



Wildbach- und Lawinenverbau

Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz
Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinenverbauung
österreichs

74. Jahrgang, August 2010, Heft Nr. 165

Heft 165

Wildbach- und Lawinenverbau

Impressum:

Eigentümer:

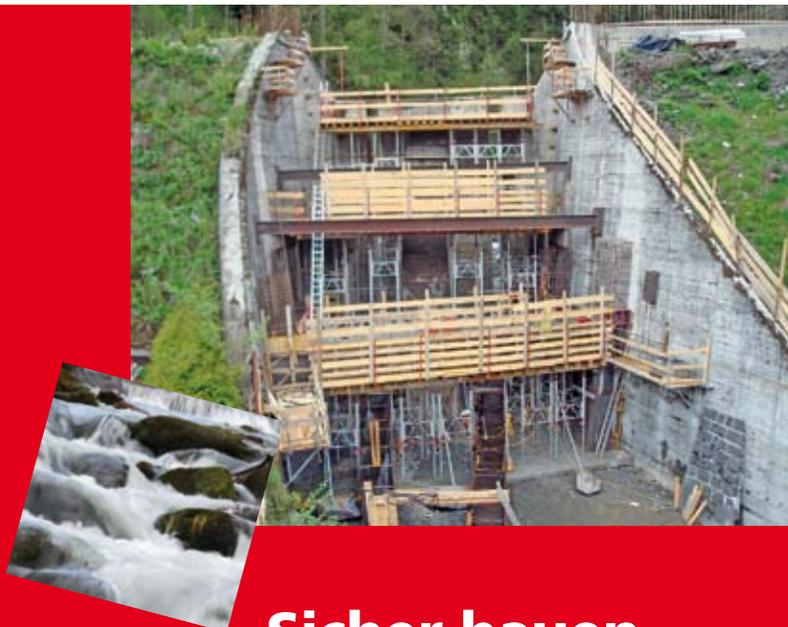
Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung
Österreichs, A-9500 Villach

Herausgeber:

Dipl.-Ing. Christoph Skolaut, c/o Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung, Sektion Salzburg, Bergheimerstraße 57, A-5021 Salzburg
T: +43-662-878153, F: +43-662-870215
e-mail: christoph.skolaut@wlv-austria.at

Titelbild:

Quelle: die.wildbach



Wildbachschutz Trattenbach, Bezirk Zell am See

Sicher bauen.

Bauen auf schwierigem Terrain. Am Trattenbach im Team erfolgreich:

Nach bestem Wissen

MEVA Schalungs-Systeme, Alzner Baumaschinen und die

und Gewässer.

Wildbach- und Lawinenverbau, GBL. Pinzgau. Danke für's Teamwork.



www.meva.at • info@meva.at • Tel. 02252 209000
www.alzner.at • office@alzner.at • Tel. 06219 8065

Inhalt Heft 165

Christoph Skolaut:
Vorwort des Herausgebers

Seite 9

Markus Moser:
Geschiebetransportberechnungen am Beispiel des Projektes Thomataler Bundschuhbach – Kombination von Geschiebefrachtogramm – ingenieurmäßiger Ansatz (Profilweise Berechnung) und 1D-numerische Simulation

Seite 10

Johann Angerer, Robert Hofmann, Michael Mölk,
Manfred Pitttracher, Thomas Sausgruber, Leopold Stepanek:
WLV-Leitfaden für den Planungsablauf von Hochwasser-Retentionsanlagen: Ingenieurgeologie – Geotechnik

Seite 24

Fotis Maris, Ioannis Kalinderis, Niki Tsopela:
Integrated river basin management and flood risk management in the light of mountainous hydromorphics in Greece

Seite 44

Stefanidis Stefanos, Tziaftani Fani, Chatzichristaki Chrysoula:
The covering of torrential streams inside urban regions and the problems that this creates (example the torrent Dendropotamos of Thessaloniki), Northern Greece

Seite 54

Alexander Prokop, Laya Rana, Christina Delaney, Clemens Schekulin, Christian Rachoy:
Sicherheitskonzept Thomasecklawine

Seite 62

Alexander Battisti, Johannes Kessler:
Optimierung der Baustelleneinrichtung bei Lawinenbaustellen

