



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

REAKTIVIERUNG VON EHEMALIGEN ÜBERFLUTUNGSFLÄCHEN AM BEISPIEL DES PROJEKTES PERTISAU WILDBÄCHE GEMEINDE EBEN AM ACHENSEE, BEZIRK SCHWAZ, TIROL, ÖSTERREICH

REACTIVATION OF FLOOD PLAINS IN THE DEFENCE PROJECT PERTISAU WILDBÄCHE COMMUNITY EBEN AM ACHENSEE, DISTRICT SCHWAZ, TYROL, AUSTRIA

Christoph Skolaut¹, Johannes Hübl² und Harald Gruber³

ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von dokumentierten Schadereignissen im Einzugsgebiet des Pletzachbaches im Tiroler Karwendel in den letzten 50 Jahren konnte eine steigende Gefährdung des Ortsgebietes von Pertisau am Achensee durch einen kontinuierlichen Verlust von Überflutungs- und Überschotterungsflächen an den Hauptbächen und deren seitlichen Zubringern festgestellt werden.

Aufbauend auf der Analyse eines 100-jährlichen Ereignisses im Jahr 1992 wurde ein Projekt durch den Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol, Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal in Schwaz, ausgearbeitet, dass die ehemaligen Überflutungsräume entlang der Fließgewässer auf den flachen Talböden, sowie die Überschotterungsflächen auf den grössten seitlichen Zubringern reaktivieren soll, um eine Dämpfung und Verzögerung der Hochwasserspitze zu erreichen.

Im Rahmen der Projektbegleitung, die durch das Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen der Universität für Bodenkultur, Wien, durchgeführt wird, soll ein geeigneter Modellansatz gefunden werden, der eine Evaluierung des Verbauungsgrundgedankens möglich macht und mit dem eine Abschätzung von Folgewirkungen hinsichtlich der Dynamik in Abfluss und Geschiebehaushalt gewährleistet werden kann.

Key words: Wildbachverbauung, Überflutungsflächen, Projekt-Evaluierung

¹ Zugeteilter, Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Attergau und Innviertel, Atterseestraße 6, 4863 Seewalchen, Österreich, Tel.: +43-7662-31801; Fax: +43-463-536-31828; email: christoph.skolaut@wlv.bmlf.gv.at

² Institutsvorstand, Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82 A-1190 Wien

³ Forschungsassistent, Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82 A-1190 Wien

ABSTRACT

Documented events in the catchment area of Pletzachbach in the Tyrolean Karwendel during the last fifty years indicated that settlements of Pertisau am Achensee are more and more endangered by the loss of flood plains in the main torrents and their lateral valleys.

Based on the analysis of a disastrous event in 1992 a project was finalized by the Austrian Forest-Technical Service for Torrent and Avalanche Control, section Tyrol, office Schwaz. Former flood plains in the low inclined main torrents and gravel deposition areas in the lateral torrents were reactivated to attenuate and delay the discharge peak.

An environment friendly approach has to be found within the project evaluation by the University of Agricultural Sciences, Vienna, to be able to meet statements to the system performance. Also subsequent effects regarding the dynamics in the discharge and sediment regime have to be estimated.

Key words: torrent defence works, flood plains, project evaluation

EINLEITUNG

Dokumentierte Schadereignisse im Einzugsgebiet des Pletzachbaches konzentrierten sich bis 1959 meist auf die Talbereiche und äusserten sich in Überflutungen sowie Überschotterungen von Weideflächen. Der Versuch, Bachausbrüche durch diverse bauliche Massnahmen zu reduzieren, führte letztendlich dazu, dass die Situation für das Ortsgebiet von Pertisau am Achensee, Bez. Schwaz, Tirol, aufgrund der Konzentration der Abflüsse kontinuierlich verschlechtert wurde. Bei mehreren schadbringenden Hochwasserereignissen seit 1959 wurde auch das Ortsgebiet überflutet.

Im August 1992 löste ein 3- bis 4- stündiges Starkniederschlagsereignis mit einer Niederschlagshöhe von rund 75 mm schwere Hochwasserschäden in Pertisau, Gde. Eben am Achensee aus. Ein weiteres Ereignis im Jahr 1995 war mit Schäden geringeren Ausmasses verbunden.

