

Universität für Bodenkultur Institut für Alpine Naturgefahren Department Bautechnik und Naturgefahren Peter Jordan Str. 82 A-1190 WIEN Fax: #43-1-47654-4390



IAN REPORT 104 BAND 2

Grundlagen zur Risikoanalyse am Enterbach und Pfonerbach, Tirol

Enterbach



Im Auftrag:



Geologische Stelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung

Sektion Tirol

Wien, Februar 2007

REPORT 104: Grundlagen zur Risikoanalyse am Enterbach und Pfonerbach, Tirol Band 2: Enterbach

Im Auftrag von: Geologische Stelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbachund Lawinenverbauung, Sektion Tirol Werkvertrag vom 14.7.2004

Projektleitung: Ao. Univ. Prof. DI Dr. Johannes Hübl Mitarbeiter: Stephan Brabec Karma Heiss

> Universität für Bodenkultur Institut für Alpine Naturgefahren Department Bautechnik und Naturgefahren Peter Jordan Str. 82 A – 1190 Wien Fax: #43-1-47654-4390

> > Report Nr.: 104

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., BRABEC, S., HEISS, K.. (2007): Grundlagen zur Risikoanalyse am Enterbach und Pfonerbach, Tirol; IAN Report 104 Band 2; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht).

Fotos Titelblatt: rechts oben, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol

Wien, Februar 2007

æ



INHALTSVERZEICHNIS REPORT 104 BAND 2

1	Z	ZUSAMMENFASSUNG1					
2	Α	ABSTRACT2					
3	Α	UFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG					
4	Μ	ETHO	DIK	4			
5	в	ESCH	REIBUNG DES EINZUGSGEBIETES	5			
5	.1	Geog	graphische Lage	5			
5	.2	Klima	a	7			
5	.3	Geolo	ogie	8			
5	.4	Vege	tation	11			
5	.5	Murta	àtigkeit	11			
6				10			
0		KEIGI		12			
6	.1	Einle	Einleitung12				
6	.2	Ereig	nisauflistung	14			
6	.3	Fotod	dokumentation des Ereignisses des 26.7.1969	15			
6.4 Rekonstruierte Überflutungsflächen und Anschlagmarken des Ereign							
		vom 2	26.7.1969	21			
	6.	4.1	Überflutungsflächen	21			
	6.	4.2	Murgeschwindigkeiten und Durchflussmengen	22			
7	В	EURT	EILUNG DER TECHNISCHEN SCHUTZMAßNAHMEN	27			
7	.1	Verba	auungschronik bis 1969	27			
7	.2	Verba	auung des Enterbaches nach dem Ereignis des 26.7.1969	28			
	7.	2.1	Einleitung zur Verbauung im Einzugsgebiet	28			
	7.	2.2	Verbauung im Einzugsgebiet mittels Konsolidierungssperren	28			
	7.	2.3	Verbauung am Schwemmkegelhals mittels Geschiebesortiersperre und				
			Retentionsbecken	29			
	7.	2.4	Verbauung unterhalb der Geschiebesortiersperre mittels				
			Doppeltrapezkanal aus Beton	30			
7	.3	Visue	elle Beurteilung der bestehenden Verbauung auf Standsicherheit	32			
	7.	3.1	Enterbach (hm 12,400 – 55,32)	32			
	7.	3.2	Almbach (hm 0 – 7,35)	34			
8	E	RHEB	UNG DES FESTSTOFFPOTENTIALS	36			

I



8.1	Fluvialgeomorphologie	36			
8.2	Dispositionsklassen nach ETAlp37				
8.3	Erhobene Querprofile				
8.4	Einteilung in Homogenbereiche				
8.5	Geschiebepotentialbänder	41			
8.6	Maximale Geschiebepotentiale	41			
8.	.6.1 Enterbach	41			
8.	6.2 Maßgebende Zubringer des Enterbaches	43			
9 E	RHEBUNG DER GESCHIEBERELEVANTEN KENNDATEN	44			
9.1	Linienzahlanalysen	44			
9.2	Linienzahlanalyse im Bereich der Inzinger Alm	44			
9.3	Linienzahlanalyse der murfähigen Zubringer des Enterbaches	46			
9.4	Linienzahlanalyse am Enterbach zwischen den Konsolidierungssperren	49			
9.5	Fotosieving	50			
9.6	Siebanalyse	55			
10 R	HEOLOGIE	58			
10.1	Viskosimeter	58			
10.2	Vergleich der Ergebnisse	59			
10.3	Förderband	60			
11 S	ZENARIENBILDUNG	61			
11.1	Hydrologie	62			
11.2	Geschiebemobilisierung- Erosion pro Ereignis	62			
11.3	Abstrahiertes Gerinnesystem und Geschiebetrachtdiagramm	63			
11.4	Szenario 1 (V_I_30)	64			
1	1.4.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 1	65			
1	1.4.2 Abstraniertes Gerinnesystem für Szenario 1	66			
11 5		00			
11.0	5 Szeriano z (v_1_50)	۲0… 88			
י 1 י	1.5.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 2	60			
' 1 <i>'</i>	1.5.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 2	69			
11.6	5 Szenario 3 (V T 100)	70			
1	1.6.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 3	71			
1	1.6.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 3	72			

k	

	11.6.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 3	.72
11	I.7 Szer	nario 4 (V_T_150)	73
	11.7.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 4	.74
	11.7.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 4	.75
	11.7.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 4	.75
11	I.8 Szer	nario 5 (V_G_30)	76
	11.8.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 5	.77
	11.8.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 5	.78
	11.8.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 5	.78
11	I.9 Szer	nario 6 (V_G_50)	79
	11.9.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 6	.80
	11.9.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 6	.81
	11.9.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 6	.81
11	1.10	Szenario 7 (V_G_100)	82
	11.10.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 7	.83
	11.10.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 7	.84
	11.10.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 7	.84
11	1.11	Szenario 8 (V_G_150)	85
	11.11.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 8	.86
	11.11.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 8	.87
	11.11.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 8	.87
11	1.12	Szenario 9 (U_T_30)	88
	11.12.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 9	.89
	11.12.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 9	.90
	11.12.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 9	.90
11	1.13	Szenario 10 (U_T_50)	91
	11.13.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 10	.92
	11.13.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 10	.93
	11.13.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 10	.93
11	1.14	Szenario 11 (U_T_100)	94
	11.14.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 11	.95
	11.14.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 11	.96
	11.14.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 11	.96
11	1.15	Szenario 12 (U_T_150)	97
	11.15.1	Geschiebebilanzierung für Szenario 12	.98
	11.15.2	Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 12	.99
	11.15.3	Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 12	.99

Inhaltsverzeichnis



 $|\mathcal{L}|$

14 A	NHANG 1		.137					
14.1	14.1 Querprofile des Enterbaches nach Aulitzky137							
14.2	Fotodokume	entation der Sperren des Enterbaches	.141					
14.3	Fotodokume	entation der Sperren des Almbaches	.147					
14.4	Erhobene Q	uerprofile des Enterbaches	. 152					
14.5	Profile der Z	ubringer des Enterbaches	.163					
15 A	15 ANHANG 2 (PLANBEILAGEN)170							
	Plan 1	Geschiebepotentialband Enterbach						
	Plan 2 Geschiebepotentialband Almbach							
	Plan 3 Geschiebepotentialband Hundskehlbach							
	Plan 4	Geschiebepotentialband Regerstalbach						

- Plan 5 Geschiebesortiersperre bei hm 12,400- Grundriss
- Plan 6 Geschiebesortiersperre bei hm 12,400- Schnitte
- Plan 7 Konsolidierungssperre bei hm 53,47
- Plan 8 Regelprofil und Längenschnitt des Kanals
- Plan 9 Querprofile Enterbach
- Plan 10 Querprofile der Zubringer des Enterbaches
- Plan 11 Querprofile nach Aulitzky
- Plan 12 Murkopfdurchflussmenge nach Aulitzky, Murgeschwindigkeit nach Aulitzky, Längsprofil

1 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt anhand des Beispiels des Enterbaches die methodische Vorgangsweise der Ansätze des Projekts *ETAlp* vor und soll diese auf ihre Anwendbarkeit hin überprüfen.

Nach der Sammlung der Grundlagendaten, wie den Chroniken, Orthophotos und Lageplänen wurde durch Geländebegehungen in Zusammenarbeit mit der Geologischen Stelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbachund Lawinenverbauung die Morphologie des Enterbaches erhoben, das Erosionspotential abgeschätzt und Ablagerungsverhalten bestimmt. Aufbauend auf den aus der Geländebegehung gewonnenen Daten erfolgte eine Unterteilung des Baches in Homogenbereiche mittels eines Abstrahierten Gerinnesystems. In weiterer Folge wurden verschiedene Szenarien definiert, für die jeweils Abflussverhalten, Abflussfracht und Feststofffracht berechnet wurden.

Um für die abschließenden Detailsimulationen rheologische Eingangswerte zu erhalten, wurden Sieb- und Linienzahlanalysen sowie Viskositätsmessungen des Geschiebematerials vorgenommen. Ein Geländemodell wurde aus dem Höhenschichtenplan des Schwemmkegels sowie aus Querprofilen entlang des Schwemmkegelgerinnes erstellt. Sämtliche erhobene wurden Daten als Eingangsdaten für zwei- dimensionale hydraulische Simulationen verwendet.

Die Ergebnisse der Simulationen zeigen die Probleme im Simulieren von murartigen Abflüssen und Murgängen auf. So konnte für den großen Schwemmkegel Inzing aus Rechenkapazitätsgründen nur ein 20 m-Grid gewählt werden, weshalb die Ergebnisse nur als grobe Schätzungen betrachtet werden dürfen und die Vorgangsweise gemäß dem Projekt *ETAlp* (Kapitel Detailsimulationen) zusammenfassend für das Einzugsgebiet des Enterbaches als nicht zielführend beurteilt werden kann.

2 Abstract

The presented work introduces the approach and operating process of the *ETAlp* project and aims at testing its applicability, based on an analysis of the Enterbach catchment. Based on fieldwork at the Enterbach catchment the morphology of the torrent was recorded, subsequently the erosion potential and the deposit behaviour were estimated. Based on this recorded data the torrent was divided into homogenous sections using the Abstracted Channel System. In second step different scenarios were defined and for each scenario the discharge behaviour was determined and the quantity of water and sediment were estimated.

In order to gain rheological input data for the following detailed simulation, sieve analyses, line-count-analyses and viscosity measurements of the sediment in the drainage basin were carried out. A digital terrain model was established using contour lines for the simulated area.

All elaborated data was joined in a hydraulic simulation using the model *FLO-2D*. The results of the simulations turned out to be only rough estimations, since the grid used as a basis for simulation was limited to a spatial resolution of 20 m due to limited hardware capacity. As a consequence the applicability of the 2D-simulation has to be evaluated carefully with respect to the ETAlp manual.

3 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Das Ziel dieses Projektes ist die Überprüfung der Anwendbarkeit der im BMLFUW-Projekt ETAlp entwickelten Ansätze für die Detailmaßstabsebene der Risikoanalyse. Die Arbeitsebenen des Projekts ETAlp gliedern sich in folgende Ebenen:

- Regionalstudie- Übersichtsebene
- Mittlere Maßstabsebene
- Detailmaßstabsebene

Die Arbeitsebene für diese Arbeit ist ausschließlich die Detailmaßstabsebene. Als Testgebiet dient das Einzugsgebiet des Enterbaches.

Die Aufgabenstellung gliedert sich in folgende Punkte:

- Erhebung von geschieberelevanten Kenndaten an ausgewählten Standorten
- Erstellung eines Abstrahierten Gerinnesystems (AGS) mit Darstellung der möglichen prozessändernden Faktoren, auf Basis Detailebene, unter Zugrundelegung der vorhandenen geologischen Kartierungen,
- Prozessrouting für das AGS und Bestimmung der möglichen Szenarien,
- Beurteilung der vorhandenen schutzwasserbaulichen Maßnahmen,
- Ermittlung rheologischer Kennwerte für die Simulation,
- Berechnungen mittels Simulation,
- Berichterstellung.

4 Methodik

Das Projekt gliedert sich in folgende Hauptarbeitspakete:

- Beschreibung des Einzugsgebietes,
- Ereignischronik,
- Beurteilung der technischen Verbauung,
- Erhebung des Feststoffpotentials (Abgrenzung der Prozessbereiche und Erhebung des Feststoffpotentials in Rücksprache mit der Geologischen Stelle der Wildbach- und Lawinenverbauung, Tirol),
- Erhebung der charakteristischen Korndurchmesser,
- Rheologie,
- Szenarienbildung,
- Hydraulische Simulation.

Die wichtigsten Grundlagendaten sind:

- Orthophoto im Maßstab 1:5000,
- Lage-Höhenplan des Schwemmkegels in Inzing im Maßstab 1:5000,
- Kollaudierungsoperate des Forstttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung,
- Ereignischronik und weiterf
 ührende Informationen zur Gemeinde Inzing (Pisch 2007),
- Daten zur Hydrologie des Einzugsgebietes (Bundesamt und Forschungszentrum f
 ür Wald).

Sämtliche Grundlagendaten sowie die durch die Erhebungen vor Ort gewonnen Daten werden für die hydraulische Simulation zu definierten Szenarien aufbereitet. Die Ergebnisse der Simulationen werden in Form von Abbildungen für Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten in einer GIS-Plattform (Arc-View) dargestellt.

5 Beschreibung des Einzugsgebietes

Die folgende Beschreibung des Einzugsgebietes des Enterbaches wurde vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung Sektion Tirol übernommen (SKOLAUT & HOPF 1991).

5.1 Geographische Lage

"Der Enterbach bei Inzing, auch Hundstalbach genannt, ist ein rechtsufriger Zubringer des Inn (Abbildung 1).



Abbildung 1: Geographische Lage des Enterbaches und der Gemeinde Inzing (Quelle: Austrian Map 2005)

Das Sammelgebiet weist eine Fläche von ca. 12,2 km² auf, wovon etwa 40 % bewaldet sind. Die Gesamtlänge des Tales beträgt 8,7 km und hat eine Breite bis zu 2,5 km. Davon entfallen etwa 3,1 km der Längserstreckung auf das obere Sammelgebiet und 3,6 km auf den Mittellauf, der im oberen Teil tief in das Lockergestein eingeschnitten verläuft, anschließend klammartigen Charakter mit verbleibenden Felssohle aufweist. 2 km Auf den befinden sich der Schwemmkegelhals und der Schwemmkegel selbst. Die Schwemmkegelfläche hat eine Größe von ca. 1,8 km² und bringt den Vorfluter Inn zum Ausdrehen nach Norden. Der Schwemmkegel trägt das Dorf Inzing und wird von der Arlbergbahn sowie von der Landesstraße gequert.

Der höchste Punkt des Einzugsgebiets ist die "Peiderspitze" (2815 m ü.d.M.). Die Mündung in den Inn liegt auf einer Höhe von 590 m ü.d.M.

Der Hauptbach entspringt im Hundstalsee in fast 2300 m Seehöhe und nimmt als Seebach bis zur Inzinger Alm (hm 56,1) zuerst eine große Anzahl linksufriger Feilenrunsen knapp oberhalb der Inzinger Alm und mehrere rechtsufrige Geschiebebringer auf. Der Boden der Inzinger Alm bildet einen natürlichen Geschieberückhalt, über den vornehmlich geschiebeentlastendes Wasser in den bei hm 55,5 beginnenden Mittellauf gelangt, dessen Abfluss gleich unterhalb der Alm durch kräftige Quellhorizonte verstärkt wird.

Der Mittellauf ist zuerst auf einer Länge von 1,7 km tief in das glaziale Lockermaterial der Talverfüllung eingeschnitten. An diese im Talinneren von versickerungsfreudigen Talschultern begleitete Strecke schließt eine 1,9 km lange Klammstrecke an. Die Mächtigkeit der glazialen Talverfüllung wird hier entlang der Hänge zunehmend geringer. Die beiden Einhänge im Mittellauf sind überaus feucht und an vielen Stellen mit natürlichem oder künstlich aufgebrachtem (Große Mure, Hohe Mure) Erlenbuschwald bedeckt. Die Zubringer in diesem Abschnitt sind linksufrig der Almbach und Regerstalbach und rechtsufrig die Große Mure, der Hundskehlbach, die Hohe Mure, der Hierestalbach und der Heinzmündlerbach.

Der Schwemmkegel des Enterbaches beginnt unmittelbar am Klammausgang bei hm 20,5 zwischen den auf Terassensedimenten liegenden Weilern Hof (Westen) sowie Gigglberg und Eben (Osten). Die mittlere Breite beträgt hier 150 m bei einem Längsgefälle von rund 12 %. Bei hm 13,5 tritt der Schwemmkegel in das Inntal aus und drängt den Inn nach Nordosten ab.

Kennzahlen des Einzugsgebietes:				
Einzugsgebietsgröße gesamt:	13,95 km²			
Sammelgebietsgröße:	12,18 km²			
Schwemmkegelgröße:	1,77 km²			
Lauflänge gesamt:	8,3 km			
Lauflänge Sammelgebiet:	7,1			
Lauflänge Schwemmkegel				
[Mündung bis Geschiebesortiersperre]: 1,2 km				
Pauschalgefälle [Hundstalsee- 2300 m.ü.d.M. bis Mündung]: 20,60 %				
Pauschalgefälle Sammelgebiet: 22,54 %				
Pauschalgefälle Schwemmkegel:	8,87 %			



Abbildung 2: Einzugsgebiet des Enterbaches inklusive seiner wichtigsten Zubringer (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)

5.2 Klima

Die klimatische Lage und die Besonderheit des Tales an der äußeren Grenze des kontinental getönten Innenalpenraumes wird durch den freien Luftmassenzugang von Norden durch die breite Senke des Seefelder Sattels bestimmt, wodurch sich Staulageneffekte und Gewitterentladungen entlang der südlichen Talumrandung zwischen Rosskogel und Peider Spitze ergeben. Die Jahresniederschlagssumme kann für das innerste Viertel des Einzugsgebietes mit 1500–2000 mm angesetzt werden. Für den nördlich anschließenden Rest des Tales sind 1000–1500 mm zu

erwarten. Die jahreszeitliche Verteilung der nächstgelegenen Niederschlagsmessstelle zeigt ein deutliches hochsommerliches Maximum.

Eine ebenso deutlich erkennbare verstärkte Neigung zur Gewitterbildung bei verschiedensten Wetterlagen dürfte die bekannte Häufung im Innsbrucker Raum (ca. 20 Gewitter/Jahr) noch übertreffen und hatte in diesem Gebiet vor allem im Juli immer wieder hohe Schäden zur Folge (1910, 1929, 1969). Als höchsten Tagesniederschlag im Juli (12. Juli 1890) verzeichnete die Station Innsbruck 81 mm. Auf Grund der Messwerte sind für den nördlichen Teil des Perimeter des Enterbaches als mittleres Tagesmaximum etwa 41 mm, als höchstes Tagesmaximum 112 mm zu erwarten; im Talinneren noch höhere Werte.

Beim Murgang 1969 betrug der Niederschlag ca. 80 mm in etwa 30 Minuten, wovon ein Teil als Hagel fiel.