Seite 74

Mathias Granig:
10 Jahre Lawinenprävention mit modernster Technik

Seite 88

Sauermoser Siegfried:
Lawinenwinter 1999 - Zusammenfassung der Ergebnisse der Tagung Galtür 2009

Seite 96

Mursperre UX 120-H6,
Spannweite 23 m, Bauhöhe 6 m
Schmalecklesbach in Nesselwängle
(Tirol), Fertigstellung 6/2010



Flexible Ringnetzbarrieren schützen Mensch und Infrastruktur vor Murgängen

Murgang-Barrieren von Geobruigg:

- massive Verkürzung der Bauzeit
- Kosteneinsparung von 30 bis 50 % gegenüber Betonbauwerken
- naturnahe Lösungen, die sich optisch ins Landschaftsbild einfügen
- von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Feldversuchen getestet
- einstufige Barrieren für Ereignisse von bis zu 1000 m³, mehrstufige Barrieren für Ereignisse von mehreren 1000 m³

Fordern Sie jetzt unsere Murgang-Broschüre an und besprechen Sie Ihre Bedürfnisse mit unseren Spezialisten:
info@geobruigg.com



Geobruigg Austria Ges.m.b.H.
Innsbrucker Bundesstraße 71
A-5020 Salzburg
Tel. +43 664 91 542 91
www.geobruigg.com
info@geobruigg.com



Inhalt Heft 165

Luft Gerhard:
Bericht über ein Hochwasserereignis im Juli 2009 in den Waldkarparten in Rumänien

Seite 106

Helmut Hochreiter:
Peking: International Conference on Efforts in Response to Forest-Related Natural Disasters - The 1st Forest Science Forum

Seite 110

Christian Stundner:
Das Einzugsgebiet des Kaponigbaches: Geschichte, Maßnahmen, Verbauprojekt 1999, Gefahrenzonenplanung

Seite 114

Martin Strauss, Klaus Weisser:
Wildbachbetreuung Tirol - 3-Stufen-Modell

Seite 116

Christoph Skolaut, Franz Anker:
Maßnahmendatenbank – Ein GIS-Tool mit strategischer Dimension

Seite 122

BLOCK 1: Studienreise 2009 – Kärnten



*... Nur für Sie
gehen wir in die Luft ...*

- Rettungsflüge • Film- und Fotoflüge*
- Montagen • Tierbergungen*
- Lawinensprengungen • Hüttenversorgung*
- Holztransporte • Leitungskontrollen*
- Feuerbekämpfung • VIP- und Shuttleflüge*



Heli Tirol GmbH
A-6462 Karres, Tiroler Bundesstraße 1
Tel +43 (0)5412 - 61 421
Mail fly@heli-tirol.at

Heli Austria GmbH
A-5600 St. Johann im Pongau, Heliport
Tel +43 (0)6462 - 4200
Mail fly@heli-austria.at

CHRISTOPH SKOLAUT

Vorwort des Herausgebers

Nach längerer Zeit halten Sie nun wieder ein Heft zu unterschiedlichsten Themenbereichen in Händen. Drei äußerst interessante Teile prägen dieses 165. Heft der Zeitschrift Wildbach- und Lawinenverbau.

Der erste Teil enthält neben österreichischen Beiträgen zur Planung und Bauausführung von Wildbach- und Lawinenschutzprojekten zwei Beiträge von griechischen Kollegen, die sich mit integralen Einzugsgebietenbewirtschaftungen beschäftigen.

Im Mittelteil finden Sie Tagungsberichte von Konferenzen in Österreich und China, einen Erfahrungsbericht der österreichischen Stabstelle für Schnee und Lawinen sowie einen Bericht eines Hochwassereinsatzes in Rumänien.

Den Abschluss bilden Beiträge zur Studienreise des Vereins der Diplomingenieure der WLW Österreichs nach Kärnten im Herbst 2009 zum Thema „Instandhaltung von Verbauungen, Strategien einst und jetzt, Auswirkungen auf die Raumplanung“

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser Palette unterschiedlichster Informationen.