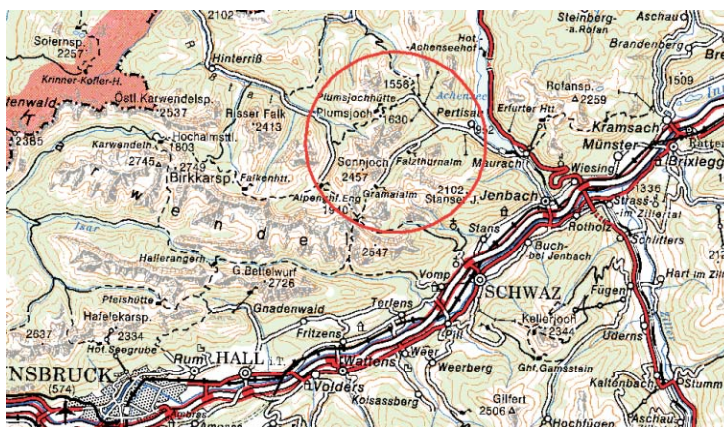


Abb. 1: Lage des Einzugsgebietes Pletzachbach
Fig. 1: Location of the catchment area Pletzachbach

Im Zuge der Ausarbeitung eines Verbauungsprojektes galt es ein integrales Konzept für das gesamte Einzugsgebiet zu entwickeln, welches zum Einen den Ortsbereich von Pertisau vor Hochwasserschäden schützt, zum Anderen Überflutungen in den Talbereichen, wenn überhaupt, so nur in gezieltem Ausmaß zulässt und somit eine Bewirtschaftung auch weiterhin ermöglicht.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde von der Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal der Sektion Tirol des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (FTD f. WLW) ein Verbauungsprojekt mit dem Grundgedanken ausgearbeitet, ehemalige Überflutungsräume entlang der Fließgewässer zu reaktivieren, um dadurch die Dämpfung und Verzögerung der Hochwasserspitz zu erreichen. Dies hätte zur Folge, dass die Hochwasserspitz für jedes der drei Teileinzugsgebiete gesenkt werden könnte und somit insgesamt der Kapazität des Ortsgerinnes in Pertisau entsprechen würde. Zudem würde durch eine gezielte Rückleitung aus den Versickerungsflächen die beanspruchte Fläche auf das benötigte Maß beschränkt.

Hiermit wird ein naturnaher Ansatz verfolgt, der unter anderem auch dadurch notwendig wurde, da das Arbeitsfeld in einem von der Tiroler Landesregierung ausgewiesenen Natura-2000-Gebiet liegt.

Aufgrund des neuen Projektansatzes der Reaktivierung von ehemaligen Überflungsflächen in alpinen Einzugsgebieten, der jedoch aufgrund der Hochwasserereignisse im August 2002 in ganz Mitteleuropa drastisch an Bedeutung gewonnen hat, wurde das Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen der Universität für Bodenkultur, Wien, mit der Evaluierung des Projektes beauftragt.

Dabei soll der Projektgrundgedanke unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien sowie die Funktionsweise der zum Einsatz kommenden Bauwerke evaluiert werden. Weiters werden die Einflüsse durch die umgesetzten Massnahmen auf den Geschiebehaushalt dokumentiert und Simulationen der Überflungs- und Versickerungsprozesse durchgeführt.

EINZUGSGEBIET PLETZACHBACH

Das Einzugsgebiet des Pletzachbaches befindet sich im Tiroler Unterland, etwa 30 km östlich von Innsbruck in der Karwendelgruppe der Nördlichen Kalkalpen (Abb. 1). Das ca. 52 km² grosse Einzugsgebiet setzt sich aus den drei Teileinzugsgebieten Tristenau, Falzthurn und Gerntal zusammen, wobei der Hauptbach aus dem Gerntal kommt (Abb. 2).

Als lokale Eigenheit weisen die drei Bäche Tristenau-, Falzthurn- und Pletzachbach über weite Abschnitte ihres nur mässig geneigten Verlaufs (max. 10%) eine nur periodische Wasserführung auf. Nach Starkniederschlägen fließen die Bäche mit grosser Intensität kurzzeitig an der Oberfläche ab, während sie ausserhalb der Niederschlagszeiten bereits unweit nach dem Übertritt von den Talflanken auf ihre Schwemmkegel bzw. spätestens nach dem Übertritt auf die Alluvionen der Hauptbäche durch Versickerung und Infiltration trocken fallen. Dies ist auf die überwiegend stark durchlässigen Lockergesteine einer bis zu 110 m mächtigen Talverfüllung zurückzuführen, die ihren Ursprung in der Abriegelung des Achentales gegen Süden durch einen Vorstoss des Zillertalgletschers hat.

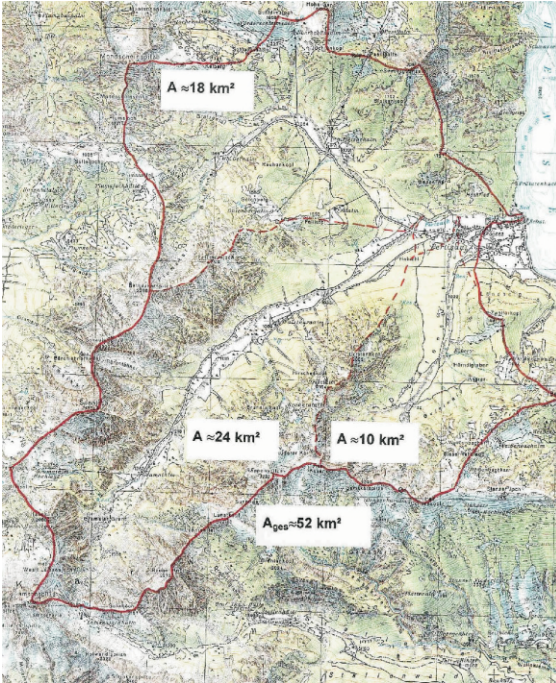


Abb. 2: Einzugsgebiet des Pletzachbaches mit seinen Teileinzugsgebieten Tristenau ($A=10\text{km}^2$), Falzthurn ($A=24\text{km}^2$) und Gerntal ($A=18\text{km}^2$)

