

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 153 (2002)

Heft: 7

Artikel: Risikoanalyse und Kostenwirksamkeit bei der Massnahmenplanung : Beispiel Diesbach

Autor: Gächter, Markus / Bart, Rolf

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098242>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Risikoanalyse und Kostenwirksamkeit bei der Massnahmenplanung – Beispiel Diesbach

MARKUS GÄCHTER und ROLF BART

Keywords: Natural hazards; integral risk management; applications; canton of Glarus, Switzerland. FDK UDK 519.873*1 : 624 : (494.25)

1. Einleitung und Problemstellung

Die Hochwasser der Vergangenheit erwiesen die Gefährlichkeit des Diesbaches. Mehrere grosse Ereignisse sind aus dem 17. und 18. Jahrhundert bekannt. Nach jenem von 1764 wurde der Diesbach zum ersten Mal ausgebaut. Im 20. Jahrhundert sind sechs grössere Hochwasserereignisse beschrieben, wobei die grössten Schäden 1945 zu verzeichnen waren. Oberhalb der Kantonsstrasse traten Ablagerungen bis zu 6 m Höhe auf, bei der Kantonsstrasse massen sie immer noch 2 m. Daraufhin wurde ein Verbauungsprojekt ausgearbeitet, welches eine gepflästerte Schale unterhalb des Wasserfalles bis zur Einmündung in die Linth vorsah. Aus Kostengründen wurde nur der unterste Abschnitt realisiert.

Nach den letzten Ereignissen von 1995 und 1997 liess die Bachkorporation eine durchgehende Wildbachschale projektieren. Der Kostenvoranschlag belief sich auf über 2,4 Millionen Franken. Das Projekt wurde vom Regierungsrat mit dem Hinweis zurückgewiesen, die hohen Kosten seien nicht ausreichend begründet. Es solle ein Integralprojekt erstellt werden, mit dem Ziel, ein Massnahmenkonzept aufbauend auf einer umfassenden Gefahren- und Risikoanalyse zu erarbeiten. Die Kostenwirksamkeit der Massnahmen müsse nachgewiesen werden.

Am Beispiel des Diesbaches soll nachfolgend aufgezeigt werden, wie die Risikoanalyse im Kanton Glarus bei der Planung von Schutzmassnahmen angewandt wird.

2. Einzugsgebiet des Diesbaches

Der Diesbach befindet sich im Glarner Hinterland und entwässert die westlichen Hänge des Kärfp, welcher mit rund 2794 m ü.M. den höchsten Punkt des rund 11,7 km² grossen Einzugsgebietes bildet. Vorfluter des Diesbaches ist die Linth. Dominierende geologische Einheiten sind Dachschieferformationen und phyllitischer Verrucano. Beide Gesteine führen zu mehrheitlich flachgründigen Böden mit geringer Durchlässigkeit. Rund 23% des Einzugsgebietes sind bewaldet. Aus Sicht der Wildbachgefahren sind besonders die Waldstandorte Blaugras-Buchenwald mit Reitgras (E+K¹ 17), Karbonat-Tannen-Buchenwald mit Reitgras (E+K 17h) und Buntreitgras-Fichtenwald (E+K 60b) von Bedeutung. Diese Waldstandorte sind im Einzugsgebiet weit verbreitet. Die stark tonhaltigen und wechselfeuchten Böden weisen geringes Speichervermögen auf und sind anfällig für Rutschungen.

Im Einzugsgebiet finden sich zahlreiche Altschuttherde (Moränen-, Bergsturz- und Hangschuttablagerungen), welche vom Diesbach und wichtigen Seitengerinnen durchschnitten werden und viel Geschiebe freisetzen können. Die meisten Seitengerinne des Diesbaches sind aber typische Jungschuttgerinne. Wegen des rasch verwitternden Gesteins weisen auch diese eine hohe Geschiebeproduktivität auf (Abbildung 2).

Der Diesbach kann anhand typischer Merkmale in sechs charakteristische Abschnitte unterteilt werden (Abbildung 1 und Tabelle 1).