Vorschau Heft 166 (Erscheinungstermin Ende 2010):
Gefahrendarstellung für Massenbewegungen in Europa und Österreich:
Stand der Entwicklung und Fallbeispiele

MARKUS MOSER

Geschiebetransportberechnungen am Beispiel des Projektes Thomataler Bundschuhbach – Kombination von Geschiebefrachtdiagramm – Ingenieurmäßiger Ansatz (profilweise Berechnung) und 1d-numerische Simulation

Sediment transport calculations using the example of the project “Thomataler Bundschuhbach” – combination of a bedload chart, engineering approach (cross-section calculation) and 1-D numerical simulations

Zusammenfassung:

Die Ermittlung der Geschiebebilanz erfolgt üblicherweise durch eine abschnittsweise Ansprache möglicher transportierbarer Geschiebemengen. Die in den meisten Fällen für ein Einzugsgebiet ermittelte Geschiebebilanz wird dabei in einem Geschiebefrachtdiagramm dargestellt. Diese Ansprache gilt meistens nur für ein Einzugsgebiet. Bei mehreren Einzugsgebieten mit unterschiedlichen Fließprozessen stößt man mit der abschnittweisen Ansprache der Geschiebebilanz bald an die Grenzen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz zur Berechnung von solchen Bachstrecken bzw. Einzugsgebieten in Form einer Kombination von abschnittsweiser Ansprache des Geschiebetransportes, ingenieurmäßigem Ansatz (profilweise Berechnung) und numerischer Simulation vorgestellt und diskutiert.

Summary:

The determination of the bedload sediment budget is usually done by a section-wise approach of potential transportable bedload. In most cases the bedload sediment budget determined for a catchment area is shown in a bedload chart. This method usually applies only to a single catchment area. In several drainage basins with different flow processes, we come up to the limits of this section-wise approach.

The present study will present and discuss an approach for the calculation of such river basins or catchment areas as a combination of section-wise approach, engineering approach (cross-section calculation) and numerical simulations.

1. Einleitung

Der Thomataler Bundschuhbach entspringt an den Nordhängen der Lungauer Nockberge aus drei bedeutenden Quellbächen Blareitgraben:

Weißbach und Feldbach. Der Thomataler Bundschuhbach hat ein Einzugsgebiet von 55 km² mit einem durchschnittlichen Gefälle im Unterlauf von 5 % und kann als stark geschiebeführender Wildbach bezeichnet werden. Die größten Geschiebelieferanten finden sich im Oberlauf durch die drei Teileinzugsgebiete Feldbach, Weißbach und Blareitgraben. Aufgrund der Charakteristik der Einzugsgebiete ist eine starke Beeinflussung durch Geschiebeeinträge hauptsächlich vom Blareitgraben und

Weißbach gegeben. Der Feldbach ist zwar auch geschiebeführend, aufgrund der Charakteristik des EZG sind jedoch geringe Geschiebeeinträge zu erwarten. Die kleineren Teileinzugsgebiete im Bereich des Ortsteiles Bundschuh (Fischer- und Saggraben) sind murfähige Wildbäche, die na-