Fig. 2: Catchment area Pletzachbach with its sub-catchments Tristenau ($A=10\text{km}^2$), Falzthurn ($A=24\text{km}^2$) and Gerntal ($A=18\text{km}^2$)

Der Spitzenabfluss beim 150-jährlichen Bemessungsereignis liegt bei $45 \text{ m}^3/\text{s}$, die Geschiebefracht bei knapp 5.000m^3 . Alle drei Bäche können aufgrund der geringen Längsneigungen und der damit verbundenen geringen Transportkapazität als schwach geschiebeführende Wildbäche eingestuft werden.

eingestuft werden.

Das in den siebziger Jahren errichtete, gemauerte Unterlaufgerinne durch das Ortsgebiet von Pertisau kann jedoch nur einen Spitzenabfluss von $18 \text{ m}^3/\text{s}$ schadlos abführen.

Aufgrund des zu gering dimensionierten Ortsgerinnes sowie der Verkläusungsmöglichkeit von Wildholz an mehreren Brücken ist ein Grossteil des Ortes Pertisau in der Roten und Gelben Wildbachgefahrenzone des Pletzachbaches lt. dem derzeit gültigen Gefahrenzonenplan.

VERBAUUNGSPROJEKT PERTISAU WILDBÄCHE

Ereignisanalyse des Hochwassers 1992

Durch ein Video, das von deutschen Urlaubern beim Hochwasserereignis am 01.08.1992 im Bereich der Pletzachalm (Teileinzugsgebiet Gerntal, ca. hm 42) gemacht wurde, konnte eine Hochwasserganglinie rekonstruiert und somit eine detaillierte Ereignisanalyse durchgeführt werden.

Besonders auffallend ist dabei der sehr starke Anstieg, die kurzzeitige Spitze und die rasche Abnahme des Hochwasserabflusses. Im Bereich der Pletzachalm wurde aufgrund des Videos ein Hochwasserabfluss von ca. $35 \text{ m}^3/\text{s}$ als Spitzenwert ermittelt. Wie aus dem Filmmaterial erkennbar ist, handelt es sich um einen Hochwasserabfluss mit nur geringem Geschiebeanteil. Bis in den Bereich hm 28 besitzt der Pletzachbach ein ausgeprägtes Gerinne. Ab hier kommt es weiter bachabwärts zu einer wesentlichen Verminderung des Abflussquerschnittes, so dass der

bachbegleitende Waldbestand rechtsufrig des Gerinnes als Überflutungsraum und Geschiebefilter wirkt und die Hochwasserspitze bedeutend senkt.

Bei der Analyse des Ereignisses von 1992 konnte anhand von Interpretationsprofilen festgestellt werden, dass etwa im Bereich hm 20 (bachabwärts des genannten Überflutungsraumes) lediglich eine Hochwasserspitze von ca. 9 m³/s resultierte. Erst bei der Einmündung des Falzthurnbaches (ca. hm 19) nahm die Hochwasserspitze wieder auf 24 m³/s zu. Dieser Wert erhöht sich bei der Einmündung des Tristenaubaches um weitere rd. 15 m³/s, so dass nun im Unterlaufgerinne eine Hochwasserspitze von ca. 40 m³/s beim Ereignis 1992 auftrat.

Projektziel

Die Analyse des Ereignisses 1992 zeigte, dass sämtliche Überflutungsräume, die von den drei Hauptbächen bestrichen werden konnten, zu einer drastischen Reduktion der Hochwasserspitze geführt haben.

Der Grundgedanke des Projektes Pertisau Wildbäche besteht nun darin, die Hochwasserspitze durch die Reaktivierung von ehemaligen Retentionsräumen auf den nur mässig geneigten und nur max. 10% steilen Talböden, aber auch auf den grössten seitlichen Zubringern, zu kappen. Dabei soll durch die Ausleitung und Versickerung der Hochwässer eine zeitliche Verzögerung und Absenkung der Wasserfrachten erreicht werden.

Die Hochwasserspitze soll an die Kapazität des Gerinnes durch Pertisau (18 m³/s Reinwasserabfluss) angepasst werden, so dass sich für jedes der drei Teileinzugsgebiete eine Absenkung auf 6 m³/s ergibt.