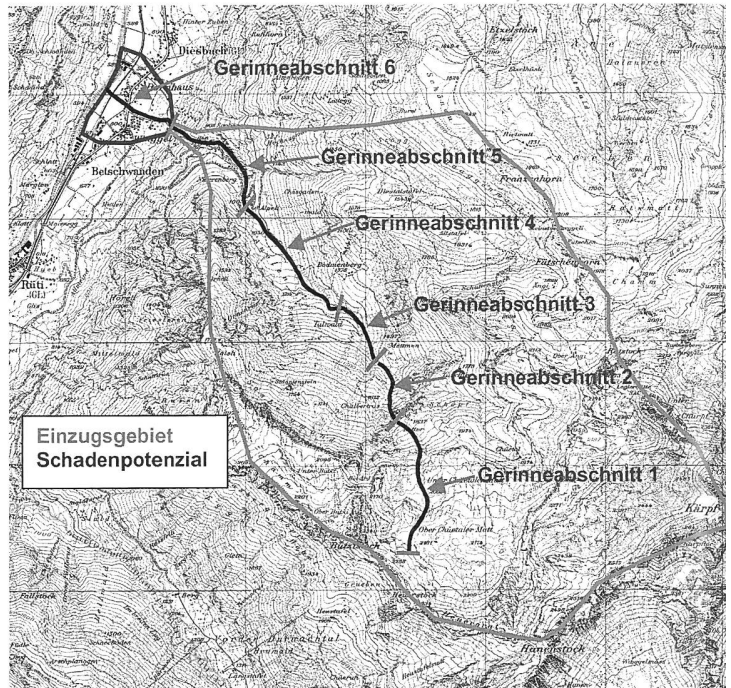


Abbildung 1: Übersicht Einzugsgebiet Diesbach.

Der Kartenausschnitt umfasst die Koordinaten 720–727/196–202 und erstreckt sich über die Kartenblätter 1173 (Linthal) und 1174 (Elm); verkleinert auf den Massstab von etwa 1:50 000. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (BA024478).

Tabelle 1: Charakteristische Gerinneabschnitte am Diesbach.

Nr.	Koten	Typische Merkmale
1	oberhalb 1800	Zahlreiche Kleingerinne; wenig Geschiebe; Gerinne vorwiegend in Verrucano; rund 65 ha ohne oberirdischen Abfluss.
2	1800 bis 1350	Zahlreiche, stark erodierende Flanken; Hauptgerinne mit teils ausgeprägter Erosion; viele Murgangphänomene; unterhalb Kote 1450 Umlagerungsstrecke; Gerinne vorwiegend in oder über Dachschiefer.
3	1350 bis 1100	Erosionsstrecke im Bereich von Bergsturz- und Moränenablagerungen; sehr grosses Geschiebe- und Wildholzpotenzial (Abbildung 4) mit Verklauung.
4	1100 bis 1000	Verflachte, rund 700 m lange Umlagerungsstrecke mit zahlreichen Murgangphänomenen.
5	1000 bis 630	Enge Schluchtstrecke in Dachschiefer mit zahlreichen Rutschungen. Am Ende der Schluchtstrecke stürzt sich der Diesbach über drei Wasserfälle bis zum Kegelhal und überwindet dabei eine Höhe von rund 130 m (Abbildung 3).
6	630 bis 590	Schuttkegel; kanalisiertes Gerinne zum Teil gepflästerte Schale; Einmündung in Vorfluter (Linth).

¹ Waldgesellschaft nach ELLENBERG & KLÖTZLI 1972.

3. Gefahrenabklärung

Die Gefahrenabklärung richtet sich nach den kantonalen Richtlinien (KANTONSFORSTAMT GLARUS 2001), die sich auf die Richtlinien und die Empfehlungen des Bundes abstützen (RICHTLINIEN 1984; BUWAL 1997; LATELTIN 1997). Die wichtigsten Grundlagen der Gefahrenabklärung sind der Ereigniskataster, die Karte der Phänomene sowie Berechnungen und Simulationen. Die Gefahrenabklärung brachte folgende Erkenntnisse:

Ereignisanalyse

- Der Diesbach ist auf einer grösseren Strecke murfähig. Aus zahlreichen Seitengerinnen gelangen Murgänge in den Diesbach. Bei Extremereignissen (EHQ-Ereignis) können Murgänge bis über den Diesbachfall vordringen.
- Zurzeit lagert sehr viel Wildholz im Diesbach (Folge des Lawinenwinters 1999/2000, *Abbildung 4*). Auch die zahlreichen Rutschungen sind ständige Schwemmholzlieferanten. Die Entstehung gefährlicher Gerinneverkläunungen ist zu erwarten.
- Die Umlagerungsstrecke im Gerinneabschnitt 4 limitiert den Geschiebeeintrag in die Schluchtstrecke. Die 100-jährliche Geschiebefracht, welche durch diese Umlagerungsstrecke transportiert werden kann, beträgt rund 20 000 m³.
- Im mittleren Bereich der Schluchtstrecke (Gerinneabschnitt 5) hat sich eine alte Rutschung reaktiviert (*Abbildung 3*). Die bewegte Rutschmasse beträgt 10 000 bis 20 000 m³. Es besteht die Gefahr, dass während eines Hochwasserereignisses Teile dieser Rutschung in den Diesbach stürzen und bis auf den Schuttkegel transportiert werden.
- Die gesamte Geschiebefracht, welche auf dem Schwemmkegel anfällt, beträgt, je nach Eintretenswahrscheinlichkeit des Ereignisses, 10 000 bis 40 000 m³.
- Beim Diesbach führen Gewitter zu den massgebenden Hochwasserabflüssen.

