

ANDREAS REITERER

Sicherungskonzept für den Balbierbach mit speziellen Bautypen

A protection concept for the Balbierbach using special construction types

Zusammenfassung:

In der Gebietsbauleitung Bludenz des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung in Vorarlberg wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten zwei spezielle Bautypen entwickelt, ein Absturzwerk mit luftseitigem Geschiebeablagerungsplatz und eine Sohlschwelle, welche die Durchgängigkeit für Wasserlebewesen auch unterhalb der Sohle ermöglicht. Am Beispiel des Sicherungskonzeptes für den Balbierbach in der Gemeinde St. Gallenkirch in Vorarlberg werden diese Bautypen dargestellt und erläutert.

Stichwörter:

Wildbach, Absturzwerk, Kammsperre

Abstract:

In the last years and decades, the natural hazard experts in the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, Department of Bludenz in Vorarlberg developed two special construction types: a drop structure with a retention basin downstream and a bed sill, which enables the migration of aquatic organisms within the streambed sediments. Using the example of the protection concept of the Balbierbach in the community of St. Gallenkirch in Vorarlberg the advantages of these construction types are presented and discussed in this article.

Keywords:

Torrent, drop structure, bed sill

Einleitung

Der Gebirgsabtrag durch Wildbäche in den Alpen ist ein natürlicher Vorgang. Wasser und Schwerkraft verlagern größere Materialmengen in die Täler. Dort werden sie seit Jahrtausenden in kegelartigen Strukturen großteils abgelagert, nur ein Teil erreichte in der Vergangenheit die damals unbeeinflussten Vorfluter.

Seit der Mensch die Alpen besiedelt hat, beeinflusst er diesen natürlichen Abtrags- und Ablagerungsprozess oder versucht ihn zu beeinflussen. Die Einzugsgebiete wurden teilweise entwaldet, die Wälder erschlossen, die Schwemmkegel besiedelt und die Vorfluter verändert. Am Balbierbach wird der Schwemmkegel für Siedlungs- und Infrastrukturzwecke und der Vorfluter III für Wasserkraftwerke intensiv genutzt.

Bachcharakteristik

Der Balbierbach ist ein rechtsufriger Zubringer der Ill (rätoromanisch: die Eilige) im Ortsteil Gortipohl der Gemeinde St. Gallenkirch im Bezirk Bludenz in Vorarlberg. Das 8,9 km² große Einzugsgebiet des Balbierbaches erstreckt sich von ca. 2500 m Seehöhe bis zur Mündung in 900 m Seehöhe, Ober- und Mittellauf weisen ein Gefälle von 30 – 150 % auf, der Unterlauf am steilen Schwemmkegel immer noch 10 – 25 %. Bei hm 8,00 trennt ein 20 m hoher Wasserfall die Mittellaufstrecke vom Schwemmkegel.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei ca. 1300 mm, das höchste gemessene Tagesmaximum bei ca. 100 mm. Der Balbierbach ist ganzjährig wasserführend, das HQ 150 wird im Gefahrenzonenplan mit 45 m³/s angegeben.