Gleichzeitig sollen die besiedelten Bereiche in den Talschaften durch Schaffung von lokalen Insellagen im Bereich der Zwangspunkte (Almgebäude) mit Hilfe von Dämmen geschützt werden.

AUSLEITUNGSSYSTEME TRISTENAU

Massnahmen

Mit der Umsetzung der Massnahmen wurde im Teileinzugsgebiet Tristenau begonnen. Dies deshalb, da beim 150-jährlichen Bemessungsereignis aus diesem Teileinzugsgebiet aufgrund der Einmündung in den Hauptbach innerhalb des Ortsgebietes die grösste Gefährdung für Pertisau ausgeht.

Insgesamt werden in der Tristenau knapp 30 ha an Überflutungs- bzw. Versickerungsflächen an zwei Stellen im Talboden (Abb. 3) reaktiviert. Diese stellen intensiv genutzte Wald-Weideflächen mit einem räumdig bestockten Mischwaldbestand dar und sind mit 3-5% geneigt. Die Flächen sind durch maximal 0,8m hohe Erddämme klar gegenüber den umliegenden Wald-Weideflächen abgegrenzt. Die Versickerungsfähigkeit der Böden wurde im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung untersucht und stellte sich als günstiger heraus als im Projekt angenommen.

Am bachaufwärtigen Ende jeder dieser Überflutungsflächen befindet sich im Bachlauf ein Ausleitungsbauwerk (Abb. 4), von dem seitlich eine Ausleitungsmulde quer über den Talboden verläuft.

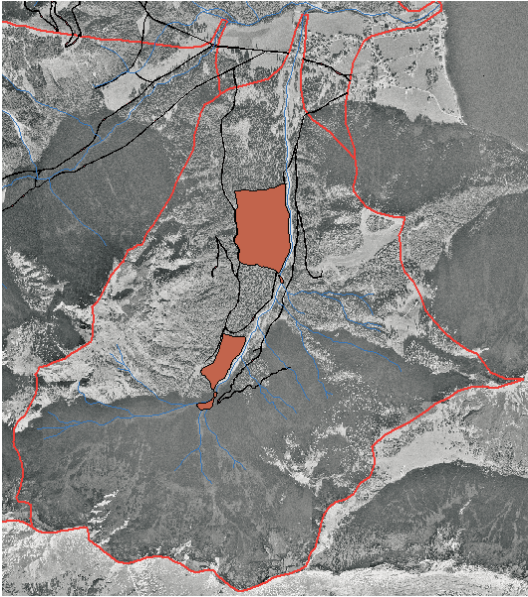


Abb. 3: Massnahmen im Teileinzugsgebiet Tristenau. In brauner Farbe die reaktivierten Überflutungsflächen.
 Fig. 3: Measures in the sub-catchment Tristenau. Reactivated flood plains are shown in brown color.

Mit den beiden Ausleitungssystemen (Ausleitungsbauwerk, Ausleitungsmulde und Überflutungs- bzw. Versickerungsfläche) soll der Spitzenabfluss beim Bemessungsereignis von 23 m³/s im talinnersten Bereich der Tristenau (hm 36,45) schrittweise auf 6 m³/s reduziert werden. Mit dem Ausleitungsbauwerk bei hm 35,96

wird dieser auf 10 m³/s, mit jenem bei hm 24,04 auf lediglich 5 m³/s gedrosselt.

Das Ausleitungsbauwerk ist eine Winkelstützmauer aus Stahlbeton, die beidseitig vollständig eingeschüttet wird. Über eine Dole in der Bachachse wird der maximale Durchfluss beim Bemessungsereignis dosiert. Ein vorgeschalteter, mehrfach abgewinkelter Schräggraben schützt die Dole vor Verklausungen durch mittransportiertes Wildholz.



Abb. 4: Ausleitungsbauwerk hm 35,96 mit dem Retentionsraum und der Ausleitungsmulde (roter Pfeil) kurz nach der Fertigstellung im Frühjahr 2003.

Fig. 4: Flood retarding dam in hm 35,96 with basin and flood-control channel (red arrow) after completion in spring 2003.

Steigt der Wasserspiegel im Retentionsraum des Ausleitungsbauwerkes bis zur Oberkante der Dole an, ist die maximale Abgabe ins Unterwasser erreicht und das Wasser rinnt fortan in die niveaugleich angeordnete, linksufrige Ausleitungsmulde. Diese besitzt ein trapezförmiges Profil mit einer Sohlbreite von ca. 1,0m, einer Breite von 6 – 10m und einer Tiefe von 0,6 – 2,1m und wurde bestmöglich in das umgebende Gelände eingepasst. Nach vollständiger Füllung der

Ausleitungsmulde beginnt das Wasser über die gesamte Länge derselben auf die Überflutungs- bzw. Versickerungsfläche zu fließen.