Wirkungsanalyse

Auf dem Schuttkegel wird der Diesbach in einem kanalisiertem Gerinne geführt, wobei die letzten 300 m aus einer gepflasterten Schale bestehen. Das Gerinne weist verschiedene Schwachstellen auf: Je eine Brücke bei der Kantonsstrasse und der SBB-Linie sowie ein Durchlass beim Fabrikkanal. Bei einem 100-jährlichen Hochwasser nimmt die Geschiebetransportkapazität vom Kegelhals bis zur Einmündung in die Linth um den dreifachen Betrag ab. Die Einmündung in die Linth liegt sehr tief, was Rückstauungen im Diesbach begünstigt. Die Geschiebetransportkapazität der Linth ist bei zu erwartenden Abflüssen während eines Diesbachhochwassers rund zwei bis vier Mal geringer als im Mündungsabschnitt des Diesbaches. Bei den massgebenden Ereignissen kommt es im Diesbach deshalb leicht zu rückschreitenden Ablagerungen. Wie die Vergangenheit zeigte, können diese relativ rasch bis zur Kantonsstrassenbrücke hinauf reichen.

Beim Diesbach wurden folgende Szenarien für das Auftreten von Überflutungen und Übersarungen als relevant erachtet:

Häufige Ereignisse (Wiederkehrdauer <30 Jahre)

Abfluss 40 m³/s, Geschiebefracht am Kegelhals 15 000 m³. Bereits bei häufigen Ereignissen verursachen Geschiebeablagerungen Ausbrüche bei der Kantonsstrasse. Der Durchlass beim Fabrikkanal wird teilweise verkläun.



Abbildung 2: Jungschuttgerinne (Foto: M. Gächter).



Abbildung 3: Rutschung im Bereich der Schluchtstrecke unmittelbar vor dem Diesbachfall (Foto: M. Gächter).



Abbildung 4: Verkläunungen aus Schwemmholz (Foto: M. Gächter).

Seltene Ereignisse (Wiederkehrdauer 30 bis 100 Jahre)

Abfluss 50 m³/s, Geschiebefracht am Kegelhals 25 000 m³. Die Ablagerungen unter der Kantonsstrasse sind ausgeprägter. Der Durchlass beim Fabrikkanal verkleust vollständig.

Sehr seltene Ereignisse (Wiederkehrdauer 100 bis 300 Jahre)

Abfluss 65 m³/s, Geschiebefracht am Kegelhals 35 000 m³. Durch Gerinneauffüllungen von oben her treten Ausbrüche bereits deutlich oberhalb der Kantonsstrasse auf.

Die möglichen Überschwemmungen wurden für die drei Szenarien mit einer zweidimensionalen Überflutungsmodellierung simuliert. Hierzu wurde das Modell TriPaD von Dr. C. Beffa verwendet. Als topographische Grundlage diente ein photogrammetrisch erstelltes DTM. Die oben formulierten Szenarien werden teils direkt im DTM eingebaut, teils in der Software berücksichtigt. Das hier verwendete Ergebnis der Simulation sind die Intensitäten in numerischer Form. Die Intensitätskarten werden einander überlagert und daraus die Gefahrenstufen nach den kantonalen Vorgaben berechnet (Abbildung 5).

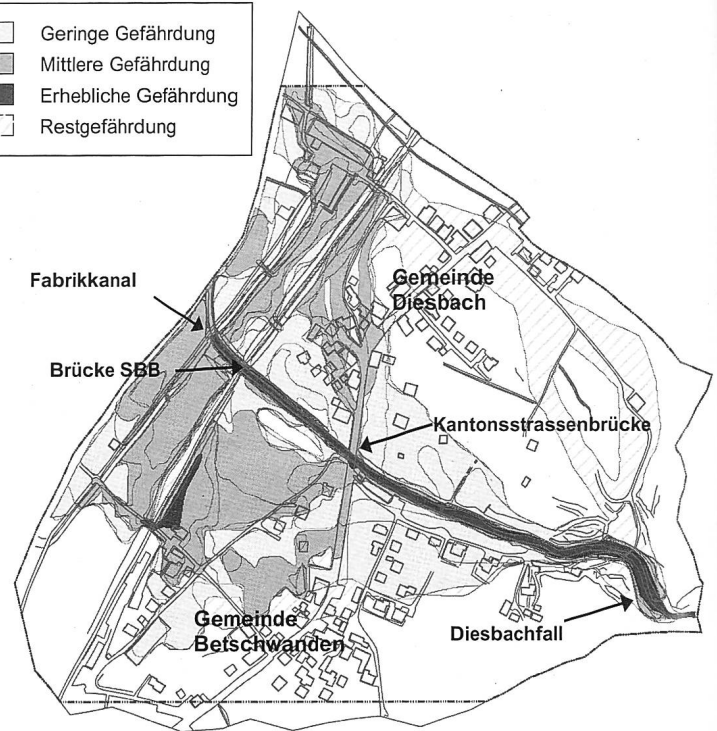
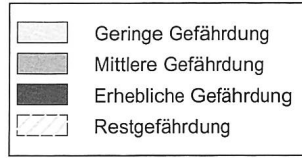


Abbildung 5: Gefahrenkarte Diesbach vor Massnahmen.

