p>Spezielles: Lehmiges Material zur Eindeckung (konserviert), praktisch kein Auswaschen, <u>Überfallholz wird teilweise gewechselt</u> (1 Tag Aufwand), hoher Kontrollturnus (jährlich zweimal)</p>
Durchbildung	Vollverbau, fast ausschliesslich, <u>viel Entwässerung im Gebiet</u> , <u>Baustart mit Zangen</u> (Wasserhaltung)

Schnitt A-A

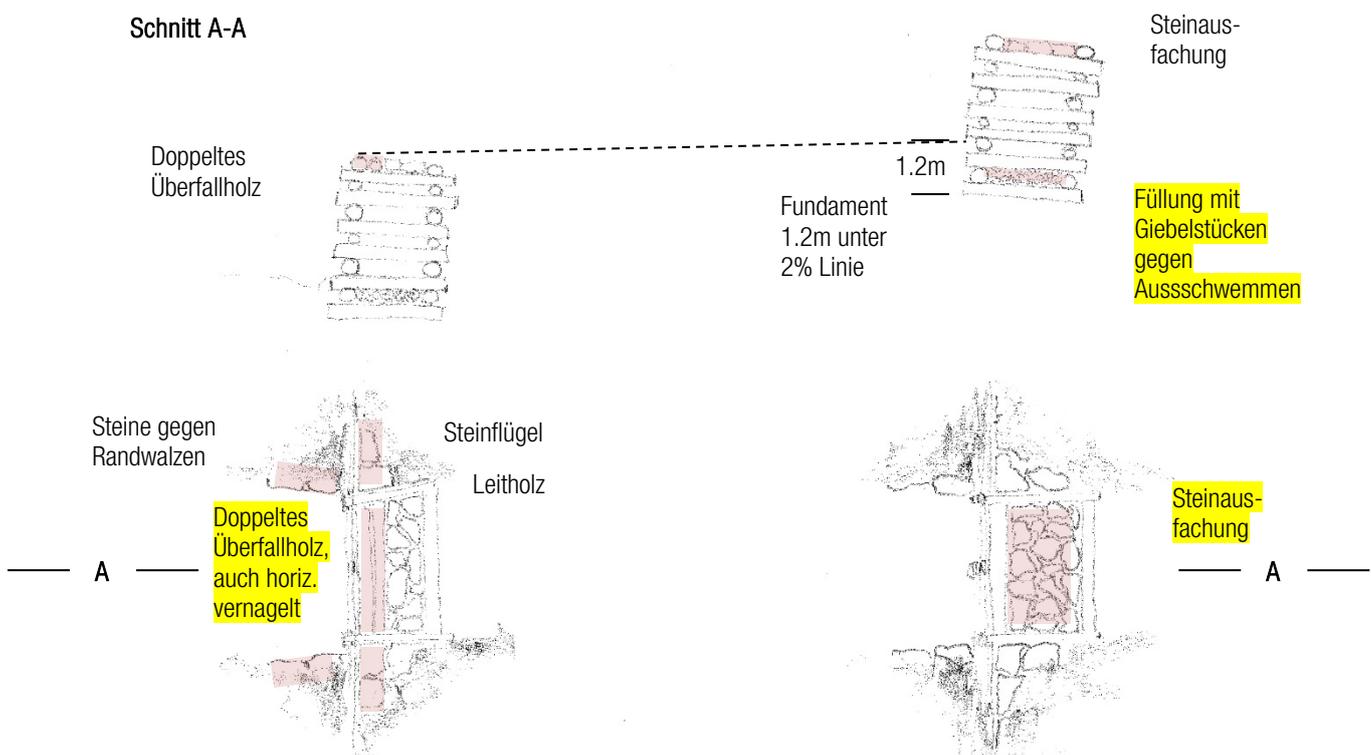




Abb. 1: Sperre nach aktueller Bauweise (Bild: fobatec).



Abb. 2: Alte Sperre (ca. 20 jährig) noch mit Steinausfachung, Leitmauerwerken und Längsdielen (Bild: fobatec).