Flutungsversuch 12.08.2002

Nach der Fertigstellung des ersten, taläusseren Ausleitungssystems (Ausleitungsbauwerk, Ausleitungsmulde und dazugehörige Überflutungs- bzw. Versickerungsfläche) wurde bei einem Starkregenereignis im Einzugsgebiet Tristenau von der Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal des FTD f. WLW ein 1:1-Versuch durchgeführt.

Dabei wurde der ungünstigste Fall, die vollkommene Verklauung der Dole und des vorgeschalteten Wildholzrechens des Ausleitungsbauwerkes, simuliert und die Dole mit Baumstämmen mithilfe eines Baggers verschlossen.

Nach etwa 10 min war das Wasser im Retentionsraum bis auf die Oberkante der 1,0 m hohen Dole angestiegen und floss ab nun in die ca. 300 m lange Ausleitungsmulde.



Abb. 5-6: Die Ausleitungsmulde während des Flutungsversuches. Links bei steigendem Wasserspiegel, rechts bei Vollfüllung und beginnendem Abfluss über die talseitige Abflusskante.

Fig. 5-6: Flood-control channel during the field experiment. Left at rising water-level, right at maximum water-level in the channel, begin of run-off downslops.

Nach weiteren 100 min war die Ausleitungsmulde zur Gänze aufgefüllt und das Wasser im stehenden Wasserkörper begann, auf der gesamten Länge der Ausleitungsmulde über die talseitige Abflusskante aus Lärchenbrettern zu fließen. Dabei konnte ein langsames Fließen auf den angrenzenden Wald-Weideflächen beobachtet werden, das keine Erosionsspuren hinterliess.

Nach einem etwa fünfminütigen Überlaufen der Abflusskante wurde die Verklauung der Dole beseitigt – das Wasser konnte nun wieder ungehindert durch das Bauwerk hindurch das Bachbett entlang fließen.

Nach etwa 2 Stunden war das gesamte Wasser in der Ausleitungsmulde – insgesamt ca. 1.800 m³ - vollständig versickert. Dabei beschleunigte der in der Sohle der Ausleitungsmulde angeordnete Sickerschlitz mit einer Tiefe von ca. 3,0 m und einer Verfüllung mit grobkörnigem Material die Versickerung sehr wesentlich.

Der höchst erfolgreiche 1:1-Versuch zeigte uns, dass sämtliche Überlegungen im Rahmen der Planung realisiert werden konnten:

- Das in die Ausleitungsmulde einströmende Wasser beruhigte sich aufgrund der Neignungsverhältnisse der Sohle (0,5% im 1. Drittel, 0% im 2. Drittel und ansteigend auf das Urgelände im 3. Drittel der Ausleitungsmulde). Mit zunehmender Wasserhöhe in der Ausleitungsmulde bildete sich ein stehender Wasserkörper aus. Beeinflussungen durch das einströmende Wasser waren nur auf den ersten etwa 70m der Ausleitungsmulde sichtbar.
- Gleichzeitige Überströmung der mit 0% ausnivellierten talseitigen Abflusskante der Ausleitungsmulde auf der gesamten Länge.
- Keine Schäden durch Erosion an den Wald-Weideflächen infolge der Überströmung.
- Rasche Versickerung in den anstehenden Untergrund (Alluvion).
- In geringen Mengen mittransportiertes Holz wurde in der Sohle und auf den Böschungen ohne Schäden abgelagert. Eine nachträgliche Räumung ist nicht erforderlich.
- Nur geringmächtige Ablagerung von Feinmaterial im Sohlenbereich der Ausleitungsmulde, die die Funktionsfähigkeit jedoch nicht verringern. Keine Ablagerung von Grobgeschiebe in der Ausleitungsmulde (Abb. 7).
- An der Ausleitungsmulde – der Sohle, den Böschungen sowie an der mit Lärchenbrettern gesicherten Abflusskante – traten keine Schäden auf.

Ereignisse

Seit der Fertigstellung des taläusseren Ausleitungssystems im Herbst 2002 und dem talinneren Ausleitungssystem im Frühjahr 2003 sind bereits mehrere kleine Hochwässer abgelaufen und haben sehr interessante Erkenntnisse für die Funktionsfähigkeit der Systeme geliefert. Keines dieser Hochwässer erreichte jedoch eine Jährlichkeit von über 30.

- Die Wildholzausfilterung an den Schrägrechen der beiden Ausleitungsbauwerke funktioniert sehr gut. Es kam zu keinen Verklausungen der Dole, da das Holz durch das anströmende Wasser entlang des Rechens nach oben geschoben wurde und der sohnnahe Teil frei blieb.
- Bei Nieder- und Mittelwässern kam es stets zu einer selbsttätigen Abtrift des im Retentionsraum abgelagerten Geschiebes. Lediglich Feinmaterial wurde über längere Zeit abgelagert.
- Durch die Ausleitungsmulden können auch bereits kleinere Hochwässer dosiert werden. Es kommt dabei nur zu einer Teilverfüllung der Ausleitungsmulde und einem anschliessenden Versickern in der Mulde selbst. Eine Bestreichung der Überflutungs- bzw. Versickerungsflächen wird erst ab einem etwa 50-jährlichen Ereignis stattfinden.
- An den Ausleitungsmulden traten keine Schäden durch Erosion auf.