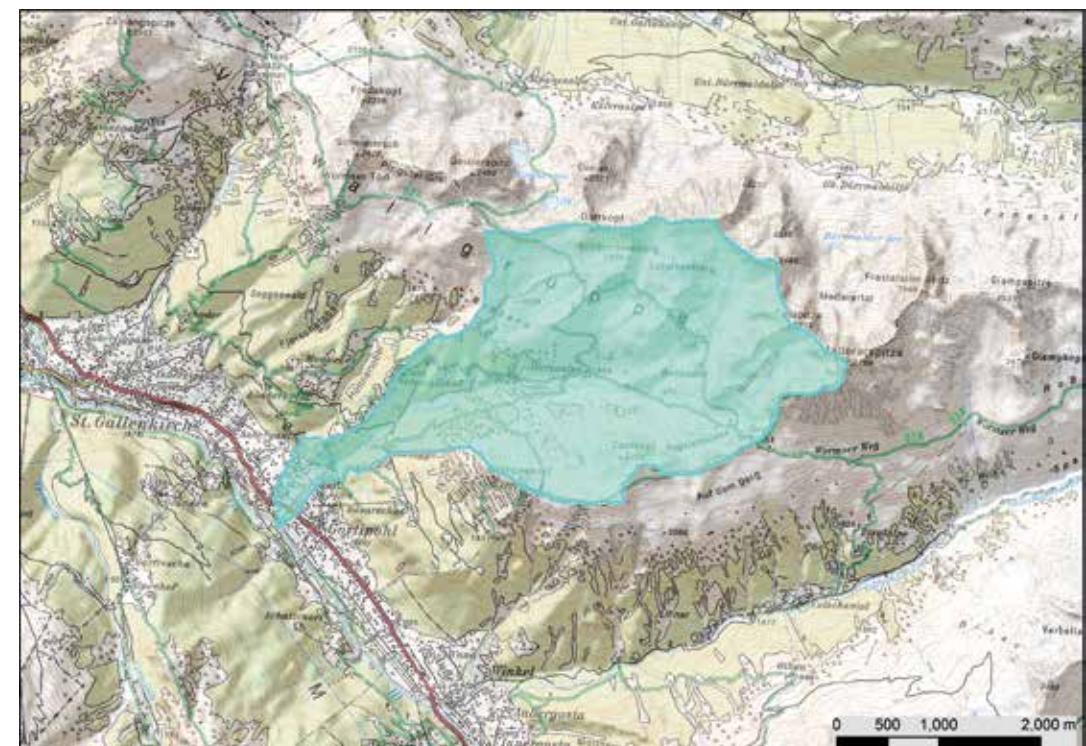


Abb. 1: Lage des Balbierbaches

Fig. 1: Location of the catchment area

Das Einzugsgebiet liegt im Kristallin der Silvrettadecke und wird von harten (Amphibolit- und Hornblende-) Gneisen und rutschgefährlichen Glimmerschiefern aufgebaut, die zusätzlich zum vorhandenen Altschutt Jungschutt als Geschiebe liefern. Die im Rahmen der Gefahrenzoneneplanerstellung ermittelte Geschiebefracht von 50.000 m³ wird als Geschiebe murartig oder als Mure über mehrere hohe Wasserfälle aus dem steilen Mittellauf, der seitliche Einrutschungen aufweist, auf den Schwemmkegel verfrachtet.

Im Gefahrenzonenplan wird dargestellt, dass sich 13 Objekte (Wohnhäuser und Nebengebäude) in der Roten Gefahrenzone sowie 78 Objekte (darunter 2 Schulen, die Kirche, Kaufhäuser, Gewerbebetriebe, Hotels, Wohnhäuser usw.) in der Gelben Gefahrenzone befinden. 140 m der Silvrettastraße L 188 befinden sich in der Roten und 390 m in der Gelben Wildbachzone.

Historische Ereignisse in den Jahren 1762, 1956, 1964, 1967, 1999 und 2005 bestätigen diese Zonenausweisung, wobei man sich das Schadereignis wie folgt vorzustellen hat: Über den 20 m hohen Wasserfall erreicht das Ereignis den Schwemmkegelhals und wird dort teilweise abgelagert, in jedem Fall kann hier nach Verfüllen des

Bachbettes im obersten Schwemmkegelbereich ein Bachausbruch über den gesamten Schwemmkegel erfolgen. Bei kleineren Ereignissen bleibt das Wasser und Murrmaterial im Bachbett, erodiert das steile Schwemmkegelgerinne seitlich und in die Tiefe und verlegt z.T. die Brückenbauwerke, was in diesen Bereichen zu massiven Bachausbrüchen führt. Diese Ereignissituation wird wesentlich durch Wildholz verstärkt, welches aus Einrutschungen im Mittellauf stammt.

Schutzkonzept und Verbauungssystem

Ziel des Schutzkonzeptes ist es, Murprozesse teilweise zu verringern oder oberhalb des Siedlungsraumes zu stoppen bzw. in stark geschiebeführende Hochwasserprozesse umzuwandeln, die dann möglichst kontrolliert dem Vorfluter zugeführt werden. Dadurch sollen flächige Vermürrungen des Schwemmkegels, aber auch unkontrollierte Erosions- und Überflutungsprozesse in Gerinnenähe vermieden werden. Zwei große Konsolidierungssperren mit Vorsperren im Mittellauf sollen das Abfahren ganzer Hangpartien im Zuge von extremen Abflüssen verhindern, indem sie das Unterschneiden der Einhänge hintanhalten. Die

beiden Bauwerke wurden noch nicht errichtet und sie werden auch im Folgenden nicht beschrieben.