Neben der offenen Anströmmöglichkeit des Enterbaches von Norden her, die häufig Staueffekte zur Folge hat, ist als Hauptwindrichtung jedoch eine quer zum Tal verlaufende Strömung, also etwa von Nordwesten her, zu berücksichtigen, wie sich an den meistens spät im Sommer ausapernden Wächten am westlichen Taleinhang zwischen Brechten und Rauhem Kopf sowie ostwärts des Ragger-Köpfl-Grates erkennen lässt. Diese Wächtenbildung fördert im Schneeschmelzzeitraum die Erosion durch die westlichen Zubringer gegenüber den vom Osthang kommenden.

5.3 Geologie

Der Enterbach liegt im nördlichen Bereich des Kristallin der Zentralalpen, in der Phyllitzone und dem Ötztalkristallin. Die Gesteinsunterlage im Einzugsgebiet besteht und Schiefern, wobei hauptsächlich Zweiglimmeraugengneis, aus Gneisen Granatglimmerschiefer und Albitblastenschiefer ansteht. Im oberen Teil des Mittellaufes ist diese feste Schicht vor allem im Talinneren mit jungdiluvialen Moränen aus der Würm-Eiszeit und deren Rückzugsstadien überdeckt. Die Mächtigkeit dieser Deckschicht variiert zwischen einigen Metern und einigen hundert Metern. Diese diluvialen Lockermassen bleiben - solange Wasserzusatz fehlt - in sehr steilen Anrissflächen stehen, die Korngröße des Materials reicht von feinsandigglimmerigem Anteil bis zu Blöcken von mehreren Kubikmetern. Da sich diese Lockermassen nicht nur beiderseits des Mittellaufes des Hauptbaches unterhalb der Hundstalalm befinden, sondern zwischen Windegg und Rauhem Kopf im Westen und dem Kripenbachsattel und dem Rangger Köpfl im Osten Gratnähe erreichen, sind hier dementsprechend auch zahlreiche Erosionsrinnen auf beiden Talseiten bis hinauf in den Gratbereich als kräftige Altschutt–Geschiebeherde für das Erosionspotential zusätzlich zu berücksichtigen. Der Jungschutt, der durch einige Zubringer im Talhintergrund anfällt, wird durch zwei deutliche Talstufen (Hundstalsee und Inzinger Alm) zurückgehalten und ist für den Geschiebetransport ins Tal nicht maßgeblich.

Im untersten Teil des Mittellaufes schneidet sich der Enterbach in die Inntalterrassen ein. Diese Sedimente bestehen aus, spätglazialen und fluviatilen Kiesen sowie aus Mehlsand und kiesigem Sand des Inns. Die Geologische Karte ist in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Geologische Karte (Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol)

5.4 Vegetation

Zwischen der Innmündung bis zur Felsumrahmung des Talkessels, bestehend aus dem Rauhen Kopf (2304 m ü.d.M.), dem Brechtenjoch (2403 m ü.d.M.), dem Hohen Bremstall (2601 m ü.d.M.) sowie dem Inneren und Außeren Schlosskopf (2661 m ü.d.M. und 2725 m ü.d.M.) im Westen, der Preider Spitze (2815 m ü.d.M.), der Koflerspitze (2641 m ü.d.M.) und dem Rosskogelmassiv (2642 m ü.d.M.) im Süden und Südosten, nehmen die alpine (mit etwa 25 % des Perimeters), die subalpine und die montane Stufe Anteil am Einzugsgebiet, während die colline Stufe nur vom Schwemmkegelhals durchschnitten wird. Die Waldgrenze verläuft am Südost exponierten Einhang des von Südwesten nach Nordosten verlaufenden Tales in ca. 1900 m ü.d.M., am Nordwest exponierten Einhang nur knapp über 1800 m ü.d.M., im Bereich der Hundstalalpe sogar unter 1700 m ü.d.M., wenngleich die natürliche obere Waldgrenze bei 2000 m ü.d.M. verlaufen könnte. Der subalpine Fichtenwald dominiert das Tal, wobei im Alpbereich eine etwas stärkere Lärchenbeimischung zu bemerken ist. An nassen und rutschungsgefährdenten Steilhängen des Mittellaufes findet sich ein Grauerlenbuschwald, der sich bei längeren Rutschungsintervallen zum subalpinen Fichtenwald weiterentwickelt.

5.5 Murtätigkeit

Der Enterbach ist ein ausgeprägter Murbach, wobei jedoch das Geschiebe aus dem obersten Einzugsgebiet auf den Verflachungen der Inzinger Alm zum größten Teil liegen bleibt und dort eine periodische Übermurung der Weideflächen bewirkt. Die besondere Gefährlichkeit liegt im anschließenden Mittellauf, der mit großem Gefälle (bis zu 35 %) tief in die glazialen Lockermassen der Talverfüllung eingeschnitten ist und starke Tiefen- und Seitenerosion aufweist. Der Almboden keilt links und rechts des Grabens schulterartig aus, das Niederschlagswasser versickert und führt beim Wiederaustritt an den Einhängen zu Muschelanbrüchen. Besonders ausgeprägt sind diese Quellhorizonte rechtsufrig, starke Geschiebeherde sind hier unter anderem die "Große Mure" (hm 51,40 – 51,90) und die "Hohe Mure" (hm 47,80); auch die Wasserfassung der Trinkwasserversorgung Inzing nützt diese Quellen. Kräftige Geschiebestöße erfolgen auch durch die Zubringer. Hier sind linksufrig der Almbach (hm 54,50) und der Regerstalbach (hm 46,70), rechtsufrig der Hundskehlbach (hm 48,10) die Rotmure (hm 47,00), das Hierestal und der Heinzmündlerbach (hm 41,70) hervorzuheben.

6 Ereignischronik

6.1 Einleitung

Seit Menschengedenken brachte der Enterbach enorme Mengen von Steinen, Schutt und Sand ins Tal. Der älteste Murgang, über den Aufzeichnungen vorhanden sind, stammt aus dem Jahr 1807. Aufgrund des Einzugsgebietes ist aber anzunehmen, dass der Enterbach bereits früher immer wieder aus den Ufern trat und die anliegenden Siedlungen bedrohte. Die Anfälligkeit des Enterbaches für Massenverlagerungsprozesse wird durch die umfangreiche Ereignischronik sowie durch etliche Sagen belegt, ein kurzer Auszug wird in folgenden Textpassagen vorgestellt (PISCH 2007).

Der Lindwurm in der Wildbachklamm

Noch heute wird der Wildbach, der zwischen Zirl und Inzing dem Inn auf dem linken Ufer zufließt, bei Hochwasser oft gefährlich; er hat bis in die jüngste Zeit in Feldern und Wiesen durch Vermurung und Überschwemmung großen Schaden angerichtet. Man erzählt sich, daß in der Wildbachklamm, auch Hundsstall genannt, einst ein riesiger Drache, ein Lindwurm, lebte, der viele Jahre nicht zu vertreiben oder gar zu erlegen war.

Als einst an einem Sommertag ein furchtbares Hagelwetter losbrach, so daß der Wildbach hoch anschwoll, riß er mit Baumstämmen und Felsblöcken auch den Lindwurm mit zu Tal und trug ihn hinaus zu einer Wiese, auf der das Untier unter Felsgeröll und Schlamm, zuckend und giftigen Atem ausstoßend, liegenblieb. Niemand wagte es, sich dem Lindwurm, der trotz seiner schweren Wunden noch Schrecken verbreitete, zu nahen; aus weiter Entfernung wurde das Tier endlich durch einen Kanonenschuß getötet. Der Platz, auf welchem der Lindwurm erlegt wurde, hieß noch lange die Drachenwiese, auf der des giftigen Hauches wegen jahrelang kein Gras wuchs

Der blasende Drache

Gleich inner der Zirler Brücke, wenn man gegen Inzing geht, liegt die Drachenwiese. Die alten Inzinger und Zirler erinnern sich noch gut, daß zur Zeit, als sie Buben waren, ein ungeheuer dicker und langer Wurm durch den Wildbach aus der wilden Klamm, Hundstall genannt, herausgeschwemmt wurde, welcher drinnen hauste und viel Unglück über Menschen und Tiere brachte. Er wurde im gemeinen Leben der Drache genannt und verschlang alles Lebendige, was in seine Nähe kam. In dieser Klamm fließt im Sommer ein Bächlein durch, im Winter fast keines, so war es auch dazumal, und doch war es im Stande, das Ungeheuer herauszutreiben, denn als im Frühjahr jählings sehr warmes Wetter einfiel, wurde das Bächlein vom geschmolzenen Schnee geschwellt wie ein Strom, unterwühlte die Felsenwohnung des Drachen im Hundstall und riß Felsengerölle und das Ungeheuer heraus, überschwemmte die Wiese und ließ alles miteinander da liegen, wo es jetzt Drachenwies heißt. Man kann heute noch den gewaltigen Murbruch drinnen sehen.

Der Drache war ein Riesenwurm mit einem Drachenkopf, hatte 2 Ohren und einen schrecklichen, scheußlichen Blick.

Er war halbtod und dennoch sah man seinen Leib überall unter dem Felsenschlamm sich winden, niemand durfte wagen, nahe zu kommen und daher wurde er von ferne mit Kanonen zusammengeschossen. Er war halt ein "Lindwurm "sagt..

...daß der halbtote Lindwurm so fürchterlich geblasen habe, daß es "erschröcklich von z'Weitescht "(weit weg) anzuhören und anzusehen war, man konnte auch nicht wissen ob er nicht Gift "ausiblas'n" hat, denn das ist bewiesen, daß noch jetzt kein Gras auf der Drachenwiese wächst, wo er krepiert ist

(nach Joh. Nep. Ritter v. Alpenburg Mythen und Sagen Tirols)

Die Drachenwiese liegt zwischen der Salzstraße, dem Jörg-Köldererweg, dem Altersheim und dem Scharmesweg, umfaßt also die Grundparzellen Nr. 249 bis 271.



Abbildung 4: Lageplan Drachenwiese

6.2 Ereignisauflistung

1807	In der Nacht vom 29. auf den 30. August verursachte ein Wolkenbruch im gesamten Großraum einige Muren. In Inzing selbst wurden angeblich alle Häuser mehr oder weniger beschädigt. 10 Häuser wurden sogar vollkommen mitgerissen. Auch die Kirche wurde beschädigt. Ein Stein, der in ihr liegen blieb, war so groß und unbeweglich, dass er sogar gesprengt werden musste. Todesopfer gab es bei dieser Katastrophe keine.
1817	45 Häuser wurden zerstört, von den übrigen blieben
	nur 4 unbeschädigt. 72 ha Felder wurden übermurt.
1855	"verheerender Ausbruch" ohne nähere Angaben
1879	Am 31. August 1879 kam es zu einer schweren Katastrophe. Durch Unwetter ausgelöste Murbrüche auf der orographisch rechten Seite des Enterbachs führten in den Seitenbächen (Hundskehlbach, Heinzmillerbach,) zu übermäßigem Geschiebetrieb. Diese Mürbrüche stauten dann den Hauptbach soweit auf, bis dieser durchbrach und eine Mure entstand. Obwohl das Unglück in Inzing nicht ganz so verheerend war wie 1807 war es für die inzwischen nicht mehr sehr wohlhabende Gemeinde ein größerer Schlag als 1807. Außerdem musste ein Todesopfer beklagt werden.
1880/1881/1882	Murgänge ohne nähere Angaben
1888	Murgänge ohne nähere Angaben
1929	Am 24. Juli 1929 ereignete sich die nächste große Katastrophe. Wieder lösten starke Regenfälle große Anbrüche am den rechten Uferhängen aus, die schließlich zu einer Mure im Enterbach führten. Die Mure breitete sich auf einer Fläche von 25–30 ha aus und überflutet die Bundesstraße sowie die Inntalbahn, da die Massen bei der zu engen Eisenbahnbrücke aufgestaut wurden. Wieder entstand dadurch beträchtlicher finanzieller Schaden.
26.7.1969	Die letzte und zugleich schlimmste Katastrophe ereignete sich am 26. Juli 1969. Die Ortschaft Inzing war bis zu diesem Zeitpunkt etwas gewachsen und beschäftigte sich in den Jahren davor mit weiteren Schutzmaßnahmen für das Dorf. Die Mure beendete allerdings alle Planungen. Starke Unwetter, die in Form von Hagel und Regen auftraten, waren Auslöser dieses Ereignisses. Zunächst verbaute ein kleiner Murbruch im Almgebiet den Abfluss des angeschwollenen Enterbaches und staute das Wasser auf. Fast gleichzeitig kamen im inneren Gebiet des Hundstales die aufgeweichten Schottermengen ins Gleiten und füllten den Enterbach. Durch den Druck brach schließlich der "Staudamm" und die Murmasse wurde frei. Besonders unheilbringend waren die etwa 30 Nebengewässer des Enterbaches, die viel Material in das Bachbett einbrachten, durch das nun der Erdbrei, gemischt mit Geröll, Felsbrocken, entwurzelten Sträuchern und Bäumen ins Dorf raste. Die Mure, die in 2 Schüben kam, riss von den 44 Wehren im Hundstal 42 nieder und vernichtete sämtliche Häuser in der Umgebung. Neben den beträchtlichen Sachschäden und 15 Verletzten wurden auch 3 Todesopfer beklagt. Die Mure verschüttete eine Fläche von ca. 12 km ² in einer Höhe von bis zu 3 m. Insgesamt lagerte die Mure 400.000 m ³ Material ab. Wieder waren Gemeinde sowie die Bundesstraße und die Eisenbahn verschüttet. Dieses Ereignis führte schließlich dazu, dass der Enterbach 1971 umgeleitet wurde und ein neues Steingerinne bekam, um den Ort vor weiteren Katastrophen zu schützen. Zusätzlich wurden in den folgenden Jahren sämtliche Konsolidierungssperren sowie ein Rückhaltebecken mit Geschiebesortiersperre, wie sie heute noch stehen, gebaut.

Aufgrund der Ereignischronik kann eine Abschätzung der Auslöser für ein Murereignis getroffen werden. Zu einem Murgang führen:

- Heftige und lang andauernde Niederschläge
- Starkregenereignisse im allgemeinen
- Starkregenereignisse insbesondere in Kombination mit Hagel

6.3 Fotodokumentation des Ereignisses des 26.7.1969

Das Ereignis des 26.7.1969 ist das mit Abstand größte Ereignis des Enterbaches, es wurde sehr ausführlich von der Wildbach- und Lawinenverbauung Innsbruck dokumentiert. Sämtliche nachfolgenden Fotos stammen vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol (Fotos 1 bis 17).



Abbildung 5: Schwemmkegel Inzing nach dem Ereignis am 26.7.1969 (Foto 1)



Abbildung 6: Einzugsgebiet des Enterbaches oberhalb von 1600 m ü.d.M., im Bild Mitte links befindet sich die Inzinger Alm (Foto 2)



Abbildung 7: Blick vom Ende des bestehenden Schutzdammes auf die Murablagerung, den westlichen Ortsrand von Inzing und das Inntal (Foto 3)



Abbildung 8: Ausgang der Klammstrecke, Eintiefung und Verbreiterung des Bachbettes (Foto 4)



Abbildung 9: Gelände des Erholungszentrums, Becken des Schwimmbades eingemurt, Kabinen zerstört (Foto 5)



Abbildung 10: Die Mure des Almbaches stieß 150 m unterhab des Almgebäudes in den Hauptbach (Foto 6)



Abbildung 11: Durchlass bereits geräumt (27.7.1969) (Foto 7)



Abbildung 12: Mure im Bereich des Bannwaldes (Foto 8)

Abbildung 13: Erosion im zerstörten Gerinne (Foto 9)



Abbildung 14: Hohe Mure (Foto10)



Abbildung 15: Staffelstrecke unterhalb der Inzinger Alm (Foto 11)



Abbildung 16: Im Hintergrund eine der intakten Sperren in der unteren Staffelstrecke (Foto 12)



Abbildung 17: Unterste Sperre des Enterbaches (Foto13)



Abbildung 18: Staffelstrecke im mittlerem Bereich (Foto14)



Abbildung 20: Oberer Bereich des Schuttkegels (27.7.1969) (Foto16)



Abbildung 19: Eintiefung im Bereich der zerstörten Staffelung (Foto15)



Abbildung 21: Beginn der Baggerung oberhalb der Landstraße (Foto 17)

6.4 Rekonstruierte Überflutungsflächen und Anschlagmarken des Ereignisses vom 26.7.1969

6.4.1 Überflutungsflächen

In Abbildung 22 sind die Überflutungsflächen des Murgangs 1969 graphisch hervorgehoben.



Abbildung 22: Schwemmkegel Inzing nach dem Ereignis des 26.7.1969 (Foto 18)



Abbildung 23: Schwemmkegel Inzing nach dem Ereignis des 26.7.1969 (Institut für alpine Naturgefahren, Hübl 2006)

6.4.2 Murgeschwindigkeiten und Durchflussmengen

a) Profile

Um die Murgeschwindigkeiten und Durchflussmengen zu berechnen wurden Querprofile des Enterbaches verwendet (AULITZKY 1970). Die Profile 1 bis 3 wurden in einem anderen Bach aufgenommen, weshalb die Nummerierung bei 4 beginnt. Die Profile 6 und 10 konnten nicht mehr aufgefunden werden. Die vorhandenen Profile sind im Kapitel 14.1 im Anhang, sowie als Planbeilage im Anhang 2, Plan 11, dargestellt.

b) Berechnungen

Aufbauend auf den aufgenommen Profilen wurden Berechnungen durchgeführt. (AULITZKY 1970). Die Berechnungen der Murgeschwindigkeiten und der Durchflussmengen des Murkopfes basieren auf dem Verfahren nach HAIDEN (1925). HAIDEN leitete aus den geomorphologischen Spuren des Bewegungsvorganges einer Mure in Kurvenabschnitten, die maximale, mittlere und minimale Murgeschwindigkeit ab. Es ergibt sich nun aus der im Außenbogen zur Überhöhung (h) führenden Winkelgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom jeweiligen Bogenradius (r) und der Schwerbeschleunigung (g) = 9,81 m/s² eine Maximalgeschwindigkeit von

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{h * g * r}{s}}$$

wobei s als die Murstrombreite definiert ist.

Die Minimalgeschwindigkeit der Mure im Innenbogen beträgt

$$v_{\min} = v_{\max} * \frac{(r-s)}{r}$$

Die mittlere Geschwindigkeit des Murstromes ermittelt sich aus

$$v_{m} = \frac{v_{\max}}{2} * \left(1 + \frac{r - s}{r}\right)$$

Die Murkopfdurchflussmenge Q ergibt sich dann aus

$$Q = F * v$$

wobei F als Profilfläche definiert ist. (HAIDEN 1925)

Zur Berechnung dieser beiden Parameter wurden jene Profile verwendet, in denen sich geomorphologischen Spuren (z.B. schwere Blöcke, Bäume) noch einwandfrei bestimmen ließen. Die Veränderungen des Radius des Außenbogens r während des Murganges wurden ebenfalls berücksichtigt. Die stark unterschiedlichen Murgeschwindigkeiten gründen in der Varianz der Querprofile und bestätigen teilweise die Augenzeugenberichte. Zusätzlich wurden die Berechnungen nach HAIDEN (1925) mit der modifizierten Formel nach COSTA (1984) verglichen.