4. Risikoanalyse

Ein Risiko ist dann gegeben, wenn Personen oder Sachwerte gefährdet sind und zu Schaden kommen können. Beim Diesbach wurden nur Sachrisiken untersucht. Diese werden durch den jährlichen Schadenerwartungswert beziffert. Im Kanton Glarus werden die Objektrisiken und Schutzdefizite gemeinsam dargestellt (Abbildung 6). Die Schutzdefizite bezeichnen Orte, wo die Gefährdung höher ist als die kantonal definierten Schutzziele vorgeben. Das Kollektivrisiko fasst die Objektrisiken über den ganzen betrachteten Schadenpotenzialraum zusammen. Das Kollektivrisiko gibt einen guten Hinweis auf die Grössenordnung des im Durchschnitt zu erwartenden jährlichen Schadens. Die Risikoverringerung nach Massnahmen stellt den Nutzen derselben dar und bildet die Grundlage für die Abschätzung der Kostenwirksamkeit. Die Schadensfunktionen beschreiben den Zusammenhang zwischen der Intensität eines Prozesses und der Schadenhöhe bei einer bestimmten Schadenpotenzialgruppe (Objektart). Die Schadenhöhen entsprechen Mittelwerten, die auf Erfahrungszahlen beruhen (BUWAL 1999).

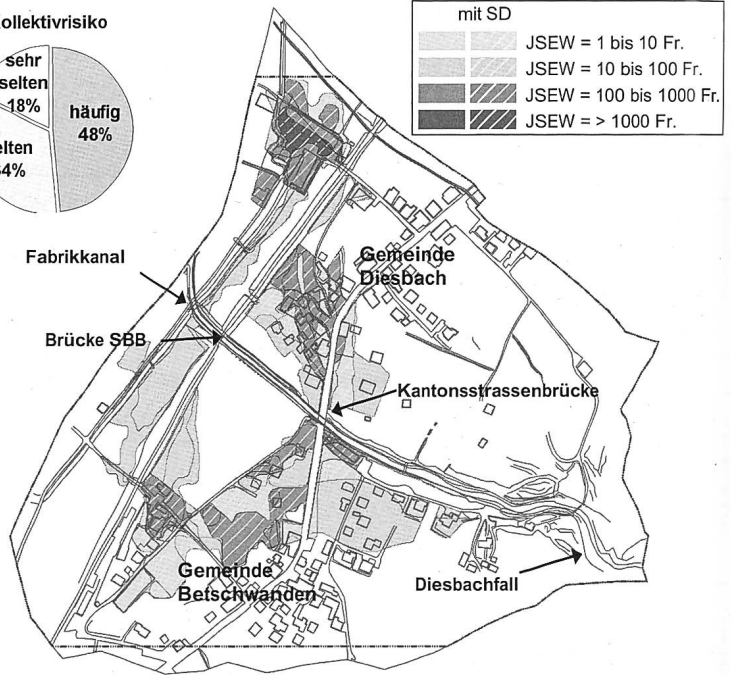
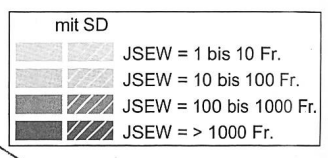


Abbildung 6: Risiko- und Schutzdefizitkarte. JSEW = jährlicher Schadenerwartungswert, SD = Schutzdefizit.

Das durch den Diesbach verursachte Kollektivrisiko wird als jährlicher Schadenerwartungswert ausgedrückt. Dieser beträgt rund 120 000 Franken. Bereits häufige Ereignisse gefährden Siedlungs- und Industriegebiet und verursachen Risiken und Schutzdefizite. Auf einer Fläche von rund 4,5 ha bestehen Schutzdefizite. Die grössten Risiken resultieren aus häufigen Ereignissen. Sehr seltene Ereignisse tragen weniger als 20% zum Kollektivrisiko bei (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kollektivrisiken und Schutzdefizite beim Diesbach.

	häufige Ereignisse [Fr.]	seltene Ereignisse [Fr.]	sehr seltene Ereignisse [Fr.]	alle Ereignisse [Fr.]	Schutzdefizite [ha]
Ein-/Zweifamilienhauszone	7 500	6 700	5 400	19 700	2,23
Gewerbezone	8 400	5 400	2 500	16 400	0,42
Industrie- und Gewerbezone	37 700	22 600	10 700	71 100	0,86
Siedlungskern	2 900	3 700	1 700	8 400	0,81
Wiesland	400	200	0	800	0,00
Zone für öffentliche Anlagen	0	800	500	1 400	0,23
Total	57 100	39 700	21 100	118 000	4,55

5. Massnahmenplanung

Zusammen mit Vertretern der Gemeinden Diesbach und Betschwanden sowie des Kantons wurden die Massnahmenziele formuliert:

1. Erfüllung der Schutzziele innerhalb der Bauzonen;
2. Funktionsicherheit der Massnahmen (Zuverlässigkeit unter Lastfall und Sicherheit gegen Zerstörung im Überlastfall);
3. Kostenwirksamkeit der Massnahmen (Kosten < Nutzen);
4. Minimierung der Restgefährdung;
5. Berücksichtigung der Zielsetzung der Landschaftsschutzzone Diesbach.