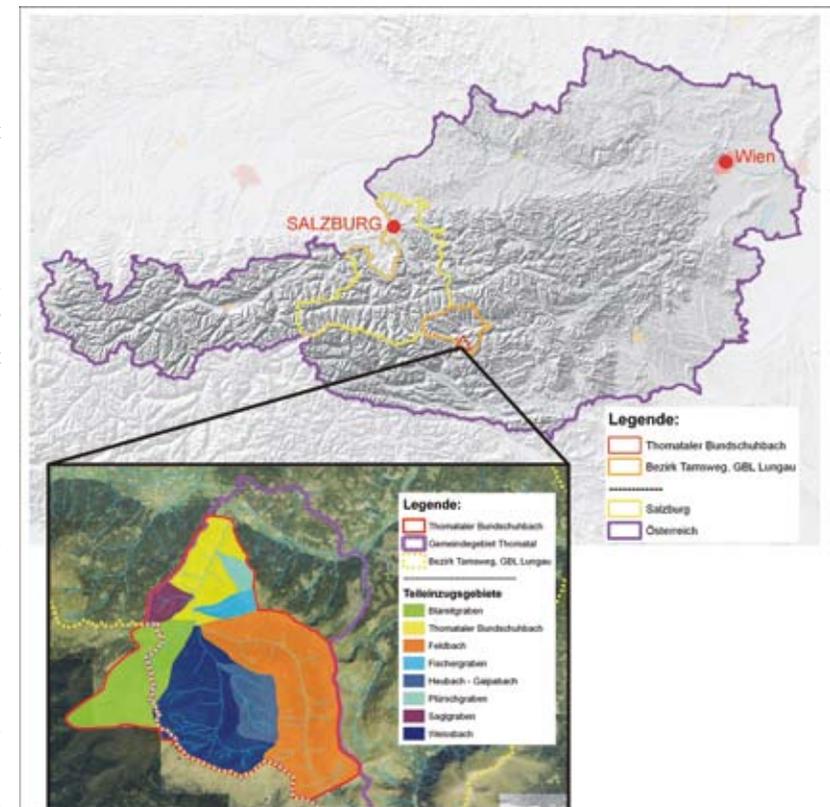


Abb. 1: Übersichtskarte des Einzugsgebiets Thomataler Bundschuhbach

Fig. 1: General map of the Thomataler Bundschuhbach catchment

hezu rechtwinkelig in den Hauptbach einstoßen. Der hohe Waldanteil des Einzugsgebietes mit ca. 50 % führt im Ereignisfall zu erheblichem Wildholztransport. Die Geschiebelieferanten finden sich in vorhandenen Altschuttmassen in den Seitengraben sowie in stark ausgeprägten, großflächigen Moränen und Schotterablagerungen im Hauptbach selbst.

2. Problemstellung

Die Prozesskartierung für das Einzugsgebiet mit der Begehung der Teileinzugsgebiete und Auswertung der historischen Daten zeigt die enorme Vielfalt von möglichen Prozessen, welche von Ablagerungsstrecken über Umlagerungsbereiche bis zu Geschiebeeinträgen in Form von Seiten-/Tiefenerosion bzw. Rutschungen reichen. Diese Vielfalt zeigt auch schon die Problematik, dass ein Teileinzugsgebiet allein nicht isoliert betrachtet werden kann. Zur Beschreibung des Gesamtprozesses ist somit eine ganzheitliche Betrachtung sämtlicher Prozesse nötig. Neben den lokalen Standortfaktoren der obersten Teileinzugsgebiete sind für die unterliegenden Bachabschnitte bzw. Teileinzugsgebiete die Auswirkungen der oberhalb liegenden Teileinzugsgebiete zu betrachten [1]. Der Planer hat sich beispielsweise mit folgenden Fragen zu befassen:

- Kommt ein Murgang von oben oder handelt es sich nur um Geschiebetrieb?
- Sind die oberhalb liegenden Gerinneabschnitte eher sedimentlimitiert oder abflusslimitiert?
- Welche Transportkapazität hat der „Unterlieger“ beim Eintreffen des Oberliegers in diesen Gerinneabschnitt?
- Wie ist die Neigung im Gerinneabschnitt im Vergleich zu jener im oberen Abschnitt?

3. Methodik

Einige der oben erwähnten Fragen können durch Geländeerkundungen und die Auswertung historischer Daten geklärt werden, eine mengenmäßige Erfassung ist jedoch trotz guter Datengrundlagen für ein Bemessungsereignis nicht möglich.

Die Lösung der Fragestellungen konzentrierte sich auf eine abschnittsweise Berechnung je nach definiertem Bachcharakter. Für die murartigen bzw. sehr stark geschiebeführenden Teileinzugsgebiete kann mit der abschnittweisen Ansprache des ausräumbaren Querschnittes das Auslangen gefunden werden. Jene Bachabschnitte bzw. Teileinzugsgebiete mit vorwiegender Geschiebeführung und Längsgefälle unter 10 % müssen zur Ermittlung des Geschiebetransportes mittels ingenieurmäßigem profilweisem Ansatz bzw. mit einer 1d-Geschiebesimulation berechnet werden. Der ingenieurmäßige profilweise Ansatz erfolgte an wichtigen Knotenpunkten im mittleren Einzugsgebiet. Als Ergebnis konnte für diesen Abschnitt eine Geschiebebilanz mit punktueller Aussage – auf das betrachtete EZG bezogen – getroffen werden. Zur Ermittlung möglicher Anlandungs- bzw. Erosionstendenzen, Ermittlung der Gesamtgeschiebefracht am Ausgangsknoten und des zeitlichen Verlaufs des Geschiebetransportes (bei unterstellter Hochwasser-/Geschiebeganglinie) ist eine 1d-Geschiebesimulation unbedingt erforderlich. In der Schluchtstrecke bis zum Siedlungsgebiet Gruben des Thomataler Bundschuhbaches kam deshalb eine Simulation mit dem Programm SETRAC zum Einsatz. SETRAC ist das Akronym für SEDiment TRansport Model in Alpine Catchments [2].