Das Verfahren nach COSTA (1984) basiert auf dem gleichen Ansatz, bezieht aber zusätzlich das Längsgefälle mit ein. Auf Grund des Längsgefälles, welches am Enterbach bei den dokumentierten Profilen stets unter 15 Grad ist, kann bei der Berechnung dieser Faktor jedoch vernachlässigt werden. Die Ergebnisse der beiden Ansätze liefern also für die aufgenommenen Profile des Enterbaches identische Werte.

$$v_{m} = \sqrt{\frac{h^* g^* r}{s} * \cos \varphi} \quad \text{(COSTA, 1984)}$$

wobei φ als Längsgefälle definiert ist.

[hm]	Profil Nr.	Konkav Überhöhung h [m]	Murbenetzte Bachbreite s [m]	Krümmungsradius r [m]	Geschwind Murstrom maximal	ligkeit des es v [m/s] mittel
54,91	4	1,0	26,5	50,0	4,3	3,2
54,05	5	7,0	34,5	75,0	12,2	9,4
52,78	6	1,5	35,2	125,0	7,2	6,2
49,52	7	1,5	28,8	100,0	7,1	6,1
48,50	8	3,0	33,7	75,0	8,1	6,3
46,62	9	3,1	36,5	100,0	9,1	7,4
43,90	11	4,4	33,4	150,0	13,9	12,3
19,92	12	3,5	28,0	800,0	31,3	30,8
19,62	13	2,7	28,5	800,0	27,2	26,7
17,16	14	3,4	44,4	800,0	24,5	23,8
14,88	15	2,8	69,5	750,0	17,2	16,4

Tabelle 3: Berechnete Geschwindigkeitswerte in den einzelnen Murprofilen des Enterbaches nach der Murkatastrophe am 26.7.1969 (AULITZKY, 1970)

[hm]	Profil	v _m [m/s]	Profil Abfluss- sektion [m ²]	Murprofil [m ²]	Murförder- menge [m³/s]	Sektions- Fördermenge [m ³ /s]
54,91	4	3,2	6,0	57,0	182	19,2
54,05	5	9,4	6,0	161,0	1512	56,5
52,78	6	6,2	7,5	139,0	855	46,5
49,52	7	6,1	8,7	115,0	700	53,0
48,50	8	6,3	8,7	88,0	555	55,0
46,62	9	7,4	8,7	106,0	785	64,0
43,90	11	12,3	6,7	168,0	2065	82,5
19,92	12	30,8	-	128,0	3940	-
19,62	13	26,7	-	125,0	3340	-
17,16	14	23,8	-	155,0	3680	-
14,88	15	16,4	-	78,0	1280	-

Tabelle 4:Durchflussmengen des Murkopfes in den einzelnen Murprofilen
des Enterbaches nach der Murkatastrophe am 26.7.1969 (Aulitzky, 1970)

Zu hoch erscheinende Werte (HÜBL, frd. mdl. Mit.)

Die in den Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellten Berechnungen sind aufgrund der Berechnungsmethodik mit einigen Ungenauigkeiten behaftet. Die Ergebnisse für die mittleren Murstromgeschwindigkeiten und die daraus resultierenden Fördermengen einiger Profile erscheinen aus heutiger Sicht nicht mehr ganz plausibel, so kann der hohe Anstieg der beiden Parameter von Profil 4 auf Profil 5 auf dieser kurzen Wegstrecke Beispielweise nur schwer erfolgen. Auch die Werte der unteren Abschnitte (ab Profil 11) wirken trotz der Schluchtstrecke als etwas zu hoch angesetzt (HÜBL, frd. mdl. Mit.). Die in Abbildung 24 dargestellte Zunahme der Abflussgeschwindigkeit am Schwemmkegel konnte nicht in allen Punkten nachvollzogen werden (HÜBL, frd. mdl. Mit.).



Abbildung 24: Darstellung der Murkopf- Durchflussmenge, Murkopfgeschwindigkeit und Längsprofil nach AULITZKY (1970)

c) Nachbildung des Ereignisses vom 26.7.1969 nach Hübl (2006)

Im Rahmen des Projektes ist das Ereignis von 1969, basierend auf den Augenzeugenberichten in Aulitzky (1970), nachgebildet worden. Aus dem Durchflussprofil (A) und der Durchflussgeschwindigkeit (v) wird der Murabfluss (Q) sowie die Murfracht (V) berechnet. Aus dem Verhältnis Wasser zu Feststoffen wird die Feststoffkonzentration (cv) ermittelt. Ausgegangen für die Berechnungen wurde, wie durch die Chronik beschrieben, von zwei Murschüben. Der erste Murschub hatte eine Gesamtfracht von 150.000 m³, der zweite Murschub von 100.000 m³ und der Murschübe und des Murschwanzes ergibt die Ereignisfracht von 400.000 m³.



Abbildung 25: Nachbildung des Ereignisses des 26.7.1969 (Institut für alpine Naturgefahren, Hübl 2006)

7 Beurteilung der technischen Schutzmaßnahmen

Ziel dieses Abschnittes ist es kurz die Verbauungsgeschichte zu dokumentieren und anschließend die bestehende Verbauung hinsichtlich technischem Zustand und Beschädigungen zu evaluieren.

7.1 Verbauungschronik bis 1969

Erste Bauabschnitt: 1897-1912	Das erste Projekt sah eine Abstaffelung der Erosionsstrecke zwischen hm 47 und 56 sowie die Ausschaltung der Zubringer im Mittellauf durch Einbau von 196 Holzsperren vor. In der ersten Bauphase (1897 – 1912) wurden am Schwemmkegel ein Leitwerk und ein Mühlkanal errichtet. Im Mittellauf wurden 25 Sperren in Trockenmauerwerk sowie 10 Holzsperren gebaut. Für die Abflusssektion wurden durchwegs flache naturgemäße Murprofile gewählt. In den Seitengräben wurden in dieser ersten Bauphase ebenfalls Sperren errichtet:			
	Kreuzeckmure	8 Holzwerke und eine Steinsperre		
	Hundskehlbach	21 Holzwerke		
	Heinzmündlerbach	44 Holzwerke		
	Hierestal	22 Holzwerke		
	In den Brüchen	346 lfm Holzgrundschwellen und		
		650 lfm Ausbuschung		
	Auflegmure	13 Holzwerke		
	Vintschgertal	54 lfm Holzgrundschwellen		
	Große Mure	48 Holzwerke		
	Hohe Mure	2 Holzwerke		
Zweite Bauabschnitt: 1897-1912	Durch die teilweise Zerstörung bestehender Schutzbauten im Jahr 1929 begann danach ein zweiter Bauabschnitt (1930–1940). Die alten Sperren wurden mit Beton verkleidet und neue Betonsperren wurden dazwischengeschaltet. Allerdings wurde diesmal ein Trapezprofil für die Bauwerke gewählt. Diese Sperren erwiesen sich aber als nicht sehr beständig da bereits nach 20 Jahren ihr Neubau bzw. eine Verkleidung notwendig wurde. Auch der Trapezquerschnitt erwies sich als ungünstig. Die Seitenbäche wurden in diesem Bauabschnitt kaum beachtet.			
Dritte Bauabschnitt: 1950-1964	Auch der dritte Bauabschnitt (1950–1964) brachte keine Verbesserung der bis dahin schon weitgehend zerstörten Verbauungen der Zubringer sondern nur Verbesserungsmaßnahmen am Talweg.			

Tabelle 5:Verbauungschronik bis 1969 (AULITZKY, 1970)

7.2 Verbauung des Enterbaches nach dem Ereignis des 26.7.1969

7.2.1 Einleitung zur Verbauung im Einzugsgebiet

Nach dem schweren Ereignis im Jahre 1969 wurden der Enterbach sowie der Almbach durch Konsolidierungssperren gesichert. Zusätzlich wurde am ein Rückhaltebecken Schwemmkegelhals geschaffen und eine Geschiebesortierungssperre in Form einer Balkensperre errichtet. Die Sperren wurden in den 1970er und frühen 1980er Jahren gebaut.

7.2.2 Verbauung im Einzugsgebiet mittels Konsolidierungssperren

Am Almbach, der knapp unterhalb der Inzinger Alm in den Enterbach mündet, wurden zwei Staffelungen errichtet. Die obere besteht aus zwölf Konsolidierungssperren, in der unteren Staffelung sind 14 Sperren errichtet worden. Die letzte Sperre des Almbaches ist gleichzeitig die dritte Sperre des Enterbaches, da diese als Bogensperre für beide Gewässer gebaut wurde. Die Abstände der Sperren liegen im Almbach bei 10–15 m und im Enterbach bei etwa 20–30 m.

Im Enterbach befindet sich eine Sperrenstaffelung mit 27 Konsolidierungssperren im oberen Teil des Mittellaufes von hm 46,50 bis hm 55,32, um eine weitere Eintiefung des Baches zu verhindern. Knapp vor dem Geschieberückhaltebecken bei hm 12,40 wurden ebenfalls zwei Konsolidierungssperren errichtet (hm 15,26 und hm 17,33).

Die Sperren im Enterbach sowie im Almbach wurden in bewehrtem Vollbeton mit Granitabdeckung errichtet. Für den Bereich zwischen hm 46,50 und 48,28 wurde ein breites und flaches Abflussprofil gewählt, da genügend Platz vorhanden ist und hier von den beiden unverbauten Zubringern (Regerstalbach und Hundskehlbach) weiterhin Murgänge möglich sind. Oberhalb dieses Abschnittes, wo das Tal enger wird, wurden Trapezprofile gewählt, deren Dimensionen auf Mureinstöße des Almbaches und des Oberlaufs abgestimmt sind.

Der Regelbautyp der Konsolidierungssperren ist im Anhang in Plan 7 dargestellt.

Bei der Einmündung des Almbachs wurde die natürlicherweise 6 m breite Abflusssektion auf 12 m verbreitert, da die erste Sperre der Almbachstaffelung auf Grund des Geländes mit der darüber liegenden Sperre des Enterbachs verbunden werden musste. Diese Bogensperre hat daher eine gemeinsame Abflusssektion.

Der Sperrenabstand im oberen Abschnitt wurde mit durchschnittlich 25 m so gelegt, dass eine möglichst große Hebung der Bachsohle aber auch möglichst geringe Beanspruchung der Seitenhänge durch den Aushub erfolgt. Die Fundamente der Sperren sind mit 6 % gegen die nächst unteren Sperren eingedeckt und reichen im Durchschnitt 2 m über die Abflusssektion hinaus, um bei eventueller Unterkolkung noch ausreichende Auflageverhältnisse zu gewährleisten. Um die Sperrenflügel gegen dynamische Beanspruchung zu schützen, wurden diese mit dem Aushub der jeweilig höheren Sperre hinterfüllt und mit Grobmaterial abgedeckt. Obwohl Zugspannungen nur im bergseitigen Bereich der Sperren zu erwarten sind, wurden sämtliche Sperren generell mit einer Gitterbewehrung ausgestattet. Die Armierung soll den Spannungen in den Sperrenkörpern bei möglichen Zusatzlastfällen die durch Wasserdruck, Hangdruck, dynamische Belastung durch Muren oder Unterkolkung entstehen können, entgegenwirken; verwendet wurde Rippentorstahl (d = 14–20 mm). Der Beton wurde als Fertigbeton mit einer Mindestqualität von B 225 zugeführt. Die Abdeckung der Abflusssektion erfolgte mit 50 cm dicken Granitplatten. Diese sind mittels 1,20 m langen Stahlankern mit dem Sperrenbeton verbunden. Auf eine Abdeckung der Flügel wurde verzichtet, da die Abflusssektion ohnehin schon auf Murgang dimensioniert wurde (SKOLAUT & HOPF 1991).

7.2.3 Verbauung am Schwemmkegelhals mittels Geschiebesortiersperre und Retentionsbecken

Als Abschlussbauwerk der Enterbachverbauung wurde bei hm 12,400 eine Geschiebesortiersperre mit einem Retentionsbecken errichtet. Es handelt sich hierbei um eine Balkensperre aus Stahlbeton, die teilweise mit Granitplatten verkleidet wurde. Die Sperre besitzt drei Abflusssektionen, wobei das Gerinne bei Niederwasser durch das mittlere Feld abgeleitet wird, welches vertieft ausgeführt wurde. Seitlich ist das Bauwerk durch Schwergewichtsflügel in die beidufrigen Schuttdämme eingebunden. Um das mögliche Murmaterial weitgehend unter der stauen. wurde das Geländeoberkante zu Längsprofil im Bereich des Ablagerungsplatzes, des Dammes und der Sperre so tief wie möglich gelegt.

Die beidufrigen Schuttdämme verlaufen in gerader Richtung in einem Winkel von 42 gon zur Bachachse. Die Kronenbreite beträgt 5 m und die Höhe variiert zwischen 10 m und 12 m. Die Neigung der Böschung beträgt auf der Angriffsseite 3:4 und ist als Trockenmauer abgepflastert. Talseitig wurde rechtsufrig ein Verhältnis von 1:2 und linksufrig, auf Grund der Bewirtschaftung, ein Verhältnis von 1:3 gewählt. Die Dämme sind durch die Schüttart und die Kornverteilung (altes Murmaterial) auch bei Murbeanspruchung standsicher. Um die Trockenhaltung des Dammes im Falle eines Wasserstaues zu gewährleisten, wurden zwei Rohrdurchlässe sowie ein talseitiger
Filterfuß aus Kalkbruch vorgesehen. Zur Ableitung der Oberflächen- und Stauwässer sowie zur Vergrößerung der projezierten Dammhöhe wurde an der Bergseite oberhalb des gepflasterten Vorgrundes ein 24 m breiter Graben mit einer Neigung von 9 % ausgehoben. Die Geschiebesortiersperre ist im Anhang 2 in den Plänen 5 und 6 abgebildet. (SKOLAUT & HOPF 1991).

7.2.4 Verbauung unterhalb der Geschiebesortiersperre mittels Doppeltrapezkanal aus Beton

Angesichts des zerstörten alten Gerinnes am Schwemmkegel wurde der Enterbach an dieser Stelle neu reguliert. Um den Gefahrenbereich räumlich möglichst weit vom Dorf Inzing zu entfernen, wurde die neue Trasse um bis zu 150 m nach Westen verlegt. Dadurch ergab sich ein wesentlich tieferer Längsschnitt gegenüber dem alten Flussbett, welches genau am Rücken des Schwemmkegels verlief. Da die Bauarbeiten im Trockenen stattfinden konnten, wurden zusätzlich Zeit und Kosten gespart. Der Kanal wurde in Form eines Doppelprofils mit trapezförmigem Querschnitt ausgeführt. Im Anhang sind die Abmessungen des Kanals in Plan 8 dargestellt. Das Gerinne wurde auf eine Hochwassermenge von HQ100 = 60 m3/s ausgelegt, der gemauerte untere Teil kann eine Menge von 30 m³/s abführen, was einem HQ₅₀ entspricht. Bei einem 100-jährlichen Ereignis tritt eine Abflusstiefe von rund 2,90 m ein bei einem Freibord von 0,60 m. Es besteht daher bei bordvollem Abfluss mit rund 100m³/s noch ein großer Sicherheitsfaktor. Zusätzlich zu den 60 m³/s Wasser vermag das Gerinne eine beträchtliche Geschiebemenge von kleiner bis mittlerer Korngröße abzuführen, die größeren Kornfraktionen werden bereits bei der Geschiebesortiersperre oberhalb des Kegelhalses zurückgehalten. Um möglichst günstige Gefälleverhältnisse zu erzielen, wurden beiderseits des Kanals Begleitdämme mit einer Kronenbreite von 5 m und einer Böschung von 1:5 gebaut. Aufgrund der Festlegung der Geschiebesortiersperre bei hm 12,40 auf einer Geländehöhe von rund 692 m ü.d.M. und der um 80 m nach Westen verschobenen Mündungsstelle auf einer Kote von 598 m ü.d.M. ergab sich eine Höhendifferenz von 94 m. Das sich dadurch ergebende mittlere Gefälle von 7,5 % konnte wegen der Geländeverhältnisse sowie der Kreuzungen mit der Bundesstraße und der Eisenbahn, die Fixpunkte darstellen, nicht voll ausgenützt werden.

Es mussten daher unterschiedliche Längsneigungen ausgeführt werden. An den jeweiligen Knickstellen wurde die Sohle ausgerundet. Der flachste Bereich mit nur 3,13 % befindet sich bei der Mündung und ist dem Minimalgefälle der hydraulischen

Abflussmengenberechnung zugrunde gelegt. Das Gefällemaximum wird im obersten Teilstück vor der Geschiebesortiersperre mit 11 % erreicht. Um den Bach möglichst weit vom bebauten Ortsgebiet abzuleiten, wurde für die Gerinneführung ein nach Westen ausholender Kreisbogen gewählt, an den eine Gerade anschließt. Der Bogen hat einen Radius von 1800 m. Die Länge beträgt sowohl im Bogenbereich als auch im geraden Abschnitt etwa 600 m. Durch diese Bauform wurde in der Mitte des Kanals eine Verschiebung von ca. 150 m nach Westen erreicht, obwohl Mündung und Gerinneende bei der Sperre nur um ca. 80 m verschoben wurden. Grund für die Verschiebung der Mündungsstelle war, dass der Inn in diesem Bereich eine höhere Fließgeschwindigkeit aufweist und eingestoßenes Bachgeschiebe besser verfrachten kann (SKOLAUT & HOPF 1991).



Abbildung 26: Blick vom Schwemmkegelhals: Links der neue rechts der alte Gerinneverlauf

7.3 Visuelle Beurteilung der bestehenden Verbauung auf Standsicherheit

Die Evaluierung der einzelnen Sperren wurde gemäß Aufnahmeformular Wildbach (ROMANG, 2004) durchgeführt. Sämtliche Sperren wurden begangen und auf negative Alterserscheinungen untersucht. Alle so festgestellten Mängel wurden dokumentiert. Zusätzlich wurden Fotos von allen Sperren sowie Detailaufnahmen der groben Schäden an den Sperren zur Dokumentation gemacht.

Im Mittellauf sind die Sperren 13 und 14 des Enterbaches, sowie die Sperre 25 des Almbaches, im Bereich der Abflusssektionen, an den Flügeln, oder am Sperrenkörper teilweise stark beschädigt.

Durch die fortschreitende Korrosion des Armierungseisens muss die langfristige Funktionserfüllung dieser Sperren stark angezweifelt werden (HÜBL, mdl. Frd. Mit.)

Eine jährliche Begehung und eventuelle Sanierung der Sperren 13, 14 und 25 wird deshalb dringend angeraten.

Abgesehen von den angeführten Ausnahmen hinterlassen die Konsolidierungssperren einen unauffälligen, aber soliden Eindruck. Die Ergebnisse dieser Evaluierung sind in den Tabelle 6 für den Enterbach und in Tabelle 7 für den Almbach der Reihe nach aufgelistet, beginnend bei der am höchsten gelegenen Sperre des jeweiligen Baches. Die dazugehörigen Fotos sind dem Anhang unter Kapitel 14.2 und 14.3 zu entnehmen.