EVALUIERUNG DES VERBAUUNGSKONZEPTES

Methodik

Die Evaluierung des Verbauungskonzeptes erfolgt im Teileinzugsgebiet „Tristenau“. Dazu werden drei Untersuchungsziele gewählt:

Modellversuche:

Die Frage mit welchem Bautyp und Design die optimale Funktionsweise des Ausleitungsbauwerkes vor Ort erreicht wird, wird mittels hydraulischer Modellversuche im Maßstab 1:15 geklärt.

Bodenphysikalische Erhebungen:

Da der Erfolg der geplanten Schutzmaßnahmen zu einem großen Teil von den Eigenschaften der Überflutungsflächen im Hinblick auf deren Infiltrationspotential abhängt, wurden die Bodeneigenschaften sowohl durch Erhebungen und Analysen im Feld als auch im Labor ermittelt, um auf Infiltrationsleistungen der Überflutungsflächen Rückschlüsse ziehen zu können.

Simulation des Abflussgeschehens:

Unter Einbeziehung der oben gewonnenen Ergebnisse wurde eine numerische Simulation der unteren Überflutungsfläche durchgeführt, um die Dämpfung der Hochwasserwelle durch einerseits fließende Retention, andererseits Versickerung zu beschreiben.

Ergebnisse

Modellversuche:

Die Modellversuche wurden anhand einer Diplomarbeit am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (Jugovic et al., 2003) durchgeführt. Zur Modellierung wurde das obere Ausleitungsbauwerk bei hm 35.96 gewählt (Modellierungsbereich von hm 36.49 bis hm 35.76) im Modellmaßstab 1:15.

Folgende Zielvorstellungen wurden definiert:

- Optimierung der Öffnungsgröße des Ausleitungsbauwerkes,
- Ermittlung von Grenz- und Schwellenwerten für die Flutmulde,
- Ermittlung von Strömungs- und Ablagerungsverhältnissen im Becken,
- Optimierung der Strömungs- und Ablagerungsverhältnisse durch Einbau einer zusätzlichen Rechenkonstruktion im Verlandungsraum.

Über einen Einlaufkeil fließt das Wasser aus einem Hochbehälter turbulenzfrei in das Modell. Die Wasserstände werden mittels Stechpegel und FANFIR Drucksonden erfasst. Die beiden Teilwassermengen, die sich aus Flutmulde und Hauptgerinne ergeben, werden in ein Beruhigungsbecken geleitet und jeweils die Abflüsse mittels Thomsonwehr gemessen.

Laut Verbauungskonzept soll sämtlicher über $10\text{m}^3/\text{s}$ liegender Abfluss in die Flutmulde ausgeleitet werden. Die Optimierung ist auf diesen Schwellenwert ausgelegt, wobei bei den Modellversuchen vier verschiedene Öffnungsweiten untersucht wurden. Die charakteristischen, zu ermittelnden Abflüsse werden durch das Anspringen der Flutmulde, das Überlaufen der Flutmulde und durch den Grenzwert für das Ausleitungsbauwerk (Bauwerk wird überströmt) definiert.

Bei den Geschiebeversuchen wurde bei jedem Versuch eine konstante Geschiebemenge von 50 kg beigegeben.

Bei der Versuchsdurchführung wurde eine Abflusswelle mit konstanten Zeitabständen zwischen den verschiedenen eingestellten Werten simuliert. Jeweils am Anfang eines eingestellten Abflusses wurde eine dem jeweiligen Abfluss entsprechende Menge an Geschiebe beigegeben. Die Versuche ergaben, dass sich der Großteil des Geschiebes im Retentionsbecken ablagert. Nur ein geringer Anteil gelangt in die Flutmulde bzw. in den Unterwasserbereich. Die Ablagerungsbereiche bilden sich vor dem Ausleitungsbauwerk und dem Einlauf in die Flutmulde aus.

Da es bei Wildholzzugaben zu Verklausungen des Ausleitungsbauwerkes kam, wurde in der Mitte des Retentionsraumes eine V-förmiger Wildholzrechenkonstruktion eingebaut und die Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse und somit auf Geschiebe- und

Wildholzablagerungsbereiche beobachtet. Es zeigt sich, dass sämtliches Wildholz in diesem Rechen zurückgehalten und das Geschiebe im Rechenbereich abgelagert wird. Somit bleiben die Öffnungen des Ausleitungsbauwerks und der ungehinderte Zufluss in die Flutmulde erhalten.