Systemskizze Plaffeien FR

Franz Thalmann, Revierförster Plaffeien

Ort	Plaffeien, Schwarzsee, Sense
Geologie	Geologie Kreide, Mesozoische Sedimente, Sandsteine mit Mergellagen, z.T. Tone, Silte, Sande mit Blöcken
Boden	Regosol, Gley- und Moorboden, Gehängelehm, gehemmt durchlässig, Gurnigelflysch, Materialverlagerung/-ausschwemmung inexistent
Niederschlag	Niederschlagsmenge 1300 bis 1700 mm/a, keine Trockenzeiten; HQ100 _{24h} 130-150 mm
Gerinneausrichtung	NW-N-NE, W und E
Geschiebe	Wenig Geschiebetransport; wo nicht verbaut auch murgangartig; Kornzusammensetzung, lehmig bis blockig, viel aufgefurstet – weniger Erosion heute
Konstruktion	<p>Holz: Lokal anfallend; fast ausschliesslich Fichte (40-50 cm), nicht entrindet, kein Vorbohren, Nägel ungespitzt mit Kompressor</p> <p>Flügel: Nach hinten gezogen, d.h. V-förmige Anströmung, überdecken</p> <p>Abflussection: Trapezförmig, Längsdielen an Überfallkante (Ersetzbarkeit)</p> <p>Ausfachung: Holz (Füllhölzer), nicht mehr wie klassisches Greyerzersystem</p> <p>Anzug: k.A.</p> <p>Leitwerke: keine</p> <p>Kolkchutz: Tiefe Einbindung, Fallbett, ausgepflastert mit Steinen</p> <p>Weiteres: Querhölzer als Materialrückhalt, Blöcke an seilt. Einhängen unmittelbar vor Sperre, Einbinden nach hinten 3-5 m, sobald möglich (3 und mehrwandig)</p>
Durchbildung	grosszügiges Fundament, kein Stossen der Schwellen; abgestuft zusammenhängende, niedere Sperren (Vollverbau) ist besser als abgesetzte und hohe Werke, Immer Seilkrananlage zur Hilfe

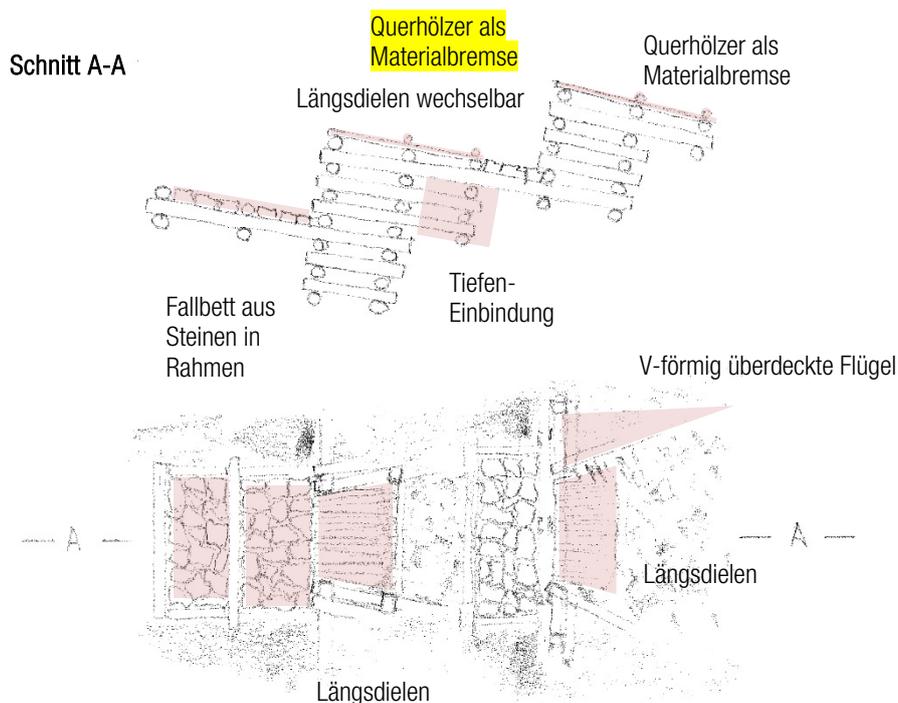




Abb. 1: Sperrtreppe im Sensebezirk, Kanton Fribourg (Bild: F. Thalmann)



Abb. 2: Fallbett gegen Kolk (Bild: F. Thalmann)



Systemskizze Sarnen OW (Besichtigungsobjekt)