Am Schwemmkegelhals wurden in der Zwischenzeit 2 Ablagerungsplätze in Form von **Absturzwerken** errichtet, die Muren und Geschiebeüberlast zurückhalten. Die Ausläufe der Ablagerungsplätze wurden mit Wildholzrechen versehen, um im Unterlaufgerinne die Gefahr von Verklausungen zu vermeiden. Nach einigen bachabwärts anschließenden Grundschwelten wurden mehrere „Kammsperren“ zur Konsolidierung des erosionsgefährdeten Bachbettes zur Ausführung gebracht. Ebenfalls der gesicherten Abfuhr der Ereignisse dient die geplante Aufweitung von Brückenquerschnitten.

Mit all diesen Maßnahmen können die vorhandenen Siedlungsbereiche vor dem Bemes-

sungereignis so geschützt werden, dass Zerstörungen nicht zu erwarten sind. Auch die Verkehrswege werden wesentlich besser geschützt und die stark gefährdeten Abschnitte wesentlich verkürzt.

Bautype Absturzwerk am Schwemmkegelhals

Am steilen Schwemmkegelhals wurden zwei „**Absturzwerke**“ errichtet, um die Murgänge wirksam zu bremsen und Geschiebeüberschüsse abzupuffern. Diese Bautype wurde im Vereinsheft Nr. 148, Jg. 66 vom Jänner 2002 („Vorarlbergheft“) umfassend beschrieben und die Erfahrungen wurden berichtet. Seither haben sich auch keine Nachteile offenbart, sodass diese am Schwemmkegelhals des Balbierbaches ebenfalls gebauten **Absturzwerke** nochmals verkürzt beschrieben werden:

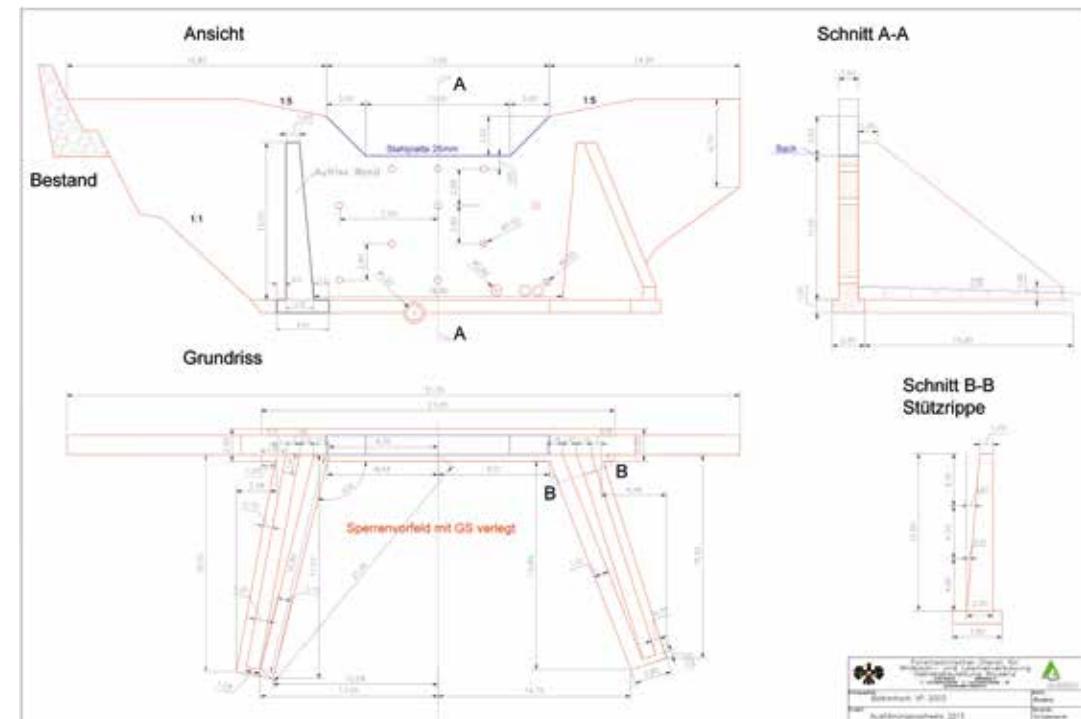


Abb. 3: Bautype Absturzwerk

Fig. 3: Construction type of a drop structure



Abb. 2:
Lage der Bauwerke am
Schwemmkegel des Balbierba-
ches (Orthofoto August 2015)