Nr.	Baujahr	hm	Klassifizierung	Zustand	Foto	Anmerkungen
1	1981	55,32	gut		20	
2	1980	54,97	gut		21	
3	1980	54,55	gut		22	Bogensperre. Nach dieser mündet der Almbach
4	1980	54,21	gut	Leichter oberflächlicher Riss	23	
5	1979	53,80	gut	Leichter oberflächlicher Riss	24	
6	1978	53,47	gut		25	
7	1978	53,14	gut	Leichte oberflächliche Korrosion sowie leichte Risse	26	
8	1978	52,82	gut		27	

7.3.1 Enterbach (hm 12,400 - 55,32)

9	1977	52,49	gut		28	
10	1977	52,16	gut	Leichte Abplattungen	29	
11	1977	51,84	gut		30	
12	1975	51,51	gut		31	
13	1976	51,19	ungenügend	Grobe Schäden an der Krone sowie starke Abplattungen bis zur Armierung. Teilweise Risse bis zu einer Länge von 2,5m die bis zur Bewehrung reichen. Ausbildung eines leichten Kolks, sowie Aussinterungen in den Dolen (Wasser befindet sich in der Sperre!). Sanierung wird dringend empfohlen	32 - 35	
14	1976	50,87	ungenügend	Starke Abplattungen bis zur Armierung und große Risse. Die Hauptbewehrung liegt frei. Ausbildung eines leichten Kolks. Sanierung wird dringend empfohlen	36, 37	
15	1976	50,55	gut	Leichte Risse	38	
16	1975	50,23	gut		39,40	
17	1975	49,93	gut	Schäden am Überfall. Die Kante ist teilweise ausgebrochen	41,42	
18	1974	49,65	gut	Leichte Abplattungen	43	
19	1974	49,35	gut		44	
20	1974	49,07	gut	Leichte oberflächliche Korrosion	45	
21	1973	48,79	gut	Leichte oberflächliche Korrosion sowie ein 3m langer - sehr dünner Riss	46	Nach dieser mündet der Hundskehlbach
22	1972	48,27	gut		47	
23	1971	47,98	gut		48	
24	1971	47,69	gut		49	
25	1971	47,40			50	
26	1971	47,10	gut		51	
27	1971	46,80	gut		52	Unterhalb dieser mündet der Regerstalbach

28	1970	46,50	gut	53	Letzte obere Sperre
29	1985	17,33	gut	54	Untere Sperre
30	1984	15,26	gut	55	Unterste Sperre
31	1970-72	12,40 0	gut	56,57	Geschiebesortiersperr e

 Tabelle 6:
 Visuelle Beurteilung der Sperren am Enterbach nach ROMANG (2004)

7.3.2 Almbach (hm 0 – 7,35)

Nr.	Baujahr	hm	Klassifizierung	Zustand	Foto	Anmerkungen
1	1981	0,38	gut		58	
2	1981	0,56	gut		58	
3	1981	0,74	gut		58	
4	1981	0,90	gut		58	
5	1981	1,11	gut	Größere Risse, Abplattungen. noch nicht bis zur Armierung	59	
6	1981	1,31	gut		60	
7	1981	1,51	gut		61	
8	1982	1,71	gut	Leichte oberflächliche Korrosion	62	
9	1982	1,90	gut	Leichte oberflächliche Korrosion	63	
10	1982	2,10	gut	Leichte oberflächliche Korrosion	64	
11	1982	2,30	gut	Leichte oberflächliche Korrosion sowie leichte Risse	65	
12	1982	2,51	gut		66	
13	1982	2,71	gut	Leichte Risse	67	
14	1983	5,63	gut		68	
15	1983	5,78	gut	Leichte oberflächliche Abplattungen	69	
16	1983	5,93	gut	Leichte Korrosion	70	
17	1983	6,08	gut	Oberflächliche Korrosion und leichte Abplattungen	71	
18	1983	6,23	gut	Oberflächliche Korrosion und leichte Abplattungen	72	

19	1983	6,38	gut	Leichte Korrosion	73	
20	1983	6,53	gut		74	
21	1984	6,69	gut	Leichte Abplattungen	75	
22	1984	6,84	gut	Leichte Abplattungen	76	Unterhalb dieser quert die Forststraße
23	1984	7,00	gut		77	
24	1984	7,16	gut	Leichte oberflächliche Korrosion	78	
25	1985	7,35	genügend	Ein Riss 50x10cm bis zur Bewehrung	79,80	

 Tabelle 7:
 Visuelle Beurteilung der Sperren am Almbach nach ROMANG (2004)

8 Erhebung des Feststoffpotentials

Zur Bestimmung des Geschiebepotentials/Feststoffpotentials ist der Enterbach auf Basis einer Geländebegehung in Abschnitte eingeteilt worden. In jedem Abschnitt ist die mögliche Tiefen- und Seitenerosion angeschätzt worden und als Erosionsvolumen im Geschiebepotentialband dokumentiert worden.

Der Bereich oberhalb der Inzinger Alm wurde nicht näher betrachtet. Ereignisse in diesen Gebieten sind für den unteren Abschnitt nicht von Bedeutung, da sämtliche mobilisierte Geschiebemengen im Bereich der Inzinger Alm abgelagert werden.

Die detaillierte Aufnahme der Daten erfolgte mittels Querprofilen gemäß Gerinneaufnahmeblatt nach ETAlp. Die im Zuge der Begehung bestimmten Geschiebeherde auf den Seiten wurden auf Tiefe, schräge Länge und Breite angeschätzt. Mit diesen drei Parametern wurden die Volumina berechnet, deren Größen in Kubikmetern angegeben werden. Mit Hilfe von Dispositionsklassen wurde ergänzend dazu auch die Mobilisierbarkeitswahrscheinlichkeit festgesetzt.

8.1 Fluvialgeomorphologie

Der Bach fließt oberhalb der Inzinger Alm im Lockermaterial und weist ein stark ausgeprägtes Erosionspotential auf. Der Großteil dieses Geschiebes wird im Bereich der Inzinger Alm (hm 56,1) wieder abgelagert.

Der nach der Alm beginnende Mittellauf (hm 56,0 bis hm 36,3) weist mit teilweise über 30 % ein größeres Gefälle auf. Die riesigen Geschiebeherde der Einhänge sowie die ebenfalls stark erodierenden Zubringer in diesem Abschnitt sind für die zahlreichen Murereignisse mitverantwortlich. Durch die Errichtung der Sperrenstaffel in diesem Bereich konnte die Gefahrensituation deutlich entschärft werden.

An diese verbaute Erosionsstrecke schließt ein schluchtartiger Abschnitt (hm 36,3 bis hm 20,0) an. Hier verläuft der Enterbach zum größten Teil direkt auf der Felssohle und nimmt daher kaum Material auf, sodass von einer Umlagerungs- oder Nullstrecke (weder Zu- noch Abnahme von Feststoffen) gesprochen werden kann. Aufgrund der Vielzahl an Engstellen besteht in diesem Abschnitt eine große Verklausungsgefahr. An den Schluchtabschnitt anschließend verläuft der Bach von hm 20 bis hm 14,4 wieder auf Lockermaterial und weist ein erhöhtes Erosionspotential auf.

Der unterste Bereich des Baches stellt den Ablagerungsbereich dar. Das Gefälle liegt teilweise unter 10 %. Hinter der Geschiebesortiersperre bei hm 12,40 soll im Bereich des Schwemmkegelhalses der größte Teil des Geschiebes in einem

Retentionsbecken aufgehalten werden. Wasser und Schwebstoffe werden nach der Sperre über den künstlichen Doppeltrapezkanal in den Inn abgeleitet.

8.2 Dispositionsklassen nach ETAlp

Die Einteilung der Geschiebeherde entlang der Talflanken erfolgt nach Dispositionsklassen gemäß ETAlp. Es werden sechs verschiedene Klassen unterschieden, welche die Art des Prozesses sowie die Wahrscheinlichkeit, mobilisiert zu werden, angeben. In Quellen werden folgende Dispositionsklassen unterschieden:

- Disposition 1A: seichtgründiger Nachböschungsprozess, aktiv, leicht mobilisierbar
- Disposition 1B: tiefgründiger Nachböschungsprozess, aktiv, nur bei bestimmten Szenarien mobilisierbar (Randbedingung: Systemzustand vorberegnet, ungesättigt, oder gesättigt)
- Disposition 2: alte, seichte, inaktive Massenbewegung, mäßig leicht mobilisierbar
- Disposition 3: alte, tiefgründige, inaktive Massenbewegung, bedingt mobilisierbar (eventuell nur Stirnbereich)
- Disposition 4: Lockermaterialbedeckung des Grabeneinhanges (Verwitterungsmaterial, Hangschutt, glaziale, fluviatile oder glaziofluviatile Ablagerungen) ohne erkennbare Prädisposition zu Nachböschungsprozessen, nur unter extremen Bedingungen mobilisierbar
- Keine Disposition: Aufgrund der Position des Prozessbereiches in Relation zum Gerinne, dem Aufbau der Grabeneinhänge und der Ufereinhänge aus dauerfesten Gesteinen ohne Hinweise auf Instabilitäten etc. liegen keine Geschiebepotentiale vor.

8.3 Erhobene Querprofile

Die Lage der untersuchten Profile ist in Abbildung 27 dargestellt. Als Beispiel ist das erste Querprofil in Abbildung 28 dargestellt. Die weiteren Querprofile befinden sich im Anhang unter Kapitel 14.4 für den Enterbach und unter 14.5 für die Zubringer des Enterbaches. Alle aufgenommenen Profile des Enterbaches und seiner Zubringer sind außerdem in Anhang 2 in den Plänen 9 und 10 übersichtlich dargestellt.



Abbildung 27: Einzugsgebiet mit der Lage der erhobenen Profile (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)

Profil 1:

Lage:

Hektometer: 0

Seehöhe: 600

Homogenbereich:

Höhe: 600 m bis 700 m

Hektometer: 0 bis 12,40

Foto 81:



Profil:

Siehe Anhang 2 Plan 8 (Regelprofil und Lägenschnitt des Kanals)

Anmerkung:

Längsgefälle: 2 bis 10 % Eintiefung: 0 m Wildholzpotential: keines Verklausung: nicht wahrscheinlich Zubringer: keine

Abbildung 28: Profil 1 (Foto 81)

8.4 Einteilung in Homogenbereiche

Auf Datenbasis der erhobenen Profile wurden zur Vereinfachung Homogenbereiche definiert. Ein Homogenbereich ist durch ein ähnliches Längsgefälle, eine ähnliche Profilform sowie einem ähnlichem Verhalten bezüglich Erosion und Ablagerung definiert. Ein Homogenbereich kann mehrere Profile umfassen. Aufgrund der Gegebenheiten wurden am Enterbach zehn Homogenbereiche definiert (Abbildung 29).



Abbildung 29: Einzugsgebiet mit erhobenen Profilen und Homogenbereichen (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)

8.5 Geschiebepotentialbänder

Sämtliche erhobenen und berechneten Daten sind zusammenfassend auf einem Geschiebepotentialband (GPB) dargestellt. Anhand eines Längsschnittes wird der Bach in homogene Abschnitte eingeteilt. Für die einzelnen Abschnitte sind im GPB sowohl faktische als auch interpretierte Daten abzulesen. Zu den faktischen Daten gehören die Hektometrierung, die Profile, das Längsgefälle, die Kornverteilung und Sohlstruktur, sowie Zubringer und Verklausungsmöglichkeiten. Die interpretierten Daten beinhalten den Gerinnestatus, das Geschiebepotential der Einhänge und der Sohle, das Wildholzpotential sowie Murprofile und Murablagerungen. Die Geschiebepotentialbänder wurden sowohl für den Enterbach als auch für die geschieberelevantesten Zubringer erstellt und sind in Anhang 2 in den Plänen 1 bis 4 dargestellt.

8.6 Maximale Geschiebepotentiale

In Tabelle 8 sind die maximal möglichen Geschiebepotentiale der Sohle sowie der Einhänge für die einzelnen Abschnitte dargestellt. Diese Potentiale sind als langfristig mobilisierbare Erosionsmengen zu verstehen.

		Länge	Geschiebemengen [m ³]						
Abschnitt	hm	Abschnitt	Sohle	hle Einhänge - Disposition					
		[m]	-	1a	1b	2	3	4	
1	0.0 - 12,4	1240							
2	12,4 - 14,4	200							
3	14,4 – 22,2	780							
4	22,2 – 31,9	970	3680						
5	31,9 – 35,0	310	2420						
6	35,0 - 36,5	150	150						
7	36,5 - 41,3	480	2305	3225				12925	
8	41,3 - 48,8	750	2100	22200	134515	3000			
9	48,8 - 57,6	880	4950	14190	69450	100800	20400		
10	57,6-63,4	580	3450	1880		18190			
Summe	0 - 63.4	6340	19055	41495	203965	121990	20400	126925	

8.6.1 Enterbach

 Tabelle 8:
 Maximale Geschiebepotentiale Enterbach



Abbildung 30: Langfristige Erosionsherde ab 20.000 m³ (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)

Zu beachten ist allerdings, dass eine Dispositionsklasse erst dann mobilisierbar ist, wenn alle niedrigeren Klassen bereits abgetragen wurden. Daraus ergeben sich für den Enterbach folgende maximale Summenwerte:

Ereignis mit Dispositionsklassen	gesamtes Geschiebepotential bei Ereignis [m ³]			
	mit Sohle	ohne Sohle		
1a	60550	41495		
1a, 1b	264515	245460		
1a, 1b, 2	386505	367450		
1a, 1b, 2, 3	406905	387850		
1a, 1b, 2, 3, 4	533830	514775		

 Tabelle 9:
 Maximale Geschiebepotentiale nach Dispositionsklassen

Da feststeht, dass sich die maximal möglichen Geschiebepotentiale auf die geologischen Verhältnisse beziehen, stellen sie einen langzeitlichen Gesamtwert dar. Bei einem einzelnen Ereignis wird daher nur ein Bruchteil der dargestellten Mengen mobilisiert.

8.6.2 Maßgebende Zubringer des Enterbaches

Neben den Geschiebeherden des Hauptbaches gibt es eine Anzahl Zubringer, die dem Enterbach im Ereignisfall Geschiebe zuführen. Die wichtigsten Zubringer sind der Almbach, der Hundskehlbach, der Regerstalbach und der Heinzmündlerbach. Die ersten drei Bäche wurden ebenfalls begangen und auf Geschiebeherde und deren Dispositionsklassen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 aufgelistet. Die Dispositionsklasse 4 war bei keiner der drei Bäche relevant und wurde daher nicht in die Tabelle aufgenommen.

Zubringer des Enterbaches	Disposition 1a [m ³]	Disposition 1a, 1b [m³]	Disposition 1a – 2 [m³]	Disposition 1a – 3 [m³]
Almbach	18085	18085	36778	71538
Hundskehlbach	37402	37402	152462	152462
Regerstalbach	8088	56488	83658	83658

Tabelle 10: Maximale Geschiebepotentiale der Zubringer des Enterbaches

9 Erhebung der geschieberelevanten Kenndaten

Die Erhebung der maßgebenden Korndurchmesser und der Kornverteilung wurde auf drei verschiedene Varianten durchgeführt.

Als erste Variante wurden an mehreren Stellen im Einzugsgebiet Linienzahlanalysen (LZA) durchgeführt.

Außerdem wurde das Fotosieving-Verfahren zum Vergleich herangezogen. Aufgrund der großen Kosten für die Auswertung der erhobenen Daten wurde dafür nur eine kleine Anzahl an Analysepunkten ausgewählt.

Als dritte Variante wurde eine Siebanalyse nach ÖNORM B4412 (1974) durchgeführt.

9.1 Linienzahlanalysen

Bei einer LZA wird über die zu analysierende Deckschicht eine Schnur gespannt, die systematische Fehler bei der Auswahl der zu untersuchenden Steinen vermeiden hilft. Bei allen Steinen, die sich unter der Schnur befinden und größer als 1 cm sind, wird der Durchmesser gemessen. Die gemessenen Steine werden in Fraktionen eingeteilt und hinsichtlich ihrer Anzahl ausgewertet (FEHR 1987).

Es ist an jedem Referenzprofil mindestens eine Wiederholung der Aufnahme vorzunehmen, wobei pro Liniezahlanalyse mindestens 150 Steine aufzunehmen sind (in jeder Korngrößen-Fraktion sollten zumindest 5 Steine vorkommen.

Pro Analysepunkt wurden mindestens zwei Linienzahlanalysen nach FEHR (1987) durchgeführt. Die Linienzahlanalyse wurde an allen maßgebenden Stellen im Einzugsgebiet durchgeführt. Vor allem wurden die murfähigen Zubringer des Enterbaches, der Almbach, Hundskehlbach und Regerstalbach, aber auch die Erosionsrinnen im Bereich der Inzinger Alm, sowie die Rote Mure untersucht. Zur Erhebung der Korngrößenverteilung des Geschiebes zwischen den Sperren wurde ein Analysepunkt im Enterbach zwischen den Sperren bei hm 53,85 ausgewählt.

9.2 Linienzahlanalyse im Bereich der Inzinger Alm

Im Bereich der Inzinger Alm wurden im Rossrinner und Weißbach LZA durchgeführt. Die Analysepunkte mitsamt der Ergebnisse sind folgend angeführt.

LZA 1	LZA 2				
Im Rossrinner wurde eine LZA auf	Am Weißbach wurde eine LZA im				
1850 m ü.d.M. am 28.7.2004	Bereich der Inzinger Alm auf 1790 m				
aufgenommen.	ü.d.M. am 28.7.2004 aufgenommen				
Korngrößen [cm]:	Korngrößen [cm]:				
d16 0,41	d16 0,38				
d30 1,40	d30 1,28				
d50 4,37	d50 3,05				
d65 10,38	d65 4,08				
d70 12,96	d70 4,83				
d84 18,95	d84 8,12				
d90 24,67	d90 9,97				
dm 8,95	dm 5,21				
Korngrößenverteilung:	Korngrößenverteilung:				
0,7 0,8 0,7 0,6 0,6 0,6 0,0 0,1 0,1 0,0 0,1 1 10 10 100	0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.7 0.6 0.5 0.6 0.5 0.7 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.6 0.5 0.5 0.6 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5				
Foto 98:	Foto 99:				

Abbildung 31: Eingangsgrößen, berechnete Korngrößen und Korngrößenverteilung am orographisch linken und rechten Rinner

9.3 Linienzahlanalyse der murfähigen Zubringer des Enterbaches

Die Zubringer des Enterbaches besitzen ein sehr großes Geschiebepotential, da sie großteils im Lockergestein verlaufen. Die wichtigsten Zubringer sind der Almbach, der Hundskehlbach, der Regerstalbach und der Zubringer der Roten Mure. Außer dem Almbach sind sie unverbaut und murfähig (Abbildung 32 bis Abbildung 34).