Kartierte Transportprozesse und Berechnungsverfahren je Abschnitt

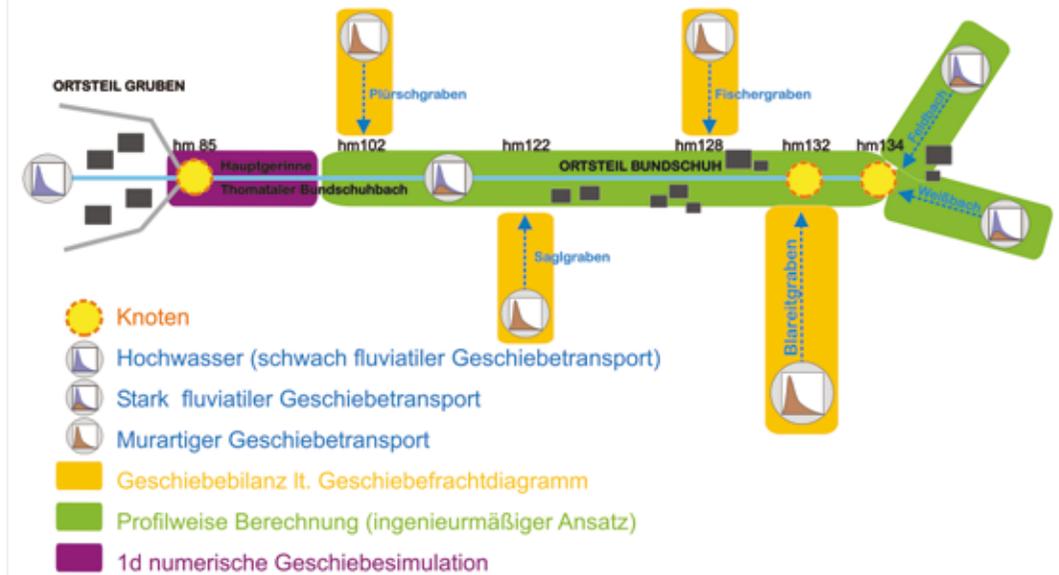


Abb. 2: Transportprozesse und Berechnungsansätze je Abschnitt

Fig. 2: Flow processes and calculations per section

4. Datengrundlagen

Zur Realisierung des oben erwähnten Berechnungsansatzes ist zusätzlich zur Auswertung der

historischen Daten und Geländeerkundungen eine umfassende hydrologische, hydraulische und geschieberelevante Berechnung nötig. Die dafür benötigten Datengrundlagen sind nachfolgend aufgelistet:

Geodaten Einzugsgebiet:	DHM 10m für das gesamte Einzugsgebiet; detailliertes Geländemodell für das Gerinne inklusive Vorland im besiedelten Abschnitt bzw. im Bereich möglicher Schutzbauten
Hydrologie:	Beobachtete Niederschlagsexremwerte (Tageswerte, Starkregenereignisse), Modellniederschläge nach MaxModN [2] Kartierung der Abflussbeiwerte nach Markart G. et. al. 2004 [5], Festlegung hydrologisch relevanter Knoten im Einzugsgebiet (auch im Hinblick auf geschieberelevante Fragestellungen), Bestimmung der Anfangsverluste, Länge der Fließwege und deren Neigung, CN-Werte für das SCS-Verfahren, Verzögerungszeit (tlag)
Hydraulik:	Profilgeometrie je Querprofil, Festlegung der Fließrauigkeiten, Längsneigung
Geschiebekenndaten:	Linienzahlanalysen/Fotos je geschieberelevanten Fließabschnitt; verschiedene Ansätze zur Berechnung des Geschiebetransportes (Rickenmann 1991, Smart & Jäggi 1983)