Die Massnahmenziele verfolgen einen risikobasierten Ansatz. Es wird also nicht primär der Gefährdung entgegengewirkt, sondern das primäre Massnahmenziel ist die Eliminierung der Schutzdefizite und Minimierung der Schäden und somit der Risiken.

Rahmenbedingungen

Aufgrund der Ergebnisse der Risikoanalyse musste das Massnahmenkonzept Folgendes erfüllen:

- Berücksichtigung der Ausbruchstellen, v.a. bei der Kantonsstrasse;
- Berücksichtigung der speziellen Geschiebeproblematik:
 - die im Verhältnis zum Diesbach geringe Transportkapazität der Linth;
 - starke und rasche Auflandung des Gerinnes von unten her (verschiedene mögliche Ursachen);
 - kontinuierlich abnehmende Transportkapazität vom Kegelhals bis zur Einmündung in die Linth;
 - Gerinneauffüllung von oben her;
 - grosses Schwemmholzpotenzial.

Der Diesbachfall und der obere Teil des Schuttkegels befinden sich innerhalb einer Landschaftsschutzzone, wobei der Wasserfall mit umgebenden historischen Gebäuden sowie Hecken und Uferbestockungen als Gesamtheit geschützt und erhalten werden müssen. Aus diesem Grund kam ein klassischer Geschiebesammler nicht in Frage. Die Untersuchungen haben ebenfalls ergeben, dass die am Kegelhals anfallende Geschiebefracht unmöglich zur Linth und dort weiter transportiert werden kann.

Massnahmenkonzept

Unter Berücksichtigung der Massnahmenziele und der Rahmenbedingungen wurde ein Massnahmenkonzept erarbeitet, welches sich aus folgenden Einzelmassnahmen zusammensetzt:

Geschiebeablagerungsstrecke

Die Geschiebeablagerungsstrecke musste möglichst direkt am Kegelhals beginnen. Die wichtigsten Ziele dieser Massnahme sind:

- ungefähr jene Geschiebemenge durchzulassen, welche im untersten Schalenabschnitt bzw. in der Linth noch abgeführt werden kann;

- die Ablagerungen dürfen keine Ausbrüche am Kegelhals provozieren;
- das Schwemmholz muss zu seiner Hauptsache zurückgehalten werden.

Das Gerinne wird auf einer Länge von rund 100 m stark verbreitert. Durch den Einbau von drei Blockrampen wird die Sohlenneigung in den Zwischenabschnitten auf 3 bis 4% verringert. Wenn die angestrebte Rückhaltekapazität von rund 15 000 bis 20 000 m³ erreicht ist, beträgt das Sohlgefälle etwa 7 bis 8%. Dabei erreicht die Transportkapazität in der Ablagerungsstrecke etwa jene des untersten Schalenabschnittes. Durch den Einbau eines v-förmigen Schwemmholzrechens wird ein Grossteil des Treibholzes zurückgehalten.

Ausbruchsicherungen oberhalb der Kantonsstrasse

Mit Hilfe von Dammschüttungen, Aufmauerungen und ablenkenden Massnahmen werden oberhalb der Kantonsstrasse beidseitig des Gerinnes Ausbrüche verhindert. Der orographisch rechtsseitige Damm neben dem oberen Teil der Ablagerungsstrecke dient der Rückleitung von Abflüssen, bei welchen das Fassungsvermögen der Ablagerungsstrecke überschritten wird.

Mobile Hochwassersperren bei der Kantonsstrassenbrücke

Die Durchflusskapazität kann bei der Kantonsstrasse nur unwesentlich vergrössert werden. Mobile Hochwassersperren verhindern bei überströmter Brücke das Abfließen in die beiden Siedlungen.

Abflussrinnen unterhalb der Kantonsstrasse

Unterhalb der Kantonsstrassenbrücke werden beidseitig des Gerinnes gesicherte Abflussektoren geschaffen. Der obere, orographisch linksseitige, leitet Abflussanteile ab, welche die Kantonsstrassenbrücke überströmen. Der untere, orographisch rechtsseitige Abflussektor leitet Ausbrüche an der Bahnbrücke bzw. dem Fabrikkanal zur Linth. Die Sicherung dieses Abflussektors ist notwendig, damit das Industriegelände auf dem Linthvorland nicht erreicht wird. Die Abflussektoren sind durch bewirtschaftbare Flachdämme begrenzt (Abbildung 7).