				• •	0	-	
	LZA	3			LZA	4	
Am Almb	ach wurde e	eine LZA	bei einem	Am Hu	ndskehlbach	n wurden	2 LZA
Feilanbru	ch auf 19 [.]	10 m ü.	.d.M. am	durchgeführt. Die erste LZA wurde auf			
25.7.2004	4 aufgenomr	nen.		1490 m i	ü.d.M aufgen	ommen.	
Korngröf	ßen [cm]:			Korngrö	ßen [cm]:		
	d16	0,27			d16	0,33	
	d30	1,07			d30	1,13	
	d50	2,69			d50	2,87	
	d65	4,42			d65	4,49	
	d70	5,34			d70	5,56	
	d84	10,81			d84	8,96	
	d90	12,92			d90	10,54	
	dm	5,43			dm	4,94	
dm 5,43 Korngrößenverteilung:				Korngrö	Senverteiluu	ng:	100
Foto 100				Foto 10 ⁴			

Abbildung 32: Eingangsgrößen, berechnete Korngrößen und Korngrößenverteilung am Almbach und die erste Analyse des Hundskehlbaches

	LZA	5		LZA 6				
Am Hundskehlbach wurden 2 LZA durchgeführt. Die zweite wurde an der Mündung des Hundskehlbaches in den Enterbach auf 1440 m ü.d.M. am				Am Regerstalbach wurden 2 LZA durchgeführt. Die erste wurde nahe seiner Mündung in den Enterbach auf 1400 m ü.d.M durchgeführt.				
25.7.2004 aufgenommen.								
Korngrößen [cm]:			Korn	größe	n [cm]:			
	d16 d30 d50 d65 d70 d84 d90 dm	0,25 0,85 2,15 3,04 3,32 5,06 6,68 3,22				d16 d30 d50 d65 d70 d84 d90 dm	0,39 1,32 3,40 6,75 8,02 11,86 13,51 6,11	
Korngrößenverteilung:			1,0 0,9 0,8 0,7 6ue6 0,5 90,6 0,3 0,2 0,1 0,0 0,1	groise	nverteilur 1 Korngröß	19:	100	
Foto 102:				Foto	103:			

Abbildung 33: Eingangsgrößen, berechnete Korngrößen und Korngrößenverteilung im Hundskehlbach bei 1440 m ü.d.M. und am Regerstalbach bei1400 m ü.d.M.

	LZA 7				LZA 8				
Am Re	gerstalbach	wurden	2 LZA	Diese	Linienzahlan	alyse w	urde	im	
durchgef	ührt. Die zwe	eite wurde	im Profil	Bereich	der Roten	Mure aut	f 180	0 m	
2 des Re	aertalbaches	auf 1430	m ü.d.M	üd M. am 7.8.2004 aufgenommen					
aufgenor	nmen.					5			
Korngrö	ßen [cm]:			Korngr	Korngrößen [cm]:				
	d16	0,40			d16	0,34			
	d30	1,38			d30	1,42			
	d50	3,52			d50	3,58			
	d65	5,66			d65	6,88			
	d70	6,69			d70	9,19			
	d84	9,33			d84	12,62			
	d90	10,96			d90	13,62			
	dm	5,72			dm	7,19			
1,0 0,9 0,8 % 0,7 60,6 60,5 90,4 0,4 0,3 0,2 0,1 0,0 0,1	Korngrößenverteilung:				1 Korngröß	19.		10	
Foto 104	l:								

Abbildung 34: Eingangsgrößen, berechnete Korngrößen und Korngrößenverteilung im Regerstalbach bei 1430 m ü.d.M. und an der Roten Mure bei 1800 m ü.d.M.

9.4 Linienzahlanalyse am Ei

Enterbach

zwischen den

Konsolidierungssperren

LZA 9	
Die Linienzahlanalyse wurde im	
Enterbach zwischen den Sperren auf	
1400 m ü.d.M. aufgenommen.	
Korngrößen [cm]:	
d16 0,21	
d30 0,71	
d50 1,92	
d65 2,83	
d70 3,13	
d84 4,85	
d90 6,80	
dm 3,21	
Korngrößenverteilung:	
<image/>	

Abbildung 35: Eingangsgrößen, berechnete Korngrößen und Korngrößen= verteilung im Enterbach zwischen den Sperren bei 1400 m

9.5 Fotosieving

Die Ergebnisse des Fotosieving (FS) wurden von der Geologischen Stelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung zur Verfügung gestellt und sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

FS 1			FS 2					
Am Almbach wurden 2 FS durchgeführt.			Am Al	mbach	wurden	2	FS	
Dieses Fot	to wurde ir	n Almba	ch in der	durchgefü	ihrt. Dies	es Foto	wurde	im
Sohle auf	1910 m ü.c	l.M. am :	20.7.2004	Almbach	an eine	m Ufera	nbruch	auf
aufgenomm	nen (Sauso	nuber Pr	obe 1)	1910 m	üdM	am	20 07 2	004
ddigononni		,		aufgenommen. (Sausgruber Probe 2)			<u>2)</u>	
Korngröße	en [mm]:			Korngröl	Sen [mm]:			
	d10	4,93			d10	1,3	7	
	d30	12,93			d30	4,3	5	
	d50	24,24			d50	8,8	8	
	d90	64,01			d90	39,0	2	
Korngröße	enverteilun	g:		Korngröf	Senverteil	ung:		
Fotosieving			Gewichtsanteile (%)	Fotos	ieving		1000	
Foto 107:				Foto 108				A CAN AND A

Abbildung 36: Fotosieving Probe 1 und 2, Almbach



Abbildung 37: Fotosieving, Probe 3 und 4 Hundskehlbach

FS 5	FS 6		
Am Hundskehlbach wurden 3 FS	Am Regerstalbach wurden 2 FS		
durchgeführt. Dieses FS wurde im	durchgeführt. Dieses FS wurde im		
Hundskehlbach an der Einmündung in	Regerstalbach auf 1425 m ü.d.M. am		
den Enterbach auf 1435 m ü.d.M. am	26.7.2004 aufgenommen.		
20.7.2004 aufgenommen.	(Sausgruber Probe 6)		
(Sausgruber Probe 5)			
Korngrößen [mm]:	Korngrößen [mm]:		
d30 10,39	d30 8,09		
d50 17,76	d50 15,71		
d90 53,35	d90 44,94		
Korngrößenverteilung:	Korngrößenverteilung:		
Foto 111:	Foto 112:		

Abbildung 38: Fotosieving Probe 5, Hundskehlbach und Probe 6, Regerstalbach

FS 7	FS 8		
Am Regerstalbach wurden 2 FS	Dieses Foto wurde in einem linken		
durchgeführt. Dieses FS wurde im	Zubringer (2. Rinner) des Enterbachs		
Regerstalbach an der Mündung in den	auf 1850 m ü.d.M. am 28.7.2004		
Enterbach auf 1410 m ü.d.M. am	aufgenommen.		
27.7.2004 aufgenommen.			
(Sausgruber Probe 7)			
Korngrößen [mm]:	Korngrößen [mm]:		
d10 1,7	d10 2,48		
d30 3,68	d30 6,04		
d50 6,24	d50 11,07		
d90 21,54	d90 38,60		
Korngrößenverteilung:	Korngrößenverteilung:		
	<image/>		

Abbildung 39: Fotosieving Probe 7, Regerstalbach und Probe 8, Rossrinner

FS 9	
Dieses FS wurde im rechten Zubringer	
des Enterbaches im Bereich der Inzinger	
Alm (Weißbach) auf 1790 m ü.d.M. am	
28.7.2004 aufgenommen.	
Korngrößen [mm]:	
d10 1,53	
d30 3,85	
d50 7,98	
d90 24,76	
Korngrößenverteilung:	

Abbildung 40: Fotosieving Probe 9, rechter Rinner Inzinger Alm

9.6 Siebanalyse

Die Siebanalyse wurde nach der ÖNORM B4412 (1974) durchgeführt. Die Korngrößenverteilung gibt die Massenanteile der in einer Bodenart vorhandenen Körnungsgruppen im Korngrößenbereich von 0,0063 mm bis 125 mm an.

Bei der Siebung wird der Boden durch einen Satz von Prüfsiebe mit verschiedener Lochweite gesiebt, die Anteile gewogen und in Prozent angegeben. Die Maschenweiten der Siebe entsprechen einer genormten Größenabstufung (Siebreihe). Die Siebe werden mit größer werdender Maschenweite aufwärts sortiert übereinander gestapelt. Der Boden (Gewicht m[g]) wird auf das oberste der Siebe (mit der größten Maschenweite) aufgebracht. Nach der Siebung befinden sich auf den einzelnen Sieben Teilmassen des Aufgabegutes. Die Siebung trennt also den Boden in die Klassen k = 1 bis k = n auf, dabei ist n ist die Anzahl der Siebe.

Die Partikeln einer Klasse "i" sind größer als die Maschenweite des Siebes auf dem sie liegen und kleiner als die Maschenweite des darüber befindlichen Siebes.

Es ist üblich, die Teilmasse mi auf die Maschenweite des darüber befindlichen Siebes zu beziehen. Bezieht man die Summe aller Teilmassen die durch ein Sieb "i" gegangen sind auf die Masse des Aufgabegutes, so erhält man die Durchgangssumme in normierter Form. Die Darstellung einer Siebanalyse kann als Verteilungssummenkurve oder Verteilungsdichtekurve angegeben werden.¹

Der Entnahmeort für die Siebanalyse befindet sich bei einem großen Anbruch, nahe der Forststrasse zur Inzinger Alm, auf einer Seehöhe von 1335 m. Die Masse der untersuchten Bodenprobe beträgt ca. 1,4 kg.

Die Berechnungen sind in den Tabelle 11 und Tabelle 12 sowie in Abbildung 41 dargestellt.

Legende			
mb	Masse Becher		
Mb+s	Masse Becher + Probe		
ms	Masse Probe		

 Tabelle 11:
 Legende zur Berechnungstabelle der Siebanalyse

¹ Quelle: http://sg1-c813.uibk.ac.at/igt/labor/labor-bodenklass.html, am 26.1.2007

	Siebrückstand				Durchgang		dm	
d	mb	mb+s	ms		d	D	D	Di*pwi
mm	g	g	g	%	mm	g	%	mm
<0,063	748,55	932,92	184,37	13,23	0,063	184,37	13,23	0,01
0,063	184,07	272,2	88,13	6,32	0,125	272,5	19,55	0,01
0,125	238,32	396,83	158,51	11,37	0,25	431,01	30,93	0,03
0,25	191,97	319,08	127,11	9,12	0,5	558,12	40,05	0,05
0,5	191	258,3	67,3	4,83	1	625,42	44,88	0,05
1	191,2	343,63	152,43	10,94	2	777,85	55,81	0,22
2	190,63	402,3	211,67	15,19	4	989,52	71,00	0,61
4	191,65	397,34	205,69	14,76	8	1195,21	85,76	1,18
8	182,32	380,76	198,44	14,24	16	1393,65	100,00	2,28
		Gesamt:	1393,65	100,0			dm	4,42
		Differenz	2,35	g				





Abbildung 41: Kornverteilungskurve der Siebanalyse der Probe des Enterbaches (0,1 mm bis 10 mm)

Um den gesamten Korngrößenbereich in einer Kornverteilungskurve abzubilden wird die Siebanalyse mit der LZA des Almbaches (1910 m ü.d.M.) überlagert.



Abbildung 42: Kornverteilungskurve der Siebanalyse überlagert mit der LZA des Almbaches bei 1910 m ü.d.M.

10 Rheologie

Zur Bestimmung der rheologischen Parameter wurden zwei Verfahren angewendet. Einerseits wurde die Viskosität für mehrere Probenreihen mittels Viskosimeter (Visko V88) festgestellt, anderseits wurden die Fließverhältnisse durch Experimente mit dem Förderband ermittelt.

Grundlage für die Bestimmung der rheologischen Eigenschaften sind die Erhebungen nach Hübl (2003). Aufbauend auf diesen Datengrundlagen wurden die notwendigen Eingangsparameter für das FLO-2D Modell berechnet. Die Ergebnisse der Laborversuche mit Korngrößen von bis 1 mm (Visco V 88) und bis 20 mm (Förderband) wurden der Feststoffkonzentration (Cv- Wert) gegenübergestellt und eine Ausgleichsfunktion (exponentiell) erstellt. Aus dieser Funktion konnten die Koeffizienten α und Exponenten β ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 angeführt. Zu Vergleichszwecken sind auch die Ergebnisse der Murproben vom Pfonerbach und Moschergraben angeführt (STEINWENDTNER 2000).

10.1 Viskosimeter

Die Viskositätsmessungen wurden mit dem Gerät Visko V 88 durchgeführt. Die dafür verwendete Probe wurde aus einer Siebanalyse gewonnen. Es wurden alle Korngrößen kleiner 1 mm verwendet. Um ein homogenes Gemisch zu erhalten, wurde Wasser beigemengt.

Die Viskosität wurde mehrere Male bei verschiedenen Wassergehalten bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 43 dargestellt.



Abbildung 43: Scherrate und Viskosität in Abhängigkeit des Cv- Wertes

Viskosität vs. Feststoffkonzentration

$$\eta_B = \alpha_1 e^{\beta_1 C_1}$$

$$\tau_{\gamma} = \alpha_2 e^{\beta_2 C_1}$$

Grenzscherfestigkeit vs. Feststoffkonzentration

 η_BBingham – Viskosität[PAS] $\alpha_i \beta_i$Koeffizienten / Exponenten C_vFeststoffkonzentration[%] τ_γGrenzschubspannung[Pa]

Die Ergebnisse wurden anschließend in die Simulation verwendet.

10.2 Vergleich der Ergebnisse

Um die Ergebnisse einordnen und überprüfen zu können, sind diese zur Absicherung und zur Prüfung der Plausibilität mit drei anderen Bächen verglichen worden. Die Ergebnisse sind in folgender Abbildung und Tabelle dargestellt.



Abbildung 44: Vergleich der Ergebnisse des Viskosimeters mit Lattenbach, Pfonerbach und Moschergraben

	Visco V 88 (Korngrößen < 1mm)					
	Viskosität vs. Fest	tstoffkonzentration	Grenzschubs Feststoffko	spannung vs. nzentration		
	$\alpha_1 \qquad \beta_1$		α_2	β_2		
Enterbach	0,000255	21,670	0,000098	25,494		
Pfonerbach	0,000034	24,410	0,0018	25,273		
Lattenbach 2003	0,00009	27,076	0,0020	24,943		
Moschergraben	0,000100	19,614	0,1826	12,367		

Tabelle 13: Rheologische Parameter

10.3 Förderband

Es wurden drei Förderbandversuche im Labor des Institutes für Alpine Naturgefahren durchgeführt. Aufgrund der Zusammensetzung der Bodenproben (zu geringer Tonund Schluffanteils) ist es zu einer raschen Entwässerung der Bodenprobe gekommen, weshalb die Ergebnisse als nicht aussagekräftig ausgeschieden werden mussten.

Als Eingangswerte für die FLO-2D Simulation wurden daher nur die Daten aus den Viskosimeterversuchen verwendet.

11 Szenarienbildung

Für die Auswahl der Szenarien werden grundsätzlich zwei Systemzustände unterschieden. Der erste Systemzustand wird als "verbaut" beschrieben, womit die Konsolidierungsverbauung im Einzugsgebiet sowie das Geschieberückhaltebecken samt Geschiebesortiersperre und Künette gemeint ist.

Der zweite "unverbaute" Systemzustand bezieht sich auf den Verbauungszustand vor dem Ereignis von 1969.

Zweitens werden zwei unterschiedliche hydrologische Szenarien unterschieden.

Das erste hydrologische Szenario nimmt eine Überregnung des hinteren Einzugsgebietes mit dem Einzugsgebiet Almbach an (teilweise Überregnung), das zweite nimmt eine volle Überregnung des Einzugsgebietes an, wobei jedoch niedrigere Niederschlagsintensitäten unterstellt werden.

Für jedes dieser Szenarien werden dann Jährlichkeiten bestimmt.

Es wird zwischen 30-, 50-, 100- und 150- jährlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit unterschieden.

Durch diese Unterscheidung der Systemzustände, den hydrologischen Szenarien und den Jährlichkeiten werden insgesamt 16 verschiedene Teilszenarien (Tabelle 14) definiert.

Alle Szenarien werden durch eine Kurzschreibweise schnell und einfach definiert. Der Systemzustand "verbaut" wird mit dem Kürzel "V", der Systemzustand "unverbaut" mit dem Kürzel "U" beschrieben. Die hydrologischen Szenarien werden mit dem Kürzel "T" für die teilweise Überregnung (2/3) und mit dem Kürzel "G" für die Gesamtüberregnung (3/3) beschrieben. Die Jährlichkeit wird als Zahl ergänzt. Alle 16 Szenarien sind in (Tabelle 14) in Kurzschreibweise dargestellt.

Verbauungszustand	Hydrologie	Jährlichkeit	Szenario	Hochwasserfracht [m³]	Geschiebefracht [m³]	Gesamtfracht [m³] (Schwemmkegelspitze)	Szenario
Verbaut	2/3	30	V_T_30	104060	13110	117170	1
		50	V_T_50	119250	34100	153350	2
		100	V_T_100	146010	55850	201860	3
		150	V_T_150	169080	85200	254280	4
	3/3	30	V_G_30	131220	22630	153850	5
		50	V_G_50	150510	57850	208360	6
		100	V_G_100	187890	95600	283490	7
		150	V_G_150	220360	137100	357460	8
Unverbaut	2/3	30	U_T_30	104060	49000	153060	9
		50	U_T_50	119250	112270	231520	10
		100	U_T_100	146010	162510	308520	11
		150	U_T_150	169080	258040	427120	12
	3/3	30	U_G_30	131220	63490	194710	13
		50	U_G_50	150510	140640	291150	14
		100	U_G_100	187890	206640	394530	15
		150	U_G_150	220360	309940	530300	16

Tabelle 14: Szenarien

11.1 Hydrologie

Die genauen hydrologischen Berechnungen sind vom BFW (Bundesamt und Forschungszentrum für Wald) zu Verfügung gestellt worden. Die Niederschlagsintensitäten wurden nach LORENZ & SKODA (2000) berechnet.

11.2 Geschiebemobilisierung- Erosion pro Ereignis

Die verwendeten Geschiebewerte wurden in Zusammenarbeit der Geologischen Stelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinenverbauung Innsbruck und des Institutes für Alpine Naturgefahren für die ab Kapitel 10.4 beschrieben Szenarien ermittelt.

11.3 Abstrahiertes Gerinnesystem und Geschiebefrachtdiagramm

Zur Veranschaulichung der Szenarien dienen ein Abstrahiertes Gerinnesystem (AGS) und ein Geschiebefrachtdiagramm (GFD). Dabei werden die im Zuge der geologischen und geomorphologischen Kartierung des Einzugsgebietes gewonnenen Erkenntnisse graphisch dargestellt. Der Bach wird hierbei in Abschnitte mit Erosion, Ablagerungen und Nullstrecken unterteilt. Nach jedem Abschnitt bzw. nach möglichen Einträgen (Zubringer, Feststoffeintrag von den Hängen) werden Knotenpunkte gesetzt. Diese dienen in weiterer Floge zur Darstellung der Prozesse zu Beginn und am Ende des Gerinneabschnittes (Abbildung 45). Um eine einfache und übersichtliche Darstellung zu erhalten werden alle lokalen Einhänge unter 10000 m³ für diese Darstellung zur Sohlerosion gezählt, und nur jene über 10000 m³ als punktuelle Feststoffeinträge dargestellt. Für die verschiedenen Szenarien werden in den folgenden Abschnitten den einzelnen Knotenpunkten nun verschiedene Abflusstypen zugeordnet. Es wird zwischen Reinwasserabfluss (Hochwasser), fluviatilem Feststofftransport, murartigem Abfluss und Murgang unterschieden. Im Geschiebefrachtdiagramm werden die Erosion, die Ablagerung sowie die daraus resultierende Geschiebebilanz in einem Längenschnitts dargestellt.