Nach Beat Ettlín, belop GmbH

Ort	Schwandbach, Sarnen
Geologie	Kreide, Eozän, Sandsteine z.T. Mergellagen Wallmoränen (Quartär), Bergsturzmaterial (Blöcke, Gerölle)
Boden	Regosol, Anmooriger Gleyboden, mässig bis stark gehemmt durchlässig
Niederschlag	1600 bis 2000 mm/a, keine Trockenzeiten im Gewässer; HQ100 _{24h} 130 -150 mm
Gerinneausrichtung	E-SE
Geschiebe	Wenig Geschiebetransport; Kornzusammensetzung, tonig bis blockig
Konstruktion	<p>Holz: Fichte/ Tanne (25-60 cm), Douglasie für Überfallholz und Flügel; entrinnet, kein Vorbohren, Nägel ungespitzt mit Kompressor</p> <p>Flügel: kraftschlüssig mit Sperre verbunden, in Holz</p> <p>Abflusssektion: Blöcke/Steine im Überfall (siehe Abb. 2), Trapezprofil 3:1</p> <p>Ausfachung: Füllhölzer</p> <p>Anzug: 10:1 Sperrenkörper</p> <p>Leitwerke: Mit Blöcken 2:3 (siehe Abb. 1), da genügend Blöcke vorhanden, sonst gemäss Skizze lang eingebundene Flügel oder in Holz verbundene Sperren</p> <p>Kolkschutz: Blockbett beckenartig ausgekleidet (siehe Abb. 1)</p> <p>Spezielles: Zweimal kam Fels zum Vorschein, diese Sperren wurden im Fels verankert (Fixpunktsperren)</p>
Durchbildung	Vollverbau, Geofiltergewebe hinter Sperre und Flügel (siehe Abb. 2), Ansaat im 1. Jahr, Erlenpflanzung im 2. Jahr

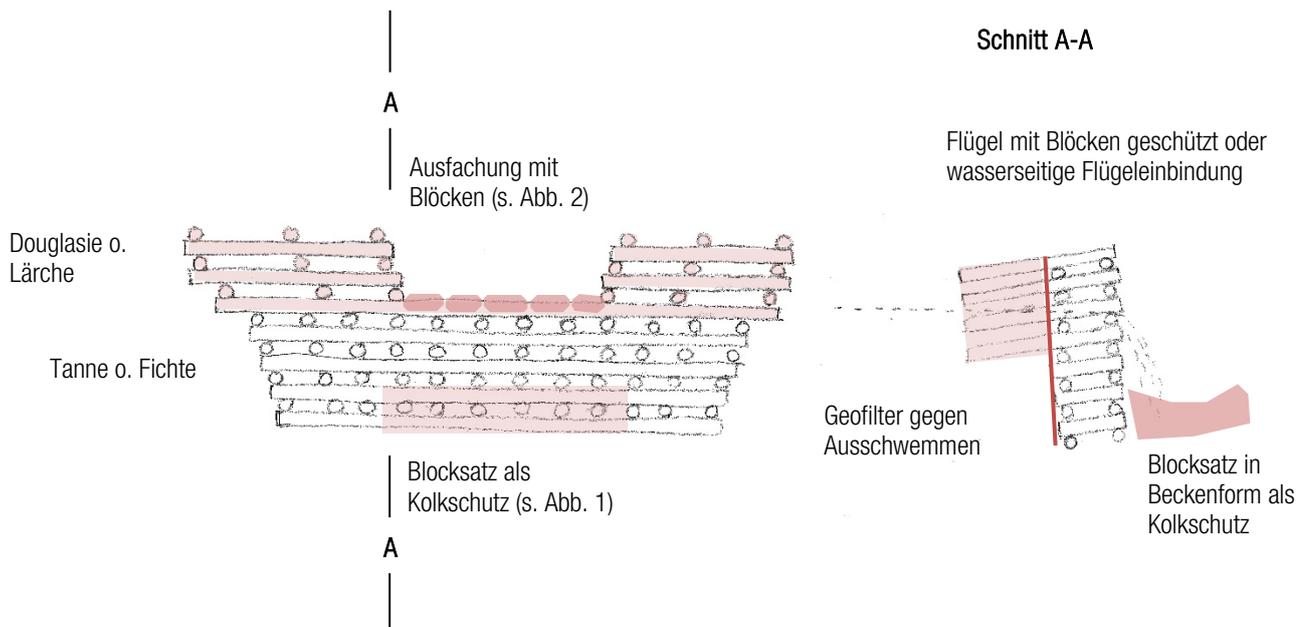




Abb. 1: Für den Kolkchutz wurde ein Becken aus Blöcken geschichtet (Bild: B. Ettlin).



Abb. 2: Abflusssektion mit Blockausfuchung und wasserseitig eingebautes Geofiltergewebe zur Verhinderung von Auswaschungen (Bild: B. Ettlin).