Bodenphysikalische Erhebungen:

Die Erfassung der Bodenparameter zur Beurteilung der Versickerungsleistung der Überflutungsflächen wurden vom Institut für Hydraulik und landeskultureller Wasserwirtschaft (Hübl et al., 2002) durchgeführt. Ziel war die Ermittlung der k_s -Werte in den Ausleitungsflächen.

Angewandte Verfahren:

Die Ansprache der Profilgruben erfolgte in Anlehnung an bodenkundliche Kartieranleitung (AG Bodenkunde, 1982).

Zur Abschätzung der Heterogenität der Überflutungsflächen wurden im Nahbereich der Profilgruben Schlagstockbohrungen durchgeführt.

Bei den Feldversuchen wurde der vom Makroporeneinfluss dominierte k_s -Wert mittels Doppelringinfiltrometer ermittelt. Durch die Anordnung des Infiltrationsversuches als Doppelringinfiltration war eine bevorzugt vertikale Bewegung gewährleistet. Die unterhalb liegende durchlässigere Bodenschicht lässt die Annahme eines Einheitsgradienten zu. Daher kann die versickerte Menge beziehungsweise die Filtergeschwindigkeit annähernd dem Durchlässigkeitsbeiwert gleichgesetzt werden. Diese k_s -Werte sind den oberflächennahen Bodenschichten zuzuordnen.

Mit den entnommenen gestörten (Bestimmung der Kornverteilung) und ungestörten (Bestimmung der Durchlässigkeit) wurden die Laborversuche durchgeführt. Die Durchlässigkeit wurde im Labor mittels dem Verfahren mit aufsteigendem Wasserspiegel bestimmt.

Bei der Bestimmung der Bodenart wurde zwischen den Fraktionen des Feinbodens (<2mm) und des Grobbodens (>2mm) unterschieden.

Neben den Feld- und Laboruntersuchungen wurden jeweils eine Messstationen auf den zwei Überflutungsflächen eingerichtet und mit Wasserspannungssensoren (Watermark) und Wassergehaltssensoren (VITEL) ausgestattet. Diese dienen zur Erfassung der Bodenwassergehalts-charakteristik über einen längeren Zeitraum.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse nach drei charakteristischen Schichten zusammengeführt.

Tiefe [cm]	Standort-1a k_s [m/s]	Standort-1b k_s [m/s]	Standort-2 k_s [m/s]
5-20	$1,3 \cdot 10^{-6}$ - $3,1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$ - $1,7 \cdot 10^{-6}$
20-40	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$
40-60	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$

Tab. 1: Gegenüberstellung der ermittelten k_s -Werte

Tab. 1: Comparison of the investigated k_s -values

Von entscheidender Bedeutung für die Versickerungsleistung in den Ausleitungsflächen ist als limitierender Faktor die oberste Bodenschicht anzusehen, die generell die kleinsten k_s -Werte aufweist. In tieferen Schichten treten jedoch immer wieder feine Einlagerungen auf. Durch die

abschließende Bewertung der Bodenparameter in Verbindung mit einer Geländeaufnahme in Hinblick auf bevorzugte Fließwege (Gräben, etc.) und Vernässungsstellen können Richtwerte für die Versickerungsleistung der Ausleitungsflächen ermittelt werden. Diese stellen einen unverzichtbaren Teil der Simulation des Abflussgeschehens dar.

Simulation des Abflussgeschehens einer Überflutungsfläche:

Die Auswirkung der unteren Überflutungsfläche auf die Dämpfung der Abflussspitze wurde mit dem Programm Flo-2D gerechnet. Es handelt sich dabei um ein rasterbasiertes zweidimensionales Simulationsmodell mit der Möglichkeit, die Infiltration in die Simulation einfließen zu lassen. Da Flo-2D mit zur ausreichenden Abbildung des stark strukturierten Geländes nötigen kleinen Gridgrößen nicht numerisch stabil lauffähig ist, werden mittels dem TIN basierten Simulationsprogramm „Flumen“ die Fließwege in der Ausleitungsfläche bestimmt und über das Verhältnis von benetzter zu unbenetzter Fläche Werte für eine Flächenreduktion für die Infiltration in Flo-2D ermittelt.

Da die Vermessung der in sich sehr inhomogenen, teilweise dicht bestockten Überflutungsfläche mittels terrestrischer Aufnahme nur mit außerordentlich hohem Aufwand möglich wäre, wurde auf geostatistische Methoden zur Geländemodellierung zurückgegriffen. Dazu wurden drei Probeflächen detailliert mittels terrestrischer Vermessung aufgenommen. Über diese Probeflächen wurden Variogramme gerechnet und mittels Kriging die kleinräumige Struktur der Probefläche auf die nur sehr grob aufgenommene Gesamtfläche aufmodelliert. Die als Randbedingung geltenden Flutmulden und Straßen wurden wiederum detailliert aufgemessen. Das gesamte Geländemodell ergibt sich somit aus den detailvermessenen Bereichen außerhalb des eigentlichen Überflutungsbereiches und der mittels Kriging modellierten Überflutungsfläche.