Abbildung 45: Allgemeines Abstrahiertes Gerinnesystem des Enterbaches

11.4 Szenario 1 (V_T_30)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	30
Hochwasserfracht [m3]:	104060
Geschiebefracht [m3]:	13110
Gesamtfracht [m ³]:	117170

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Beschreibung des Abflussprozesses des Enterbaches:

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Fluviatiler Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Reinwasserabfluss
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Reinwasserabfluss

11.4.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 1

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	21367,9	21367,9	0,0	Mündung
2	12,4	0,0	21367,9	21367,9	0,0	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	227,9	21367,9	8259,2	13108,7	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	21140,0	8259,2	12880,8	Brückelestal
5	28,8	861,0	21140,0	8259,2	12880,8	Mündung Brückelestal
6	36,2	12,5	20279,0	8259,2	12019,8	Rotbründltal
7	36,3	4930,6	20266,5	8259,2	12007,3	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	90,4	15335,9	8259,2	7076,7	Heinzmündlerbach
9	43,1	6666,1	15245,5	8259,2	6986,3	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	320,2	8579,4	8259,2	320,2	Regerstalbach
11	48,0	0,0	8259,2	8259,2	0,0	Mündung Regerstalbach
12	49,6	289,2	8259,2	7970,1	289,2	Hundskehlbach
13	49,7	132,8	7970,1	7970,1	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	7278,6	7837,3	558,8	7278,6	Almbach
15	56,1	167,5	558,8	558,8	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	391,3	0,0	391,3	Rossrinner
17	60,7	391,3	391,3	0,0	391,3	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 15: Geschiebebilanzierung für Szenario 1


11.4.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 1

Abbildung 46: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 1



11.4.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 1

Abbildung 47: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 1

11.5 Szenario 2 (V_T_50)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	50
Hochwasserfracht [m3]:	119250
Geschiebefracht [m3]:	34100
Gesamtfracht [m ³]:	153350

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Fluviatiler Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.5.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 2

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	46737,4	42651,5	4085,9	Mündung
2	12,4	0,0	46737,4	42651,5	4085,9	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	455,9	46737,4	12651,5	34085,9	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	46281,5	12651,5	33630,0	Brückelestal
5	28,8	1722,0	46281,5	12651,5	33630,0	Mündung Brückelestal
6	36,2	18,8	44559,5	12651,5	31908,0	Rotbründltal
7	36,3	13716,0	44540,8	12651,5	31889,3	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	165,2	30824,8	12651,5	18173,3	Heinzmündlerbach
9	43,1	17420,2	30659,6	12651,5	18008,1	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	587,9	13239,4	12651,5	587,9	Regerstalbach
11	48,0	0,0	12651,5	12651,5	0,0	Mündung Regerstalbach
12	49,6	646,2	12651,5	12005,3	646,2	Hundskehlbach
13	49,7	1062,4	12005,3	12005,3	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	9825,4	10942,9	1117,5	9825,4	Almbach
15	56,1	335,0	1117,5	1117,5	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	782,5	0,0	782,5	Rossrinner
17	60,7	782,5	782,5	0,0	782,5	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 16: Geschiebebilanzierung für Szenario 2



11.5.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 2

Abbildung 48: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 2



11.5.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 2

Abbildung 49: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 2

11.6 Szenario 3 (V_T_100)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	100
Hochwasserfracht [m3]:	146010
Geschiebefracht [m3]:	55850
Gesamtfracht [m ³]:	201860

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Murartiger Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.6.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 3

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	73071,0	67220,6	5850,4	Mündung
2	12,4	0,0	73071,0	67220,6	5850,4	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	607,7	73071,0	17220,6	55850,4	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	72463,3	17220,6	55242,6	Brückelestal
5	28,8	2295,8	72463,3	17220,6	55242,6	Mündung Brückelestal
6	36,2	25,0	70167,5	17220,6	52946,9	Rotbründltal
7	36,3	23229,9	70142,5	17220,6	52921,9	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	246,3	46912,6	17220,6	29692,0	Heinzmündlerbach
9	43,1	28404,4	46666,2	17220,6	29445,6	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	1041,2	18261,8	17220,6	1041,2	Regerstalbach
11	48,0	0,0	17220,6	17220,6	0,0	Mündung Regerstalbach
12	49,6	909,6	17220,6	16311,0	909,6	Hundskehlbach
13	49,7	3541,5	16311,0	16311,0	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	11279,7	12769,5	1489,9	11279,7	Almbach
15	56,1	446,6	1489,9	1489,9	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1043,2	0,0	1043,2	Rossrinner
17	60,7	1043,2	1043,2	0,0	1043,2	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 17: Geschiebebilanzierung für Szenario 3



11.6.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 3

Abbildung 50: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 3



11.6.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 3

Abbildung 51: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 3

11.7 Szenario 4 (V_T_150)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	150
Hochwasserfracht [m3]:	169080
Geschiebefracht [m3]:	85200
Gesamtfracht [m ³]:	254280

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Murartiger Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Fluviatiler Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.7.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 4

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	114181,0	108976,3	5204,7	Mündung
2	12,4	0,0	114181,0	108976,3	5204,7	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	683,8	114181,0	28976,3	85204,7	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	113497,2	28976,3	84520,9	Brückelestal
5	28,8	2583,0	113497,2	28976,3	84520,9	Mündung Brückelestal
6	36,2	25,0	110914,2	28976,3	81937,9	Rotbründltal
7	36,3	28331,9	110889,2	28976,3	81912,9	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	257,7	82557,3	28976,3	53581,0	Heinzmündlerbach
9	43,1	38284,4	82299,6	28976,3	53323,3	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	1276,0	44015,2	28976,3	15038,9	Regerstalbach
11	48,0	0,0	42739,2	28976,3	13763,0	Mündung Regerstalbach
12	49,6	1073,0	42739,2	23726,3	19013,0	Hundskehlbach
13	49,7	15311,5	41666,2	23726,3	17940,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	24678,5	26354,7	1676,3	24678,5	Almbach
15	56,1	502,5	1676,3	1676,3	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1173,8	0,0	1173,8	Rossrinner
17	60,7	1173,8	1173,8	0,0	1173,8	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 18: Geschiebebilanzierung für Szenario 4





Abbildung 52: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 4



11.7.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 4

Abbildung 53: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 4

11.8 Szenario 5 (V_G_30)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	30
Hochwasserfracht [m3]:	131220
Geschiebefracht [m3]:	22630
Gesamtfracht [m ³]:	153850

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Fluviatiler Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Fluviatiler Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Reinwasserabfluss
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Reinwasserabfluss

11.8.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 5

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	35850,2	35850,2	0,0	Mündung
2	12,4	0,0	35850,2	35850,2	0,0	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	227,9	35850,2	13220,1	22630,1	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	35622,3	13220,1	22402,2	Brückelestal
5	28,8	861,0	35622,3	13220,1	22402,2	Mündung Brückelestal
6	36,2	250,0	34761,3	13220,1	21541,2	Rotbründltal
7	36,3	5880,6	34511,3	13220,1	21291,2	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	1807,8	28630,7	13220,1	15410,6	Heinzmündlerbach
9	43,1	6666,1	26822,9	13220,1	13602,8	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	6403,5	20156,8	13220,1	6936,7	Regerstalbach
11	48,0	0,0	13753,3	13220,1	533,2	Mündung Regerstalbach
12	49,6	5783,2	13753,3	7970,1	5783,2	Hundskehlbach
13	49,7	132,8	7970,1	7970,1	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	7278,6	7837,3	558,8	7278,6	Almbach
15	56,1	167,5	558,8	558,8	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	391,3	0,0	391,3	Rossrinner
17	60,7	391,3	391,3	0,0	391,3	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 19: Geschiebebilanzierung für Szenario 5





Abbildung 54: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 5



11.8.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 5

Abbildung 55: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 5

11.9 Szenario 6 (V_G_50)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	50
Hochwasserfracht [m3]:	150510
Geschiebefracht [m3]:	57850
Gesamtfracht [m ³]:	208360

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Fluviatiler Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.9.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 6

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	75106,1	67255,3	7850,9	Mündung
2	12,4	0,0	75106,1	67255,3	7850,9	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	455,9	75106,1	17255,3	57850,9	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	74650,3	17255,3	57395,0	Brückelestal
5	28,8	1722,0	74650,3	17255,3	57395,0	Mündung Brückelestal
6	36,2	375,0	72928,3	17255,3	55673,0	Rotbründltal
7	36,3	15141,0	72553,3	17255,3	55298,0	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	3304,8	57412,3	17255,3	40157,1	Heinzmündlerbach
9	43,1	17420,2	54107,6	17255,3	36852,3	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	11757,3	36687,3	17255,3	19432,1	Regerstalbach
11	48,0	0,0	24930,1	17255,3	7674,8	Mündung Regerstalbach
12	49,6	12924,8	24930,1	12005,3	12924,8	Hundskehlbach
13	49,7	1062,4	12005,3	12005,3	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	9825,4	10942,9	1117,5	9825,4	Almbach
15	56,1	335,0	1117,5	1117,5	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	782,5	0,0	782,5	Rossrinner
17	60,7	782,5	782,5	0,0	782,5	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 20: Geschiebebilanzierung für Szenario 6



11.9.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 6

Abbildung 56: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 6



11.9.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 6

Abbildung 57: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 6

11.10Szenario 7 (V_G_100)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	100
Hochwasserfracht [m ³]:	187890
Geschiebefracht [m3]:	95600
Gesamtfracht [m3]:	283490

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Murartiger Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Murartiger Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Fluviatiler Feststofftransport

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Fluviatiler Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.10.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 7

Knotenpunkt	НШ	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	117192,4	111561,0	5631,4	Mündung
2	12,4	0,0	117192,4	111561,0	5631,4	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	607,7	117192,4	21561,0	95631,4	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	116584,6	21561,0	95023,6	Brückelestal
5	28,8	2295,8	116584,6	21561,0	95023,6	Mündung Brückelestal
6	36,2	500,0	114288,9	21561,0	92727,9	Rotbründltal
7	36,3	25129,9	113788,9	21561,0	92227,9	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	4926,7	88658,9	21561,0	67097,9	Heinzmündlerbach
9	43,1	28404,4	83732,2	21561,0	62171,2	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	20824,1	55327,8	21561,0	33766,8	Regerstalbach
11	48,0	0,0	34503,7	21561,0	12942,7	Mündung Regerstalbach
12	49,6	18192,7	34503,7	16311,0	18192,7	Hundskehlbach
13	49,7	3541,5	16311,0	16311,0	0,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	11279,7	12769,5	1489,9	11279,7	Almbach
15	56,1	446,6	1489,9	1489,9	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1043,2	0,0	1043,2	Rossrinner
17	60,7	1043,2	1043,2	0,0	1043,2	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 21: Geschiebebilanzierung f ür Szenario

11.10.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 7



Abbildung 58: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 7

11.10.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 7



Abbildung 59: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 7

11.11Szenario 8 (V_G_150)

Systemzustand:	verbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	150
Hochwasserfracht [m3]:	220360
Geschiebefracht [m3]:	137100
Gesamtfracht [m ³]:	357460

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Almbach	[hm 56,0]	Murartiger Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Murgang
Regerstalbach	[hm 47,9]	Murgang
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Murartiger Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Murartiger Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Fluviatiler Feststofftransport

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Ablagerungsbecken	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murartiger Feststofftransport
Künette	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murartiger Feststofftransport

11.11.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 8

Knotenpunkt	НШ	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	166082,2	118976,3	47106,0	Mündung
2	12,4	0,0	166082,2	118976,3	47106,0	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	683,8	166082,2	28976,3	137106,0	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	165398,4	28976,3	136422,2	Brückelestal
5	28,8	2583,0	165398,4	28976,3	136422,2	Mündung Brückelestal
6	36,2	500,0	162815,4	28976,3	133839,2	Rotbründltal
7	36,3	30231,9	162315,4	28976,3	133339,2	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	5153,8	132083,5	28976,3	103107,3	Heinzmündlerbach
9	43,1	38284,4	126929,7	28976,3	97953,4	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	25519,4	88645,3	28976,3	59669,1	Regerstalbach
11	48,0	0,0	63126,0	28976,3	34149,7	Mündung Regerstalbach
12	49,6	21459,7	63126,0	23726,3	39399,7	Hundskehlbach
13	49,7	15311,5	41666,2	23726,3	17940,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	24678,5	26354,7	1676,3	24678,5	Almbach
15	56,1	502,5	1676,3	1676,3	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1173,8	0,0	1173,8	Rossrinner
17	60,7	1173,8	1173,8	0,0	1173,8	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 22: Geschiebebilanzierung für Szenario 8

11.11.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 8



Abbildung 60: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 8

11.11.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 8



Abbildung 61: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 8

11.12 Szenario 9 (U_T_30)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	30
Hochwasserfracht [m3]:	104060
Geschiebefracht [m3]:	49000
Gesamtfracht [m ³]:	153060

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murartiger Feststofftransport
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Reinwasserabfluss

11.12.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 9

Knotenpunkt	НШ	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	76862,6	75858,8	1003,9	Mündung
2	12,4	0,0	76862,6	27858,8	49003,9	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	227,9	76862,6	27858,8	49003,9	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	76634,7	27858,8	48776,0	Brückelestal
5	28,8	861,0	76634,7	27858,8	48776,0	Mündung Brückelestal
6	36,2	12,5	75773,7	27858,8	47915,0	Rotbründltal
7	36,3	4930,6	75761,2	27858,8	47902,5	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	90,4	70830,6	27858,8	42971,9	Heinzmündlerbach
9	43,1	36514,2	70740,2	27858,8	42881,5	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	320,2	34226,1	27858,8	6367,3	Regerstalbach
11	48,0	0,0	33905,9	27858,8	6047,1	Mündung Regerstalbach
12	49,6	289,2	33905,9	22608,8	11297,1	Hundskehlbach
13	49,7	25560,3	33616,7	22608,8	11008,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	7497,7	8056,4	558,8	7497,7	Almbach
15	56,1	167,5	558,8	558,8	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	391,3	0,0	391,3	Rossrinner
17	60,7	391,3	391,3	0,0	391,3	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 23: Geschiebebilanzierung für Szenario 9

11.12.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 9



Abbildung 62: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 9

11.12.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 9



Abbildung 63: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 9

11.13 Szenario 10 (U_T_50)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	50
Hochwasserfracht [m3]:	119250
Geschiebefracht [m3]:	112270
Gesamtfracht [m ³]:	231520

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.13.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 10

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	140691,6	118417,5	22274,1	Mündung
2	12,4	0,0	140691,6	28417,5	112274,1	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	455,9	140691,6	28417,5	112274,1	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	140235,7	28417,5	111818,2	Brückelestal
5	28,8	1722,0	140235,7	28417,5	111818,2	Mündung Brückelestal
6	36,2	18,8	138513,7	28417,5	110096,2	Rotbründltal
7	36,3	13716,0	138495,0	28417,5	110077,5	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	165,2	124779,0	28417,5	96361,5	Heinzmündlerbach
9	43,1	61282,5	124613,8	28417,5	96196,3	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	587,9	63331,3	28417,5	34913,8	Regerstalbach
11	48,0	0,0	62743,4	28417,5	34325,9	Mündung Regerstalbach
12	49,6	646,2	62743,4	23167,5	39575,9	Hundskehlbach
13	49,7	50835,1	62097,2	23167,5	38929,7	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	10144,6	11262,1	1117,5	10144,6	Almbach
15	56,1	335,0	1117,5	1117,5	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	782,5	0,0	782,5	Rossrinner
17	60,7	782,5	782,5	0,0	782,5	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 24: Geschiebebilanzierung für Szenario 10

11.13.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 10



Abbildung 64: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 10

11.13.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 10



Abbildung 65: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 10

11.14 Szenario 11 (U_T_100)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	100
Hochwasserfracht [m3]:	146010
Geschiebefracht [m3]:	162510
Gesamtfracht [m ³]:	308520

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Murartiger Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murartiger Feststofftransport

11.14.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 11

Knotenpunkt	НШ	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	191303,9	118789,9	72514,0	Mündung
2	12,4	0,0	191303,9	28789,9	162514,0	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	607,7	191303,9	28789,9	162514,0	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	190696,2	28789,9	161906,3	Brückelestal
5	28,8	2295,8	190696,2	28789,9	161906,3	Mündung Brückelestal
6	36,2	25,0	188400,4	28789,9	159610,5	Rotbründltal
7	36,3	23229,9	188375,4	28789,9	159585,5	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	246,3	165145,5	28789,9	136355,6	Heinzmündlerbach
9	43,1	80144,7	164899,1	28789,9	136109,3	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	1041,2	84754,4	28789,9	55964,6	Regerstalbach
11	48,0	0,0	83713,2	28789,9	54923,4	Mündung Regerstalbach
12	49,6	909,6	83713,2	23539,9	60173,4	Hundskehlbach
13	49,7	69665,1	82803,6	23539,9	59263,7	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	11648,6	13138,4	1489,9	11648,6	Almbach
15	56,1	446,6	1489,9	1489,9	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1043,2	0,0	1043,2	Rossrinner
17	60,7	1043,2	1043,2	0,0	1043,2	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 25: Geschiebebilanzierung für Szenario 11

11.14.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 11



Abbildung 66: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 11

11.14.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 11



Abbildung 67: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 11

11.15 Szenario 12 (U_T_150)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	teilweise überregnet (Almbach)
Jährlichkeit:	150
Hochwasserfracht [m3]:	169080
Geschiebefracht [m3]:	258040
Gesamtfracht [m ³]:	427120

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Murgang
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Reinwasserabfluss
Regerstalbach	[hm 47,9]	Reinwasserabfluss
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Reinwasserabfluss
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murartiger Feststofftransport

11.15.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 12

Knotenpunkt	Hm	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	287017,4	178976,3	108041,2	Mündung
2	12,4	0,0	287017,4	28976,3	258041,2	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	683,8	287017,4	28976,3	258041,2	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	286333,6	28976,3	257357,4	Brückelestal
5	28,8	2583,0	286333,6	28976,3	257357,4	Mündung Brückelestal
6	36,2	25,0	283750,6	28976,3	254774,4	Rotbründltal
7	36,3	28331,9	283725,6	28976,3	254749,4	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	257,7	255393,7	28976,3	226417,5	Heinzmündlerbach
9	43,1	112022,9	255136,0	28976,3	226159,8	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	1276,0	143113,1	28976,3	114136,9	Regerstalbach
11	48,0	0,0	141837,2	28976,3	112860,9	Mündung Regerstalbach
12	49,6	1073,0	141837,2	23726,3	118110,9	Hundskehlbach
13	49,7	113871,2	140764,2	23726,3	117037,9	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	25216,8	26893,0	1676,3	25216,8	Almbach
15	56,1	502,5	1676,3	1676,3	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1173,8	0,0	1173,8	Rossrinner
17	60,7	1173,8	1173,8	0,0	1173,8	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 26: Geschiebebilanzierung für Szenario 12