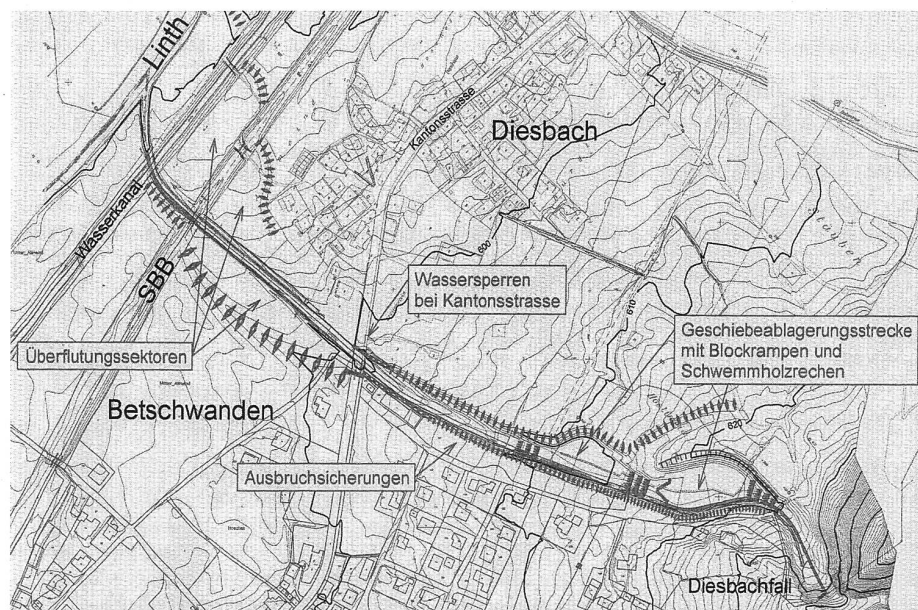


Abbildung 7:
Sämtliche bauliche Massnahmen sind in das Höhenmodell integriert.

6. Kosten-Nutzen-Analyse

Die Baukosten inklusive Projektierung und Bauleitung betragen rund 1,6 Millionen Franken. Die jährlichen Räumungs- und Unterhaltskosten betragen durchschnittlich rund 15 000 Franken. Die Aufwendungen für die Wartung der mobilen Hochwassersperren und die periodisch notwendigen Übungen für deren Montage wurden mit jährlich 3000 Franken berücksichtigt.

Die Baukosten werden bei der Kosten-Nutzen-Analyse als Anfangsinvestition behandelt, die Reparatur-, Unterhalts- und Betriebskosten als jährliche Kosten. Der Restwert wurde auf 250 000 Franken veranschlagt. Er berücksichtigt praktisch nur jene Massnahmen, welche beständige Geländeänderungen darstellen.

Die Massnahmen wurden ins digitale Geländemodell eingebaut und deren Wirkung mit einer zweidimensionalen Modellierung überprüft (Gefahrenkarte und Risiko-/Schutzdefizitkarte nach Massnahmen). Die Risikoverminderung ergibt sich aus der Differenz der Risiken vor und jener nach Massnahmen.

Der Nutzen entspricht einer Risikoverminderung von rund 110 000 Franken. Diesem jährlichen Nutzen stehen jährliche Kosten von rund 50 000 Franken gegenüber. In diesen Kosten sind Betriebskosten, Amortisation und Zinskosten berücksichtigt. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis beträgt rund 2. Mit einem investierten Franken können also rund zwei Franken Nutzen erzielt werden. Der Payback beträgt rund 20 Jahre.

7. Gedanken zur Funktionssicherheit

Auf die Vorteile der Konzeption des Geschieberückhaltes ohne einstaubares Abschlussbauwerk wird im Aufsatz nicht weiter eingegangen. Nachfolgend wird kurz auf die wichtigsten Versagensmöglichkeiten einzelner Massnahmenteile eingegangen und erwähnt, wie die unerwünschten Folgen im Konzept abgefangen werden.

- Ab etwa 12 000 bis 15 000 m³ Ablagerung in der Geschieberückhaltstrecke kann mehr Geschiebe den Ablagerungsraum durchströmen als im unteren Teil abgeführt wird.
- Fallen grössere Schwemmhölzmassen nach weitgehender Füllung des Ablagerungsraumes an, so ist der zuverlässige Rückhalt des Holzes nicht mehr gewährleistet. Verklausungen an Brücken und Durchlässen sind eher zu erwarten.
- Wird zu Beginn einer Hochwasserwelle vorerst sehr viel Schwemmhölzmassen mitgeführt, kann der Treibholzrechen rasch wie eine Abschlussmauer wirken. Dadurch wird mehr Geschiebe zurückgehalten, welches den Ablagerungsraum durchströmen sollte und die Kapazität des Rückhalterauges wird früher erreicht als erwünscht.

Die Folgen der oben aufgeführten Szenarien werden einerseits mit dem auf der orographisch rechten Seite ins Gelände gelegten Damm entschärft, welcher die Ausbrüche ins Gerinne zurückdrängt. An allen Brücken und Durchlässen unterhalb der Ablagerungstrecke ist mit den mobilen Hochwassersperren und den gesicherten Abflussektoren dafür gesorgt, dass die Folgen von Verklausungen abgefangen werden.

Weitere Szenarien, die zum teilweisen Versagen führen können, sind:

- Die mobilen Hochwassersperren werden zu spät oder gar nicht angebracht;
- Murgangschübe dringen bis über den Wasserfall vor (Eintretenswahrscheinlichkeit <0,003).