Simulationsaufbau:

Flo-2D ermöglicht die Angabe von Infiltrationswerten, die für die gesamte Überflutungsfläche in verschiedenen Szenarien unterschiedlich angesetzt wurden. Die mit Flumen ermittelte Flächenreduktion von ca. 35% wurde durch eine zufallsverteilte Unterbindung der Infiltration auf ebendiesem Flächenanteil berücksichtigt. Die untere und obere Flutmulde sowie die Überströmkante wurde durch die Höhe der Gridzellen abgebildet. Die in der Überflutungsfläche vorhandenen ausgeprägten Grabensysteme und Vernässungsstellen wurden manuell ohne den Anspruch auf detaillierte Abbildung der Realität durch Tiefersetzen der Gridzellen bzw. Verhinderung der Infiltration in die Simulation eingebaut. Der Austritt in das Hauptgerinne und somit die Überlagerung der Abflusswellen aus Hauptgerinne und Überflutungsfläche liefert das Endergebnis der Simulation.

Die Eingangsganglinie wurde vom FTD für WLIV zur Verfügung gestellt. Unter Annahme der konzipierten Funktionsfähigkeit der oberen Überflutungsfläche und der geplanten Funktion des Ausleitungsbauwerkes bei hm 24.04 (nur max. 5m³/s bleiben im Hauptgerinne) ergibt sich die Aufteilung der Ganglinie in Hauptgerinne und Überflutungsfläche.

Da hier die Auswirkung der Überflutungsfläche und nicht die Wirkung des Ausleitungsbauwerkes simuliert wird, erfolgt die Aufteilung der Ganglinie durch direkten Eingang in die Flutmulde bzw. in das Hauptgerinne.

Die Rauigkeiten wurden für die Überflutungsfläche mit $k_{st} = 3$, für das Hauptgerinne mit $k_{st} = 25$ angesetzt. Kontrollquerschnitte wurden direkt unterhalb der Flutmulde, am Beginn der Simulationsfläche, oberhalb der Ausleitungsmulde und am Modellausgang, nach der Überlagerung der beiden Abflusswellen gesetzt.

Beispielhaft wurden vorerst drei Szenarien mit 100, 150 und 200 mm/h Versickerungsleistung gerechnet. Zusätzlich wurde eine Variante ohne Infiltration simuliert.

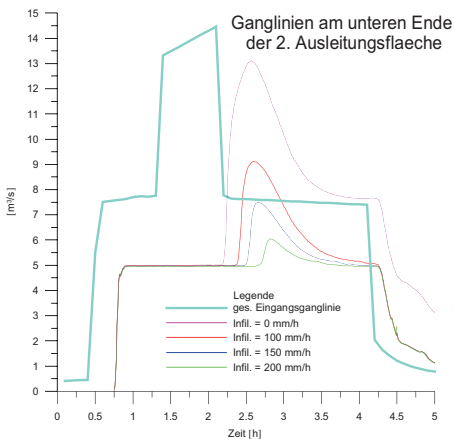


Abb. 7: Vorläufiges Simulationsergebnis für unterschiedlich angesetzte Infiltrationsleistungen
 Fig. 7: Temporary simulation results for different infiltration capacities

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

- Wenn die Öffnung des Ausleitungsbauwerks und der Einflussbereich in die Flutmulde freigehalten werden, kann die Aufteilung des Abflusses in Hauptgerinne und Flutmulde projektgerecht erreicht und so eine naturnahe Dynamik wieder hergestellt werden.
- Es tritt ein großer Schwankungsbereich der k_s -Werte auf. Da die Beprobung sehr punktuell erfolgte, ergibt sich das Problem der Übertragung der Infiltrationswerte auf die Gesamtfläche.
- Die Reduktion der Abflussspitze ist bei kleinen Infiltrationswerten minimal. Es tritt jedoch eine merklich zeitliche Verzögerung auf, wodurch Zeit für Sofortmaßnahmen getroffen wird. Bei mittleren Infiltrationsleistungen kann der Abfluss deutlich abgesenkt werden.

LITERATUR

- AG Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 3. Aufl., 19 Abb., 98 Tab., 1 Beil.; Hannover.
- Hübl, J., Loiskandl, W., Feiersinger, R., Gruber, H., Holzinger, G., Kraus, D., Pichler, A., Strauss-Sieberth, A. & Zott, F. (2002): Hochwasserschutz durch Reaktivierung von Überflutungsräumen: Evaluierung des Systemverhaltens im Verbauungsprojekt "Pertisau Wildbäche". Band 2: Teileinzugsgebiet Dristenau / Bodenphysikalische Erhebungen. WLS Report 76, im Auftrag WLW Gbltg. Westliches Unterinntal
- Jugovic, J., Fournier, P., Frömel (2003): Technischer Bericht: Hydraulische Modelluntersuchungen des Ausleitungsbauwerks Dristenau, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, unveröffentlicht