11.15.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 12



Abbildung 68: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 12

11.15.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 12



Abbildung 69: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 12

11.16 Szenario 13 (U_G_30)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	30
Hochwasserfracht [m3]:	131220
Geschiebefracht [m3]:	63490
Gesamtfracht [m ³]:	194710

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Fluviatiler Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Reinwasserabfluss
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murartiger Feststofftransport
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murartiger Feststofftransport
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murartiger Feststofftransport
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Fluviatiler Feststofftransport

11.16.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 13

Knotenpunkt	шН	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	91344,9	87858,8	3486,2	Mündung
2	12,4	0,0	91344,9	27858,8	63486,2	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	227,9	91344,9	27858,8	63486,2	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	91117,0	27858,8	63258,2	Brückelestal
5	28,8	861,0	91117,0	27858,8	63258,2	Mündung Brückelestal
6	36,2	250,0	90256,0	27858,8	62397,2	Rotbründltal
7	36,3	5880,6	90006,0	27858,8	62147,2	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	1807,8	84125,4	27858,8	56266,6	Heinzmündlerbach
9	43,1	36514,2	82317,6	27858,8	54458,8	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	6403,5	45803,4	27858,8	17944,7	Regerstalbach
11	48,0	0,0	39399,9	27858,8	11541,2	Mündung Regerstalbach
12	49,6	5783,2	39399,9	22608,8	16791,2	Hundskehlbach
13	49,7	25560,3	33616,7	22608,8	11008,0	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	7497,7	8056,4	558,8	7497,7	Almbach
15	56,1	167,5	558,8	558,8	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	391,3	0,0	391,3	Rossrinner
17	60,7	391,3	391,3	0,0	391,3	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 27: Geschiebebilanzierung für Szenario 13
11.16.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 13



Abbildung 70: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 13

11.16.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 13



Abbildung 71: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 13

11.17 Szenario 14 (U_G_50)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	50
Hochwasserfracht [m ³]:	150510
Geschiebefracht [m3]:	140640
Gesamtfracht [m3]:	291150

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Reinwasserabfluss
Almbach	[hm 56,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Murartiger Feststofftransport
Regerstalbach	[hm 47,9]	Murartiger Feststofftransport
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Reinwasserabfluss

Beschreibung des Abflussprozesses des Enterbaches:

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murartiger Feststofftransport

11.17.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 14

Knotenpunkt	НШ	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	169060,3	118417,5	50642,8	Mündung
2	12,4	0,0	169060,3	28417,5	140642,8	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	455,9	169060,3	28417,5	140642,8	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	168604,5	28417,5	140187,0	Brückelestal
5	28,8	1722,0	168604,5	28417,5	140187,0	Mündung Brückelestal
6	36,2	375,0	166882,5	28417,5	138465,0	Rotbründltal
7	36,3	15141,0	166507,5	28417,5	138090,0	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	3304,8	151366,5	28417,5	122949,0	Heinzmündlerbach
9	43,1	61282,5	148061,7	28417,5	119644,2	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	11757,3	86779,3	28417,5	58361,8	Regerstalbach
11	48,0	0,0	75022,0	28417,5	46604,5	Mündung Regerstalbach
12	49,6	12924,8	75022,0	23167,5	51854,5	Hundskehlbach
13	49,7	50835,1	62097,2	23167,5	38929,7	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	10144,6	11262,1	1117,5	10144,6	Almbach
15	56,1	335,0	1117,5	1117,5	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	782,5	0,0	782,5	Rossrinner
17	60,7	782,5	782,5	0,0	782,5	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 28: Geschiebebilanzierung für Szenario 14

11.17.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 14



Abbildung 72: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 14

11.17.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 14



Abbildung 73: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 14

11.18 Szenario 15 (U_G_100)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	100
Hochwasserfracht [m3]:	187890
Geschiebefracht [m3]:	206640
Gesamtfracht [m ³]:	394530

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Almbach	[hm 56,0]	Murartiger Feststofftransport
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Murgang
Regerstalbach	[hm 47,9]	Murgang
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Fluviatiler Feststofftransport
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Fluviatiler Feststofftransport

Beschreibung des Abflussprozesses des Enterbaches:

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murartiger Feststofftransport

11.18.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 15

Knotenpunkt	Нт	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	235425,2	118789,9	116635,4	Mündung
2	12,4	0,0	235425,2	28789,9	206635,4	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	607,7	235425,2	28789,9	206635,4	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	234817,5	28789,9	206027,7	Brückelestal
5	28,8	2295,8	234817,5	28789,9	206027,7	Mündung Brückelestal
6	36,2	500,0	232521,7	28789,9	203731,9	Rotbründltal
7	36,3	25129,9	232021,7	28789,9	203231,9	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	4926,7	206891,8	28789,9	178102,0	Heinzmündlerbach
9	43,1	80144,7	201965,1	28789,9	173175,2	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	20824,1	121820,4	28789,9	93030,5	Regerstalbach
11	48,0	0,0	100996,3	28789,9	72206,4	Mündung Regerstalbach
12	49,6	18192,7	100996,3	23539,9	77456,4	Hundskehlbach
13	49,7	69665,1	82803,6	23539,9	59263,7	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	11648,6	13138,4	1489,9	11648,6	Almbach
15	56,1	446,6	1489,9	1489,9	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1043,2	0,0	1043,2	Rossrinner
17	60,7	1043,2	1043,2	0,0	1043,2	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 29: Geschiebebilanzierung für Szenario 15

11.18.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 15



Abbildung 74: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 15

11.18.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 15



Abbildung 75: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 15

11.19 Szenario 16 (U_G_150)

Systemzustand:	unverbaut
Hydrologisches Szenario:	gesamt überregnet
Jährlichkeit:	150
Hochwasserfracht [m3]:	220360
Geschiebefracht [m3]:	309940
Gesamtfracht [m ³]:	530300

Beschreibung des Abflusstyps der Zubringer des Enterbaches:

Rossrinner	[hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Almbach	[hm 56,0]	Murgang
Hundskehlbach	[hm 49,6]	Murgang
Regerstalbach	[hm 47,9]	Murgang
Heinzmündlerbach	[hm 43,0]	Murgang
Rotbründltalbach	[hm 36,2]	Fluviatiler Feststofftransport
Brückelestalbach	[hm 28,7]	Fluviatiler Feststofftransport

Beschreibung des Abflussprozesses des Enterbaches:

Obere Sammelgebiet	[hm 75,0 bis hm 60,6]	Fluviatiler Feststofftransport
Inzinger Alm	[hm 60,6 bis hm 56,0]	Reinwasserabfluss
Erosionsstrecke	[hm 56,0 bis hm 36,3]	Murgang
Klamm inkl. Auslauf	[hm 36,3 bis hm 14,4]	Murgang
Schwemmkegelhals	[hm 14,4 bis hm 12,4]	Murgang
Schwemmkegel	[hm 12,4 bis hm 0,0]	Murgang

11.19.1 Geschiebebilanzierung für Szenario 16

Knotenpunkt	Hm	Erosion pro Abschnitt [m³]	Erosion Summe [m³]	Ablagerungssumme [m³]	Geschiebebilanz [m³]	Anmerkungen
1	0,0	0,0	338918,7	178976,3	159942,4	Mündung
2	12,4	0,0	338918,7	28976,3	309942,4	Auslauf Geschiebeablagerungsplatz
3	14,4	683,8	338918,7	28976,3	309942,4	Einlauf Geschiebeablagerungsplatz
4	28,7	0,0	338234,9	28976,3	309258,6	Brückelestal
5	28,8	2583,0	338234,9	28976,3	309258,6	Mündung Brückelestal
6	36,2	500,0	335651,9	28976,3	306675,6	Rotbründltal
7	36,3	30231,9	335151,9	28976,3	306175,6	Mündung Rotbründltal (Vintschgertal)
8	43,0	5153,8	304920,0	28976,3	275943,7	Heinzmündlerbach
9	43,1	112022,9	299766,1	28976,3	270789,9	Mündung Heinzmündlerbach
10	47,9	25519,4	187743,3	28976,3	158767,0	Regerstalbach
11	48,0	0,0	162223,9	28976,3	133247,7	Mündung Regerstalbach
12	49,6	21459,7	162223,9	23726,3	138497,7	Hundskehlbach
13	49,7	113871,2	140764,2	23726,3	117037,9	Mündung Hundskehlbach
14	56,0	25216,8	26893,0	1676,3	25216,8	Almbach
15	56,1	502,5	1676,3	1676,3	0,0	Mündung Almbach
16	60,6	0,0	1173,8	0,0	1173,8	Rossrinner
17	60,7	1173,8	1173,8	0,0	1173,8	Mündung Rossrinner
18	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Quelle

Tabelle 30: Geschiebebilanzierung für Szenario 16

11.19.2 Abstrahiertes Gerinnesystem für Szenario 16



Abbildung 76: Abstrahierte Gerinnesystem für Szenario 16

11.19.3 Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 16



Abbildung 77: Geschiebefrachtdiagramm für Szenario 16

12 Hydraulische Simulation

12.1 Software FLO-2D

FLO-2D² ist ein rasterbasiertes zweidimensionales Modell zur Simulation von Reinwasserabflüssen, Abflüssen mit Feststofftransport und Murgängen. Das Programm berechnet den Abfluss auf Basis einer dynamischen Welle zweidimensional über eine Oberfläche und eindimensional durch ein Gerinne.

Die Berechnung des Zu- und Abflusses von der Oberfläche ins Gerinne und umgekehrt ist möglich, ebenso die Simulation von Stau- oder Rückströmeffekten. FLO-2D ermöglicht die Bestimmung von Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten zu jedem beliebigen Zeitpunkt in jedem Rasterelement, aber auch die Berechnung von Ganglinien in vordefinierten Rasterelementen oder Querschnitten.

Als Eingabeparameter wird ein digitales Geländemodell, die Gerinnnegeometrie, ein Hydrograph und die rheologischen Eigenschaften des Feststoff-Wasser Gemisches benötigt.

12.2 Datengrundlagen zur Modellerstellung

12.2.1 Abgrenzung des Simulationsgebietes

Ziel der Simulation ist die Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzbauwerke des Enterbaches und vor allem ob die Gemeinde Inzing auch bei großen Ereignissen von Überflutungen bzw. Murgängen betroffen wird. Das Simulationsgebiet begrenzt sich deshalb auf den Bereich unterhalb des Schwemmkegelhalses bis zur Einmündung in den Inn. Es beinhaltet also das Geschieberückhaltebecken, die Geschieberückhaltesperre und den anschließenden Schwemmkegel mit dem künstlichen Doppeltrapezgerinne.

Anzumerken ist, dass auf der westlichen Seite des Schwemmkegels, aus Simulationsgründen (Datengröße ist beschränkt) die Überflutungsflächen abgeschnitten wurden, weshalb sich eine markante Grenzlinie in den Simulationen bildet, die jedoch keineswegs der Realität entspricht. Es ist deshalb in der Realität mit größeren Überflutungsflächen auf den agrarischen Nutzflächen am westlichen Schwemmkegel (Abbildung 78) zu rechnen.

² Siehe auch: http://www.flo-2d.com/





12.2.2 Profilaufnahmen im Simulationsgebiet

Um dem aus bereits vorhandenen Schichtenplänen erstellten Geländemodell eine höhere Genauigkeit zu verleihen, wurden zusätzliche Querprofile im Bereich des Kanals aufgenommen. Durch die gewonnenen Profildaten konnte dann das Gerinne in diesem Bereich realitätsgetreu in das aus dem Schichtenplan erstellte Geländemodell integriert werden. Die verwendete Grid-Größe beträgt 20 m.

12.2.3 Fließwiderstände/Rauhigkeiten

Die Erfassung und Festlegung der Rauhigkeiten erfolgte im Gelände sowohl für das Gerinne selbst (Sohle, Uferbereich) als auch für den Ortsbereich und das Vorland. Die verwendeten Rauhigkeiten sind aus Tabelle 31 zu entnehmen. Als Basis für die Rauhigkeitsdefinitionen dienen die aus der HEC-RAS MANNING TABELLE (2007) entnommen Werte. Die Rauhigkeitsklassen sind in Tabelle 31 definiert und die Rauhigkeitsbereiche in folgenden Abbildungen visualisiert.

Fläche	Oberfläche	Klasse	Manning	Strickler	Beschreibung	
Gerinne-Sohle	Steine/Blockwerk	A1c- mittel	0,04	25	clean winding, some pools and shoals	
Ufermauer- bei Brücke	Beton	B1d-hoch	0,02	50	unfinished concret	
Uferbewuchs- unterhalb Brücke	Gebüsch	A2c5	0,1	10	medium to dense brush in summer	
Wiese	Wiese	A2a2- mittel	0,035	28,6	high grass	
Waldstück	Wald	A2d3	0,1	10	Heavy stand of timber, few down trees,	
Schotterstraße	Schotter	C4b	0,04	25	Jagged and irregular rock cuts	
Straße/ Gerinne Sohle	Asphalt	B6a,b	0,014	71,4	smooth to rough	
Häuser	Ziegel	B4a,b	0,015	66,7	brick in cement mortar	
Gerinne-Sohle	Steine/Blockwerk	A1c- mittel	0,04	25	clean winding, some pools and shoals	

Tabelle 31: Rauhigkeiten nach Stricker und Manning (HEC-RAS MANNING Tabelle 2007)



Abbildung 79: Rauhigkeiten Schwemmkegel (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)



Abbildung 80: Rauhigkeiten Ablagerungsbecken (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)



Abbildung 81: Rauhigkeiten Kanal (Orthophoto WLV Innsbruck 2005)

12.2.4 Rheologie

Die Ermittlung der Rheologie wurde bereits in Kapitel 9 beschrieben.

Als Eingangsgrößen für das FLO-2D wurden die rheologischen Parameter aus Tabelle 13 entnommen.

12.2.5 Digitales Geländemodell

Das Geländemodell wurde mit Hilfe des Softwarepaketes AUTODESK LAND DESKTOP³ erstellt. Datengrundlage waren die Profilaufnahme des Kanals im Enterbach sowie vorhandene Schichtenpläne. Mit Hilfe von Bruchkanten wurden das Geschieberückhaltebecken sowie das Kanalgerinne des Enterbaches realitätsgetreu nachgebildet. Der betrachtete Abschnitt erstreckt sich ca. von Hektometer 14 bis zur Mündung in den Inn, sodass die Retensionswirkung des Ablagerungsbeckens und die Leistungsfähigkeit des anschließenden Kanals simuliert werden kann. Das digitale Geländemodell ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.



Abbildung 82: Digitales Geländemodell, Blick von Inn nach Süden

³ Siehe auch unter: http://www.autodesk.de/adsk/servlet/home?siteID=403786&id=406067



Abbildung 83: Digitales Geländemodell, Blick von Bergseite nach Norden



Abbildung 84: Digitales Geländemodell, Detail Geschiebesortiersperre hm 12,4

12.3 Simulationsszenarien

Ausgehend von den unter Abschnitt 10 angeführten 16 Szenarien wurden für die hydraulische Simulation sieben verschiedene Simulationsszenarien entwickelt. Die Simulationsszenarien spiegeln trotz der Vereinfachung gegenüber den 16 Szenarien alle Größenklassen wieder. Anzumerken ist, dass die Geschiebesortiersperre in allen Szenarien Bestandteil des Geländemodells ist, da aus Zeitgründen keine genaue Rekonstruktion des Geländemodells auf den Systemzustand vor 1969 möglich war. Für die hydraulische Simulation wurde betreffend "offener" oder "verklauster" Geschiebesortiersperre (hm 12,4) und betreffend der unterschiedlichen Abflussformen (murartiger Abfluss und Murgang) unterschieden.

Verbauungszustand	Hydrologie	Jährlichkeit	Szenario	Hochwasserfracht [m³]	Geschiebefracht [m³]	Gesamtfracht [m³] (Schwemmkegelspitze)	Szenario	Simulationsszenario
Verbaut	2/3	30	V_T_30	104.060	13.110	117.170	1	1,2
		50	V_T_50	119.250	34.100	153.350	2	1,2
		100	V_T_100	146.010	55.850	201.860	3	3,4
		150	V_T_150	169.080	85.200	254.280	4	5,6
	3/3	30	V_G_30	131.220	22.630	153.850	5	1,2
		50	V_G_50	150.510	57.850	208.360	6	3,4
		100	V_G_100	187.890	95.600	283.490	7	5,6
		150	V_G_150	220.360	137.100	357.460	8	5,6
Unverbaut	2/3	30	U_T_30	104.060	49.000	153.060	9	3,4
		50	U_T_50	119.250	112.270	231.520	10	5,6
		100	U_T_100	146.010	162.510	308.520	11	5,6
		150	U_T_150	169.080	258.040	427.120	12	7
	3/3	30	U_G_30	131.220	63.490	194.710	13	3,4
		50	U_G_50	150.510	140.640	291.150	14	5,6
		100	U_G_100	187.890	206.640	394.530	15	7
		150	U_G_150	220.360	309.940	530.300	16	7

Tabelle 32: Simulationsszenarien

12.4 Ergebnisse der Simulation

Es wurden sieben Detailsimulationen durchgeführt, wobei bei sechs Simulationen (Simulationsszenario 1 bis 6) ein murartiger Feststofftransport unterstellt wurde und im 7. Simulationsszenario ein Murgang nachgebildet wurde (vgl. Ereignis 1969). Die Simulationen wurden jeweils in zwei Varianten ausgeführt, eine Variante mit offener und eine mit verklauster Geschiebesortiersperre (GSP) (hm 12,40).

Die Simulationsergebnisse der einzelnen Szenarien sind nachfolgend angeführt. Anhand von Grafiken sind die jeweiligen maximalen Abflussgeschwindigkeiten und maximalen Abflusstiefen in der Künette und auf den Überflutungsflächen visualisiert. Die Diskussion der Ergebnisse der jeweiligen Szenarien ist unter 12.5 angeführt.

12.4.1 Simulationsszenario 1



Abbildung 85: Simulationsszenario 1: Fließgeschwindigkeiten und -tiefen

12.4.2 Simulationsszenario 2



Eingangswerte					
Abflusstyp:	Murartiger				
	Feststofftransport				
Jährlichkeit	30				
GSP	verklaust				
Hochwasserfracht	132.271 m ³				
Geschiebefracht	36.944 m ³				
Gesamtfracht	169.215 m ³				

Fließgeschwindigkeiten



Fließtiefen

Abbildung 86: Simulationsszenario 2: Fließgeschwindigkeiten und -tiefen

12.4.3 Simulationsszenario 3



Abbildung 87: Simulationsszenario 3: Fließgeschwindigkeiten



Abbildung 88: Simulationsszenario 3: Fließtiefen

12.4.4 Simulationsszenario 4



Abbildung 89: Simulationsszenario 4: Fließgeschwindigkeiten und -tiefen

12.4.5 Simulationsszenario 5



Abbildung 90: Simulationsszenario 5: Fließgeschwindigkeiten



Abbildung 91: Simulationsszenario 5: Fließtiefen

12.4.6 Simulationsszenario 6



Abbildung 92: Simulationsszenario 6: Fließgeschwindigkeiten



Abbildung 93: Simulationsszenario 6: Fließtiefen



12.4.7 Szenario 7 (vgl. Ereignis 1969)

Abbildung 94: Simulationsszenario 7: Fließgeschwindigkeiten



Abbildung 95: Simulationsszenario 7: Fließtiefen

12.5 Diskussion der Simulationsergebnisse

Einleitend ist anzumerken, dass für das Simulationsgebiet des Enterbaches das Simulationspaket FLO-2D keine ausreichend genauen und realistischen Ergebnisse liefern konnte. Grund dafür sind Modellparameter, wie die Gridgröße, der starke Anstieg der Reinwasserganglinie pro Zeiteinheit, die enorme Geschiebefracht bzw. das ungünstige Wasser- Feststoffverhältnis und das Gefälle (+10 %) sowie der 10 m hohe Absturz bei Verklausung der Geschiebesortiersperre.