Wird die Kantonsstrassenbrücke überströmt, ohne dass die Sperren angebracht sind, so sind die beiden Siedlungen wiederum gefährdet. Dieses Risiko ist vertretbar, da die Ereignisse in der Vergangenheit zeigten, dass die Gemeinden sehr rasch zu reagieren vermögen und die Wahrscheinlichkeit einer Brückenüberströmung mit den Massnahmen stark reduziert wird. Im Falle des Vordringens grösserer Murgangschübe über den Wasserfall ist am Kegelhalbs mit Ausbrüchen auf die orographisch linke Seite zu rechnen. Die Massnahmen können die Folgen abschwächen, Ausbrüche jedoch nicht verhindern. Auf die Sicherung gegen das extrem selten erwartete Gefahrenszenario wurde bewusst verzichtet (Kostenwirksamkeit, Landschaftsschutz).

8. Schlussfolgerungen

Die Schlussfolgerungen werden auf die Risikoanalyse als Hilfsmittel bei Projekten gegen gravitative Naturgefahren beschränkt. Das Projekt zeigt die Vorteile einer risikobasierten Problemlösung beispielhaft auf. Das Vorgehen erzwingt die genaue Betrachtung aller Folgen (erwünschter und unerwünschter), weil sie sich auf die Risiken in der Fläche auswirken. Sobald die Risiken als Masseinheit gewählt werden, sind die genauen Flächenwirkungen von Massnahmen von grösstem Interesse, da daraus der ökonomische Nutzen abgeleitet wird.

Der mögliche Einwand, das Aufzeigen der Veränderung der Gefahrensituation reiche aus, überzeugt nicht. Die Gefährdung in Form von Gefahrenstufen berücksichtigt das betroffene Schadenpotenzial nicht und die für die Grösse der finanziellen Schäden stark mitbestimmende Eintretenswahrscheinlichkeit nur sehr ungenügend.

Die Verminderung der Risiken ist die entscheidende Grösse, um die dazu notwendige Investition in Massnahmen zu rechtfertigen. Die relative Ungenauigkeit der errechneten Risiken ist bei der Wertung der Ergebnisse nicht zu vergessen. Dennoch sind Ungenauigkeiten kein stichhaltiges Argument gegen die Anwendung der Risikoanalyse bei Projekten. Bei sachgerechter Ausführung hat sie den grossen Vorteil der Nachvollziehbarkeit. Man einigt sich quasi auf eine Masseinheit für die ökonomische Rechtfertigung von Massnahmen.

Die notgedrungen in Kauf zu nehmende Ungenauigkeit der Risikoanalyse birgt auch die Gefahr der Manipulation. Es lassen sich vielerorts kleine «Anpassungen» vornehmen, die das Ergebnis erheblich beeinflussen. Beabsichtigt ein Kanton, die Risikoanalyse anzuwenden, spricht vieles für eine methodische Vorgabe. Die Ergebnisse werden dadurch nicht richtiger, jedoch sind sie wesentlich weniger abhängig vom Bearbeiter. Aussagen über grössere Gebiete lassen sich damit zuverlässiger vergleichen. Eine über gewisse Zeit weitgehend gleiche Methodik erleichtert den Beteiligten, Erfahrungszahlen einzuordnen und längerfristig die Methodik zur Risikoanalyse effektiv zu verbessern. Die Risikoanalyse als Management-Methode bei Naturgefahren soll in erster Linie Unterschiede von Risiken aufzeigen und nicht jene verschiedener Methoden.

Bislang ist es noch nicht möglich, bei gravitativen Naturgefahren absolute Grössen(bereiche) monetärer Risiken oder Todesfallrisiken danach zu beurteilen, ob sie als allgemein akzeptiert oder nicht akzeptiert aufzufassen sind. Die Risikoverminderung ist als Messgrösse wesentlich unproblematischer, da sie keine Aussage dazu macht, ob das Risiko vor oder nach Massnahmen als tolerierbar zu gelten habe. Sie sagt nur aus, wie gut sich eine Massnahme ökonomisch rechtfertigen lässt.

Eine Eigenheit der Risikoanalyse liegt in der volkswirtschaftlichen Sichtweise. Sie kümmert sich nicht um die Frage «Wer bezahlt und wer hat den Nutzen?» Bauherren, welche

die Ergebnisse einer Risikoanalyse ernsthaft beachten, leisten einen Solidaritätsbeitrag an unsere Gesellschaft. Die Berücksichtigung der Lasten- und Nutzenverteilung könnte nämlich in vielen Fällen zum Ergebnis führen, dass aus Sicht des Bauherrn eine nicht kostenwirksame Massnahme interessanter ist als der Verzicht darauf oder als die Suche nach einer billigeren Lösung.

Die ökonomische Bewertung von Massnahmen mittels Risikoanalysen ist ein wesentliches Kriterium, jedoch nicht das einzige.