5. Berechnungen

5.1 Hydrologie

Abflussdaten bestimmter Jährlichkeit (für die Wildbach das HQ_{150}) als Bemessungsgrundlage für die hydraulischen Dimensionierungen sind in den meisten Wildbacheinzugsgebieten nicht durch Pegelmessungen über mehrere Jahrzehnte und deren statistische Auswertung zu bestimmen, sondern werden üblicherweise mit empirischen Formeln (vorzugsweise nach Wundt 1949) ermittelt. Mit dieser Formel erhält man mit geringem Aufwand einen Schätzwert für den möglichen Spitzenabfluss eines Einzugsgebietes. Bei Betrachtung der Entstehung dieser Formel aus weltweit beobachteten Höchstabflüssen in Abhängigkeit von einem Parameter (Einzugsgebietsgröße) und ohne definierte Jährlichkeit sollte man die Zuverlässig-

keit dieses Verfahrens kritisch hinterfragen. Für das vorliegende Projekt reicht ein Spitzenabfluss allein ohnehin nicht aus, um die hydraulischen und geschieberelevanten Fragestellungen beantworten zu können. Es erfolgte deshalb die Berechnung nach dem Ursache-Wirkungs-Prinzip, d.h. von der Ursache Niederschlag auf die Wirkung Abfluss schließen [4]. Als Niederschlagseingangsdaten dienten die HAÖSTRA-Modelldaten, welche österreichweit in einem Raster von 6x6km vorliegen und somit für das Einzugsgebiet ohne großen Aufwand bestimmbar sind. Die eigentliche hydrologische Berechnung wurde mit dem für Wildbacheinzugsgebiete empfohlenen SCS-Verfahren im Programm HEC-HMS durchgeführt. Nach der Festlegung der Teileinzugsgebiete und der interessanten Knoten erfolgte die Bestimmung der CN-Werte. Die einzelnen Flächen wurden im GIS kartiert und für die jeweiligen TEZG die Flächen-