Simulationsszenario 1 und 2

In den ersten beiden Szenarien kommt es zu keinen flächenwirksamen Überflutungen des Schwemmkegels. Die Fließgeschwindigkeiten sind in der Künette in einem realistischen Bereich bei ca. 5 bis 6 m/s (HÜBL, frd. mündl. Mit.). Es besteht kein Unterschied ob die Geschiebesortiersperre offen oder verklaust angenommen wird (Abbildung 85 und Abbildung 86).

Simulationsszenario 3

In diesem Szenario kommt es zu einem geringem linksseitigen Überborden des Kanalprofils zwischen Bahn und Bundesstrasse. Der Überflutungsbereich ist jedoch äußerst gering und es befinden sich außerdem in diesem Bereich lediglich agrarische Nutzflächen (Abbildung 88). Die Fließgeschwindigkeiten erscheinen mit 6 bis 8 m/s etwas zu hoch (Abbildung 87) (HÜBL, frd. mündl. Mit.).

Simulationsszenario 4

In diesem Szenario kommt es zu keinem Überborden des Kanals.

Ein Großteil der Wasser- und Feststofffrachten kann in dieser Variante im Retentionsbecken gesammelt werden (Abbildung 89). Die Abflussgeschwindigkeit in der Künette beträgt 4 bis 6 m/s und erscheint realitisch (HÜBL, frd. mündl. Mit.).

Simulationsszenario 5

Am Schwemmkegel kommt es zu großflächigen linksufrigen Überschwemmungen der agrarisch- genutzten Flächen. Auf der rechten Seite tritt der Enterbach an zwei Stellen aus dem Kanal. Aufgrund der Topographie kommt es aber auf dieser Seite nur zu geringen Überschwemmungen. Das bebaute Ortsgebiet ist nicht betroffen (Abbildung 91). Die Fließgeschwindigkeiten sind leicht höher als zu erwarten (Abbildung 90) (HÜBL, frd. mündl. Mit.).

Simulationsszenario 6

In diesem Szenario herrschen ähnliche Überflutungsverhältnisse wie im Szenario 5. Allerdings sind die Überflutungsflächen rechts und linksufrig geringer (Abbildung 93), was auf die Retentionswirkung des Ablagerungsbeckens zurückzuführen ist. Die Fließgeschwindigkeiten in der Künette liegen bei 6 m/s in einem realistischen Bereich (Abbildung 92) (HÜBL, frd. mündl. Mit.).

Simulationsszenario 7

Die Geschiebesortiersperre musste in diesem Szenario als nicht verklaust angenommen werden, da die Simulationsgebietsgröße und damit zusammenhängende benötigte Rechenleistung für eine verklauste Variante nicht verfügbar war.

In dieser Variante kommt es vor allem direkt unterhalb der Geschiebesortiersperre zu einem beidseitigen Überborden. Es kommt zu einer massiven beidseitgen Überflutung des oberen Schwemmkegelbereiches (siehe Abbildung 95). Im unteren Teil des Schwemmkegels ist nur die linke Seite von Übermurungen betroffen. Die Geschwindigkeiten im Kanal erscheinen mit über 8,5 m/s als zu hoch (Abbildung 94) (HÜBL, frd. mündl. Mit.)

12.6 Ausblick Enterbach

Anhand der Eingangs angeführten Grundlagendaten sind alle Aufgabenstellungen nach den ETAlp- Ansätzen wie oben beschrieben durchgeführt worden. Die praktische Anwendbarkeit ist somit überprüft worden, und die gewonnenen Erkenntnisse liefern erste Richtwerte für weitere Detailprojekte.

Die durch die Durchführung dieser Arbeit einhergehenden Erkenntnisse betreffend Verbesserungsvorschläge und Kritik an dem ETAlp Leitfaden finden sich in Band 1.

Das Kapitel Detailsimulationen muss jedoch für den Enterbach, dem Stand der Technik entsprechend, als nicht sinnvoll evaluiert werden. Es zeigt sich in diesem Bereich der nötige Forschungsbedarf an dem Prozess Murgang und der damit verbundenen Murgangsimulation für große Simulationsgebiete kombiniert mit kleiner Gridgröße des Geländemodell und damit verbundener großer Genauigkeit.

Die Simulationsergebnisse dieser Arbeit können jedoch eine erste Abschätzung des Fließverhaltens liefern, stehen allerdings noch nicht in nötiger Genauigkeit zur Verfügung.

Als eine grundlegende Forschungsfrage kann außerdem die einheitliche Methodik für die Berechnung einer Murganglinie betrachtet werden, da für die Umrechnung einer Hochwasserabflussganglinie auf eine Murganglinie keinerlei Literatur gefunden werden konnte.

- AULITZKY, H.: Der Enterbach (Inzing in Tirol) am 26. Juli 1969, Versuch der Analyse eines Murgangs als Grundlage für die Neuerstellung einer zerstörten Wildbachverbauung, 1970, im Sonderdruck aus "Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreich 34 (1)
- BULMER, M., BARNOUIN, O., PEITERSEN, M., BOURKE, M.: An empirical ^ approach to studying debris flows: Implications for planetary modeling studies Journal of Geophysical Research, 107, 2002.
- COSTA, J.E.: Physical geomorphology of Debris Flows, in: Developments and Applications of Geomorphology, ed. By COSTA, J.E., FLEISHER, P.J., S. 268-317, Springer Verlag
- FEHR, R..: Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen in Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 1987.
- HAIDEN, A.: Über die Berechnung der Murstromdurchflussmengen, Wildbach- und Lawinenverbau, Heft 2, 1925
- HEC-RAS Manning Tabelle http://www.hec.usace.army.mil/ am 26.1.2007
- HOPF, J., WANNER, J.: Probleme eines murstoßfähigen Baches im Inntal: Enterbach, Gemeinde Inzing (Oberlauf- und Unterlauf), in: Interpraevent Hochwasser- und Lawinenschutz in Tirol, Band 1 S.215 – 226, 1975.
- HÜBL, J., GANAHL, E., GRUBER, H., HOLUB, M., HOLZINGER, G., MOSER, M., PICHLER, A.: Grundlagenerhebung für das Schutzkonzept Lattenbach (Catchrisk): Grundlagen für eine Murenprognose und darauf aufbauend die Entwicklung eines Warn- und Alarmsystems, WLS Report 95/1, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht), 2004.
- LORENZ, P., SKODA, G.: Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen (D<=12) mit inadäquaten Daten. Mitteilungsblatt Nr. 80 des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Wien, 2000
- ÖNORM B4412: Korngrößenverteilung, Erd- und Grundbau Untersuchung von Bodenproben, 1974, http://sg1-c813.uibk.ac.at/igt/labor/labor-bodenklass.html, am 26.1.2007
- PISCH, E.: http://www.pisch.at/Ernst/wissen/Dorfbuch/node54.html, Der große Wurm, am 25.01.2007

PISCH, E.: http://www.pisch.at/Ernst/Dorfbuch.html, Dorfbuch Inzing, am 25.01.2007

- PLANK, J.: Chronik der Wildbachschäden in Österreich bis zum Jahre 1891 um ^ umfassende Dokumentation anhand von zwei Beispielen (Enterbach-Inzig, Niedernsiller Mühlbach), Wien, 1995
- PROJEKTTEAM ETAIp: Erosion, Transport in alpinen Systemen, Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosions- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten, 2003, unveröffentlichte Projektbericht
- RICKENMANN, D., KOCH, T.: Comparison of debris flow modelling approaches, in: Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, San Francisco, 1997, 567 – 585.
- ROMANG, H.: Wirksamkeit und Kosten von Wildbach- Schutzmaßnahmen, Bern 2004.
- SANTER, P.: Untersuchung der Sedimentquellen im oberen Einzugsgebiet des Speichers Großsölk in der Steiermark, 2002.
- SKOLAUT, H., HOPF, J.: Kollaudierungsoperat 1991, Technischer Bericht des Projektes 1970, 1991.

STEINWENDTNER, H.: Untersuchung zur Murendynamik, Wien, 1997.

Herausgeber PROJEKTTEAM ET ALP: ETAlp – Erosion, Transport in Alpinen Systemen, Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosion- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten, 2004.

14 Anhang 1

14.1 Querprofile des Enterbaches nach Aulitzky



Abbildung 96: Legende zu den Profilen



Abbildung 97: Profil des Enterbaches bei hm 54.91



Abbildung 98: Profil des Enterbaches bei hm 54.05


Abbildung 99: Profil des Enterbaches bei hm 49.52



Abbildung 100: Profil des Enterbaches bei hm 48.50



Abbildung 101: Profil des Enterbaches bei hm 46.20







Abbildung 103: Profil des Enterbaches bei hm 19.92



Abbildung 104: Profil des Enterbaches bei hm 19.62



Abbildung 105: Profil des Enterbaches bei hm 17.16



Abbildung 106: Profil des Enterbaches bei hm 14.88



Abbildung 107: Profil des Enterbaches bei hm 12.82

14.2 Fotodokumentation der Sperren des Enterbaches



Abbildung 108: Foto 20



Abbildung 109: Foto 21



Abbildung 110: Foto 22



Abbildung 111: Foto 23



Abbildung 112: Foto 24



Abbildung 113: Foto 25



Abbildung 114: Foto 26



Abbildung 115: Foto 27



Abbildung 116: Foto 28



Abbildung 117: Foto 29



Abbildung 118: Foto 30



Abbildung 119: Foto 31





Abbildung 120: Foto 32

Abbildung 121: Foto 33



Abbildung 122: Foto 34



Abbildung 123: Foto 35



Abbildung 124: Foto 36



Abbildung 125: Foto 37



Abbildung 126: Foto 38



Abbildung 127: Foto 39



Abbildung 128: Foto 40



Abbildung 129: Foto 41



Abbildung 130: Foto 42



Abbildung 131: Foto 43



Abbildung 132: Foto 44



Abbildung 133: Foto 45



Abbildung 134: Foto 46



Abbildung 135: Foto 47



Abbildung 136: Foto 48



Abbildung 137: Foto 49



Abbildung 138: Foto 50



Abbildung 139: Foto 51



Abbildung 140: Foto 52



Abbildung 141: Foto 53



Abbildung 142: Foto 54



Abbildung 143: Foto 55





Abbildung 144: Foto 56

Abbildung 145: Foto 57



14.3 Fotodokumentation der Sperren des Almbaches



Abbildung 146: Foto 58



Abbildung 148: Foto 60





Abbildung 149: Foto 61



Abbildung 150: Foto 62



Abbildung 151: Foto 63



Abbildung 152: Foto 64



Abbildung 153: Foto 65



Abbildung 154: Foto 66



Abbildung 155: Foto 67





Abbildung 156: Foto 68

Abbildung 157: Foto 69



Abbildung 158: Foto 70



Abbildung 159: Foto 71



Abbildung 160: Foto 72



Abbildung 161: Foto 73







Abbildung 163: Foto 75



Abbildung 164: Foto 76



Abbildung 165: Foto 77



Abbildung 166: Foto 78



Abbildung 167: Foto 79



Abbildung 168: Foto 80

14.4 Erhobene Querprofile des Enterbaches

Profil 1:

Lage: Hektometer: 0

Seehöhe: 600

Homogenbereich:

Höhe: 600 m bis 700 m

Hektometer: 0 bis 12,40

Foto 81:



Profil:

Siehe Regelprofil Kanal

Längsgefälle: 0 bis 10 % Eintiefung: 0 m Wildholzpotential: keines Verklausung: nicht wahrscheinlich Zubringer: keine

Abbildung 169: Profil 1

Profil 2:

Lage:

Aufnahme: anhand von WLV QP4 hm 12,85

Hektometer: 13,5

Seehöhe: 700 m

Homogenbereich:

Höhe: 700 m bis 710 m

Hektometer: 12,40 bis 14,40

Foto 82:





Anmerkung:
Längsgefälle: 5 %
Eintiefung: 0 m
Wildholzpotential: nicht erhoben
Verklausung: nicht wahrscheinlich
Zubringer: keine

Abbildung 170: Profil 2

Profil 3:

Lage:

Aufnahme: anhand von WLV QP18 hm 17,50

Hektometer: 17,50

Seehöhe: 760

Homogenbereich:

Höhe: 710 m bis 810 m

Hektometer: 14,40 bis 22,20

Foto 83:





Längsgefälle: 14 % Eintiefung: 0 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: nicht wahrscheinlich Zubringer: keine

Abbildung 171: Profil 3

Profil 4:

Lage:

Hektometer: 24,84 Seehöhe: 880 m **Homogenbereich:** Höhe: 810 m bis 1020 m

Hektometer: 22,20 bis 31,90

Foto 84:





Abbildung 172: Profil 4

Profil 5:



Abbildung 173: Profil5

Profil 6:



Abbildung 174: Profil 6

Profil 7:

Lage:

Hektometer: 38,98 Seehöhe: 1160 m **Homogenbereich:**

Höhe: 1110 m bis 1220 m

Hektometer: 36,50 bis 41,30

Foto 85:





Anmerkung:

Längsgefälle: 23 % Eintiefung: 1 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: möglich Zubringer: Rotbründlstalbach [1120 m]

Abbildung 175: Profil 7

Profil 8:

Lage:

Hektometer: 43,28 Seehöhe: 1260 m **Homogenbereich:** Höhe: 1220 m bis 1300 m Hektometer: 41,30 bis 45,00

Foto 86:





Anmerkung:

Längsgefälle: 23 % Eintiefung: 0,9 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: möglich Zubringer: Heinzmündlerbach [1275 m]

Abbildung 176: Profil 8

Profil:

Profil 9:

Lage:

Hektometer: 46,76

Seehöhe: 1340 m

Homogenbereich:

Höhe: 1300m bis 1355

Hektometer: 45,00 bis 47,40

Foto 87:







Anmerkung:

Längsgefälle: 23 % Eintiefung: 0,3 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: möglich Zubringer: keine

Abbildung 177: Profil 9

Profil 10:

Lage:

Hektometer: 48,08

Seehöhe: 1370 m

Homogenbereich:

Höhe: 1355 bis 1390 m

Hektometer:47,40 bis 48,80

Foto 88:







Anmerkung:

Längsgefälle: 23 % Eintiefung: 0 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: möglich

Zubringer: Regerstalbach [1390 m]

Abbildung 178: Profil 10

Profil 11:

Lage:

Hektometer: 52,95

Seehöhe: 1495 m

Homogenbereich:

Höhe: 1390 m bis 1625 m

Hektometer: 48,80 bis 57,60

Foto 89:







Anmerkung: Längsgefälle: 24 % Eintiefung: 0,9 m Wildholzpotential: nicht erhoben Verklausung: nicht wahrscheinlich Zubringer: Hundskehlbach [1430 m] Almbach [1610 m]

Abbildung 179: Profil 11

Profil 12:

Lage:

Hektometer: 59,51

Seehöhe: 1650 m

Homogenbereich:

Höhe: 1625 m bis 1700 m

Hektometer: 57,60 bis 63,40

Foto 90:







Anmerkung:

Längsgefälle: 10 % bis 15 % Eintiefung: 1,5 m Wildholzpotential: keines Verklausung: nicht wahrscheinlich Zubringer: keine

Abbildung 180: Profil12

14.5 Profile der Zubringer des Enterbaches

Weißbach:

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1790

Homogenbereich:

Höhe: 1675 m bis ca. 2500 m

Hektometer: -

Foto 91:





Längsgefälle: 35 % Eintiefung: 2 m Wildholzpotential: keines Verklausung: keine Zubringer: keine

Abbildung 181: Profil Weißbach

<u>Almbach</u>

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1700

Homogenbereich:

Höhe: 1635 m bis ca. 2000 m

Hektometer: -

Foto 92:







Anmerkung:

Längsgefälle: 20 % Eintiefung: 3 m Wildholzpotential: keines Verklausung: keine Zubringer: keine

Abbildung 182: Profil Almbach

Hundskehlbach

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1445 m

Homogenbereich:

Höhe: 1440 m bis 1600 m

Hektometer: -

Foto 93:







Anmerkung:

Längsgefälle: 35 % Eintiefung: 3 m bis 4 m Wildholzpotential: 15 Bäume Verklausung: keine Zubringer: keine

Abbildung 183: Profil Hundskehlbach

<u>Rossrinner</u>

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1850 m

Homogenbereich:

Höhe: 1675 m bis ca. 2100 m

Hektometer: -

Foto 94:





Anmerkung:

Längsgefälle: 60 % Eintiefung: 2 m bis 3 m Wildholzpotential: keines Verklausung: keine Zubringer: keine

Abbildung 184: Profil orographisch linker Rinner

Regerstalbach bei Mündung

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1400 m bis 1480 m

Homogenbereich:

Höhe: 1400 m bis 1480 m

Hektometer: -

Foto 95:



Profil:

Anmerkung:

Längsgefälle: 40 % Eintiefung: 1,5 m Wildholzpotential: keines Verklausung: keine Zubringer: keine

Abbildung 185: Profil Regerstalbach Mündung

Regerstalbach in Schlucht

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1485 m

Homogenbereich:

Höhe: 1480 m bis 1550 m

Hektometer: -

Foto 96:

Profil:





Abbildung 186: Profil Regerstalbach Schlucht

Regerstalbach über Schlucht

Lage:

Hektometer: -

Seehöhe: 1630 m

Homogenbereich:

Höhe: 1550 m bis 1800 m

Hektometer: -

Profil 97:



Abbildung 187: Regerstalbach über Schlucht

15 Anhang 2 (Planbeilagen)

In diesem Anhang befinden sich sämtliche Planbeilagen die nicht gebunden sind. Dieser Anhang besteht aus folgenden Plänen:

- Plan 1 Geschiebepotentialband Enterbach
- Plan 2 Geschiebepotentialband Almbach
- Plan 3 Geschiebepotentialband Hundskehlbach
- Plan 4 Geschiebepotentialband Regerstalbach
- Plan 5 Geschiebesortiersperre bei hm 12,40- Grundriss
- Plan 6 Geschiebesortiersperre bei hm 12,40- Schnitte
- Plan 7 Konsolidierungssperre bei hm 53,47
- Plan 8 Regelprofil und Längenschnitt des Kanals
- Plan 9 Querprofile Enterbach
- Plan 10 Querprofile der Zubringer des Enterbaches
- Plan 11 Querprofile nach Aulitzky
- Plan 12 Murkopfdurchflussmenge nach Aulitzky, Murgeschwindigkeit nach Aulitzky, Längsprofil