Zusammenfassung

Das Einzugsgebiet des Diesbaches weist eine Fläche von rund 11,7 km² auf. Im Perimeter befinden sich sowohl Altschuttberge als auch zahlreiche Seitengerinne in der typischen Ausformung von Jungschuttgerinnen. Entsprechend den recht hohen Wasserabflüssen ist der Diesbach auf einer grösseren Strecke von rund 300 m in einer gepflasterten Schale geführt. Ein im Jahr 2000 erstelltes Integralprojekt hatte zum Ziel, ein Massnahmenkonzept zur Risikoreduktion aufzuzeigen, welches aufbaut auf einer umfassenden Gefahren- und Risikoanalyse. Weiter wurde ein Nachweis für die Kostenwirksamkeit der Massnahmen verlangt.

Die Ausarbeitung des Projektes erfolgte gemäss den im Kanton vorgegebenen Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren. Sie stellen die Risikoanalyse als Hilfsmittel bei Projekten gegen Naturgefahren ins Zentrum, da das Aufzeigen von Veränderungen der Gefahrensituation allein nicht ausreicht. Das durch den Diesbach verursachte Risiko wird in Form eines jährlichen Schadenerwartungswertes ausgedrückt und beträgt rund 120 000 Franken. Das Massnahmenkonzept wird etwa 1,6 Millionen Franken kosten und berücksichtigt die Problematik des Geschiebes sowie des Schwemholzes bei einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von rund 2. Das Projekt zeigt die Vorteile einer risikobasierten Problemlösung beispielhaft auf.

Summary

Risk analysis and cost efficiency of measure planning – the example of Diesbach

The region under survey around Diesbach takes in an area of approx. 11.7 km². Along the perimeter are former rubble and refuse heaps, as well as a number of the typical side channels arising from the protrusions of debris of more recent times. In keeping with the high water flows, along a stretch of about 300 m the Diesbach is channelled along a plaster-coated basin. An integral project, set up in 2000, had the aim of producing a concept for measures to be taken to reduce risk based on a comprehensive hazard and risk analysis. In addition, the project called for the cost efficiency of measures.

The elaboration of the project followed guideline set out by the Canton for the protection from natural hazards. Risk analysis, as an instrument of projects aimed at natural hazards, lies at the centre of these guidelines, because it is inadequate to merely identify changes in danger levels. The risk posed by the Diesbach is expressed in an annual expected damage value of approx. 120 000 Swiss francs. The measure concept will cost approx. 1.6 million Swiss francs and takes into account the problem of loose deposit as well as driftwood with a cost/earning ratio of about 2. The project shows the advantages of a risk-based solution in an exemplary way.

Translation: ANGELA RAST-MARGERISON

Résumé

Analyse des risques et des coûts dans le cas de la planification de mesures, à l'exemple du «Diesbach»

Le bassin versant du «Diesbach» couvre une surface de 11,7 km² environ. Ce périmètre comprend des zones de dépôts anciens ainsi que de nombreux chenaux secondaires parcourant les zones de dépôts récents. En raison de son débit assez élevé, le torrent est pavé sur une longueur de 300 m environ. Un projet intégral, élaboré en l'an 2000, avait pour objectif la réalisation d'un concept de mesures visant la réduction des risques, à partir d'une vaste analyse des dangers et des risques. Une étude portant sur le coût des mesures proposées a par ailleurs été demandée.

Le projet a été élaboré selon les directives cantonales en matière de protection contre les dangers naturels. Celles-ci mettent l'accent sur l'analyse des risques, car la simple mise en évidence de modifications au niveau de l'appréciation des dangers ne suffit pas. Le risque présenté par ce torrent est exprimé sous la forme d'une estimation de la valeur annuelle prévisible des dommages escomptés, qui se monte à près de 120 000 francs. Les mesures prévues dans le concept se chiffrent à 1,6 million de francs environ en tenant compte de la problématique des alluvions et du bois charrié. Le rapport coûts/bénéfice est de 2. Ce projet met en évidence de manière exemplaire les avantages offerts par l'analyse des risques dans le cadre de la recherche de solutions.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Literatur

- BUWAL (Hrsg.) 1997: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen, Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Raumplanung (BRP), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal), Biel.
- BUWAL (Hrsg.) 1999: Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Umweltmaterialien Nr. 107.
- ELLENBERG, H., KLÖTZLI, F. 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 48, Heft 4, Birmensdorf.
- KANTONSFORSTAMT GLARUS 2001: Kantonale Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren, ungedruckt.
- LATELTIN, O. 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal), Bern.
- RICHTLINIEN 1984: Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten, Bundesamt für Forstwesen, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, EDMZ, Bern.

Autoren

MARKUS GÄCHTER, dipl. Forstingenieur ETH, Ingenieure Bart AG, Mühleareal, 8762 Schwanden. E-Mail: gaechter@bart.ch.
ROLF BART, dipl. Forstingenieur ETH, Ingenieure Bart AG, Waisenhausstrasse 15, 9000 St. Gallen. E-Mail: rolf@bart.ch.