Fig. 2:
Location of the structures at the
debris cone of the Balbierbach
(orthoimage August 2015)

Ausgehend von der derzeitigen Bachsohle wird ein beckenartiger Ablagerungsplatz ausgehoben, welcher nach oben durch eine auf Stützflügeln ruhende Platte abgeschlossen und damit gegen rückschreitende Erosion gesichert wird. Die Absturzhöhe beträgt hier 9 m, sodass eine weitgehende Umwandlung der Murstoßenergie erfolgt. Das Bauwerk selbst wird aber, da es nicht direkt von der Mure beaufschlagt, sondern überfahren wird, nur auf Erddruck belastet. Gleichzeitig erfolgt im Becken eine sekundäre Schwemmkegeldynamik, das Geschiebe wird sortiert und dosiert abgedriftet, wobei keine verklauungsfähigen mechanischen Vorrichtungen wie Balken und Rechen erforderlich sind.

Bei den hier beschriebenen **Absturzwerken** handelt es sich um stehende, schlanke und statisch bewehrte Stahlbetonplatten, die bergseits komplett hinterfüllt sind und talseits mittels zweier Stützflügel seitlich abgestützt werden. Die Abflussektionen sind als Murprofile gestaltet. Die seitlichen Sperrenflügel werden mit entsprechendem Gefälle zur Bachmitte hin errichtet. Das Niveau der Sperrenkrone befindet sich auf der Höhe des natürlichen Bachbettes. Die Stützflügel dienen nicht nur der Abstützung des Sperrenbauwerkes, sondern auch der Abstützung der seitlichen Geländeböschungen.

Vorteile der Bautype

- Nach Baufertigstellung ist die Sperre keinen direkten Mur- bzw. Lawinendrücken ausgesetzt.
 - Die bergseits komplett hinterfüllte Sperrentype mit talseits angelegten Stützflügeln ist lediglich auf den relativ klar definierten und geringen Erddruck (unter Berücksichtigung einer entsprechenden bergseitigen Überschüttung durch Muren
- (Lawinen) zu dimensionieren. Statisch schlanke und kostengünstige Bauwerke sind dadurch realisierbar.
- Die talseits angelegten Stützflügel haben nicht nur statische Funktion, sondern wirken gleichzeitig als Ufersicherung im Bereich des Sperrenvorfeldes (Kolk) bzw. im Bereich der stärksten Geschiebeauflandung (Ablagerung) beim Murgang.
 - Die Entstehung einer eigenen „Schwemmkegeldynamik“ im Geschiebeauffangbecken mit Auflandungen durch Muren und Abspülungen durch das nach dem Murgang folgende Wasser löst z. T. das Problem der Geschiebesortierung. Der Einfluss des Wildholzes auf die Geschiebesortierung bzw. auf die selbsttätige Abspülung und damit auf die Entleerung des Beckens ist wesentlich geringer. Eine teilweise selbsttätige Entleerung bzw. Abspülung nach einem Murereignis macht das Geschiebeauffangbecken rasch wieder aufnahmefähig für weitere Ereignisse. Zudem ist auch die Materialqualität nach Abspülung der Feinteile eine bessere.
 - Das Bachbett im Bereich des Geschiebeablagerungsplatzes wird gegenüber dem natürlichen Geländeneiu abgesenkt. Dies hat zur Folge,
 - dass das Bachgerinne bergseits der Sperre im Wesentlichen frei von Murablagerungen bleibt (keine Reduktion des Längsgefälles oberhalb der Sperre),
 - dass bei Einzugsgebieten mit zusätzlicher Lawinengefahr durch die Bautype keine negativen Einflüsse auf die Lawinenausbreitung am Schwemmkegel zu erwarten ist, Fließlawinen werden z. T.

abgelagert, Staublawinen kaum beeinflusst,

- dass die Sperrentype sehr landschaftsbildschonend, da wenig einsehbar ist und
- dass bei einer Sanierung des Einzugsgebietes z.B. durch flächenhafte Integralmaßnahmen, das Bauwerk durch Auffüllung (natürlich oder künstlich) fast ohne Kosten „beseitigt“ und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden kann.
- Wird die Sperre im Zuge eines übergroßen bzw. mehreren hintereinander folgenden Bemessungereignissen aufgefüllt, so entspricht der Zustand jenem vor der Verbauung, es entstehen dadurch keine zusätzlichen Risiken.
- Auf steilen Schwemmkegeln, die an steile Schluchtstrecken anschließen, können durch andere Bautypen kaum entsprechende Geschiebeablagerungsräume geschaffen werden.

Praktische Erfahrungen

Inzwischen wurden in der Gebietsbauleitung Bludenz zahlreiche Absturzwerke mit vorgeschalteten Ablagerungsplätzen errichtet. Mehrere davon wurden bereits mit Murgängen beaufschlagt, welche an die Größenordnung des Bemessungereignisses heranreichen. An keinem Bauwerk traten Schäden auf, was aufgrund der Funktionsweise und Konstruktion auch nicht zu erwarten war. Die Murgänge, bei denen z. T. KFZ-große Steine in der Matrix vorhanden waren, wurden auf der Vorfeldebene gut gebremst und zerschlagen, die „sekundäre Schwemmkegeldynamik“ bewirkte eine gute Sortier- und Dosierwirkung. Bei den Ereignissen konnte beobachtet werden, dass sich Wildholz (ganze Bäume wurden mittransportiert) kaum auf die Funktionsfähigkeit dieser Verbauungstyp auswirkt.

Jeweils am unteren Ende der talseitig der Absturzwerke gelegenen Ablagerungsbecken wurden noch gerade, quer zur Bachachse verlaufende Wildholzrechen errichtet. Für die Bautype „Absturzwerk“ stellt Wildholz keine Verkla



Abb. 4:
Wildholzrechen während der Bauphase

Fig. 4:
woody debris filter under construction



Abb. 5: Absturzwerk und Wildholzrechen

Fig. 5: drop structure and woody debris filter

sungsgefahr dar, aber es ist auch keine verlässliche Ausfilterung gewährleistet. Mit dem Wildholzrechen soll Holz zurückgehalten werden, das vor allem bei den Brückentragwerken im unteren Schwemmkegelbereich zu Verklausungsproblemen führen könnte. Allerdings ist die zu erwartende Wildholzmenge aufgrund der Verhältnisse im Einzugsgebiet als eher gering einzuschätzen.

Bautype „Kammsperren“ zur Konsolidierung des Unterlaufgerinnes

Das Gerinne über den steilen Schwemmkegel des Balbierbaches weist seit jeher starke Eintiefungstendenzen auf. Zwar ist ein erheblicher Grobkornanteil vorhanden, jedoch werden die Feinteile ausgewaschen und in weiterer Folge auch größere Steine abtransportiert.

Nach Errichtung der Mur- und Geschiebeauffang- sowie Sortiereinrichtungen am Schwemmkegelhals ist mit einer Verstärkung der Erosionstätigkeit im Unterlaufgerinne zu rechnen. Zwar besteht unmittelbar unterhalb der Rückhaltesysteme ein altes System von gemauerten Leitwerken und Grundschwellen, es wurde aber entschieden, diese harte Verbauung nicht über weitere 400 m bis in den Vorfluter fortzusetzen.

Vielmehr sollten zwar die Ufer abgesichert werden, die Abtreppung durch Sperren oder Grundschwellen mit harter Abflussektion sollte aber vermieden werden. Zu diesem Zweck wurden Bauwerke errichtet, die das Grobgeschiebe zurückhalten und stabilisieren können, die aber den Abfluss und Geschiebetrieb im Bachbett sowohl ober- als auch unterirdisch möglichst wenig behindern oder beeinflussen sollten.



Abb. 6: „Kammsperre“ vor Hinterfüllung

Fig. 6: bed sill before backfilling

Die von uns „**Kammsperren**“ genannten Querwerke bestehen aus dem Fundament und seitlichen massiven Betonflügeln. Der waagrechte Teil der Abflussektion besteht aus – in das Fundament

einbetonierten – Stahlrohren mit über 3 m Länge (siehe Abb. 6 und Bautype in Abb.9). Diese erinnern optisch und funktionell an die Zähne eines Kamms – daher der Name „**Kammsperre**“.



Abb. 7:
„Kammsperre“ bei Mittelwasser

Fig. 7:
bed sill under mean flow conditions



Abb. 8:
"Kamm-
sperren"
während der
Bauphase

*Fig. 8: bed
sills under
construction*



Abb. 9:
nach Hinter-
füllung

Fig. 9:
bed sills after
backfilling

Nach der Errichtung dieses Bauwerkes wird es bachaufwärts mit grobem Blockwerk verfüllt, das nicht durch die „Zähne“ durchfallen bzw. durchdriften kann. Insgesamt wird das Gerinne bauwerkseben verfüllt und damit sollten die „**Kammsperren**“ funktionell eigentlich Sohlgurte sein (Abb. 8 und 9), die weniger Auskolkungstendenzen aufweisen als konventionelle Bauwerke. Vorteile sehen wir in einer Verbesserung der Geschiebe- und Abflussdynamik und in der Flexibilität und Dynamik des Stromstriches. Weiters erfolgt auch im Gewässerbegleitstrom keine Unterbrechung, die unterirdischen Abflüsse stoßen auf keine Barrieren wie bei Vollbetonquerwerken. Dies kommt letztlich auch der Gewässerökologie zugute, das hyporheische Interstitial wird nicht unterbrochen. Diese Bautypen werden erst seit 2014 errichtet und es fehlen daher noch Erfahrungen mit Großereignissen, den Standardabfluss sowie kleinere Spaltenabflüsse hat diese Bautypen

aber problemlos gemeistert. Diese Bautype kann selbstverständlich nur dann eingesetzt werden, wenn die natürlichen Verhältnisse dies erlauben: An steilen Schwemmkegeln mit einem großen Anteil an sehr grobem Geschiebe und Felsmaterial, welches wie im Balbierbach aus sehr hartem Amphibolitgneis besteht.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Andreas Reiterer
Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Vorarlberg
Rheinstraße 32/5
6900 Bregenz
andreas.reiterer@die-wildbach.at

Literatur / References:

JENNI M., REITERER A. (2002). Bewirtschaftung von Murbächen durch Absturzbauwerke (Vbg.). Wildbach- und Lawinenverbau Heft 148/2002: 11-19.

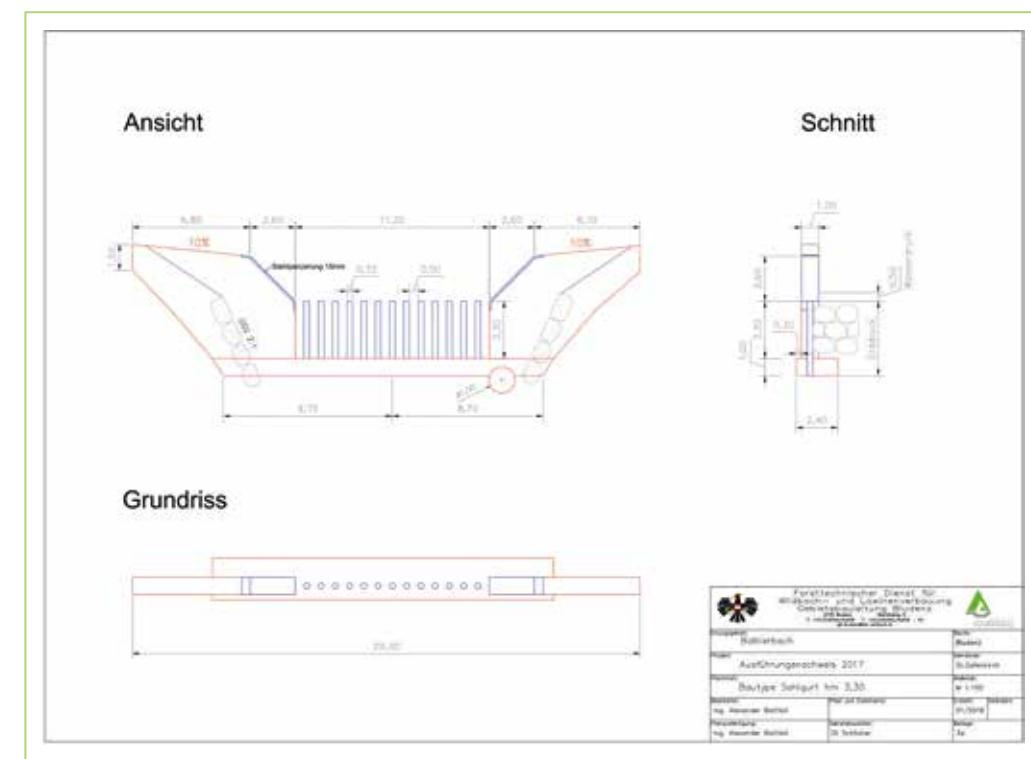


Abb. 10:
Bauvorbild
"Kamm-
sperre"

Fig. 10:
construction
type of the
bed sill