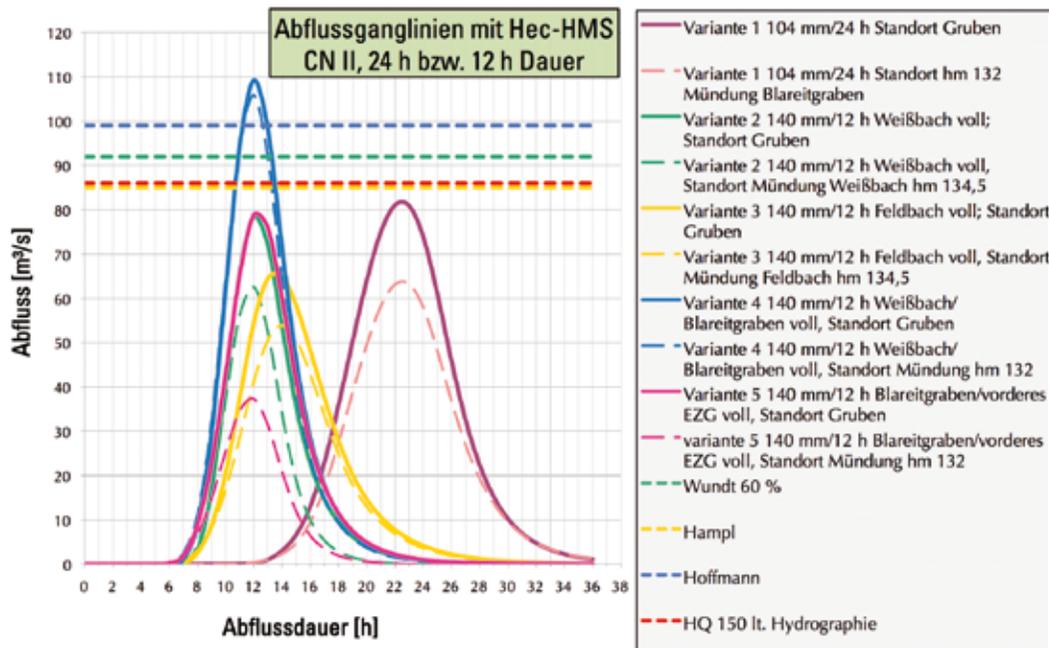


Abb. 3: Abflussganglinien an wichtigen hydrologischen Knoten

Fig. 3: Discharge hydrograph at important hydrological junctions

Profilweise Berechnungen der Hydraulik inkl. Geschiebetransportkapazitäten

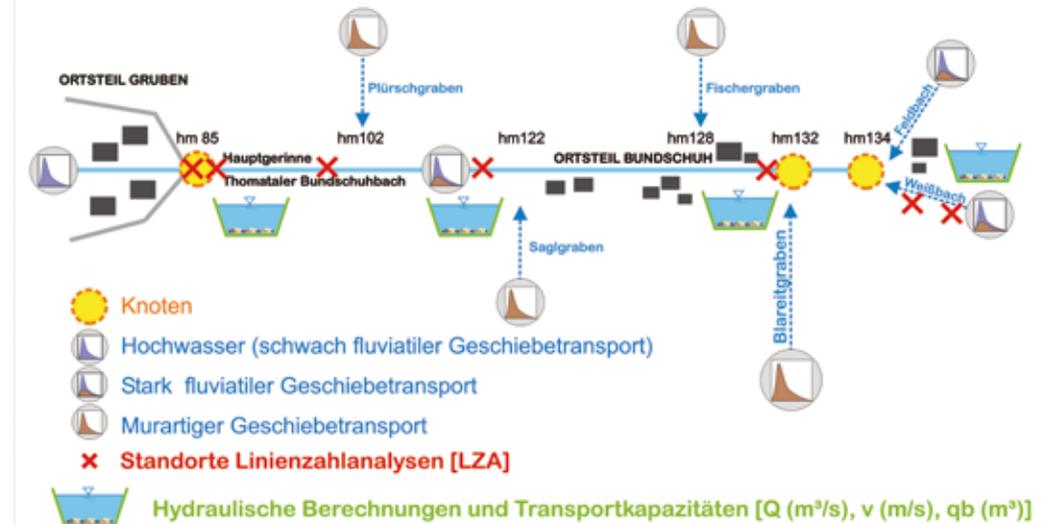


Abb. 4: Übersicht Hydraulik- und Geschiebetransportberechnungen

Fig. 4: Overall view of hydraulic and bedload calculations

anteile berechnet. Zu den einzelnen kartierten Bodenkategorien konnte dann ein entsprechender Abflussbeiwert zugewiesen und ein gewichteter CN je CN-Klasse (I, II, III) berechnet werden. Der Anfangsverlust ist ein gutachtlich festgelegter Schätzwert. Die weiteren Geländedaten (Länge des Fließweges, Neigung) konnten aus dem DHM 10m mit der HEC-GEOHMS-Schnittstelle automatisiert berechnet werden. Als Eingangsparameter im HEC-HMS sind die Anfangsverluste, der CN-Wert und die Verzögerungszeit (t_{lag}) im Falle einer SCS-Berechnung erforderlich.

5.2 Hydraulik

Hydraulische Berechnungen inklusive Abschätzung des Geschiebetransportpotenzials sind für die Dimensionierung von Schutzbauten an verschiedenen Knoten im EZG interessant. Berechnet wurden die Abflusskapazitäten je Teileinzugsgebiet und an den hydraulisch interessanten Knotenpunkten (Zusammenflussbereiche).

Die Berechnung der Abflusskapazität des bestehenden Gerinnes erfolgte im Abschnitt Gruben bis Ruine Edenvest (hm 82 bis 92) und an den Standorten der Linienzahlanalyse (hm 98, 122, 132, hm 10 und 16 Weißbach). Die Fließrauigkeiten wurden gutachtlich im Gelände festgelegt.

5.3 Geschiebetransport

(Berechnungsschritte, Linienzahlanalyse)

Zur Ermittlung des Geschiebetransportes bzw. des Geschiebehaushaltes im EZG wurden an 7 Standorten Querprofile und Linienzahlanalysen mit einfachen Hilfsmitteln erhoben und die hydraulischen Kenndaten sowie die Geschiebetransportkapazitäten berechnet. Mithilfe der berechneten Kapazitäten und unter der Annahme einer unbegrenzten Geschiebeverfügbarkeit sowie bei Zugrundelegung der berechneten Abflussganglinien erfolgte die Berechnung der Geschiebefracht im Ereigniszeitraum nach dem ingenieurmäßigen Ansatz sowie für die Schluchtstrecke Höll-

Berechnung der Transportkapazität bei Geg.: Abfluß in m³/s je Querprofil

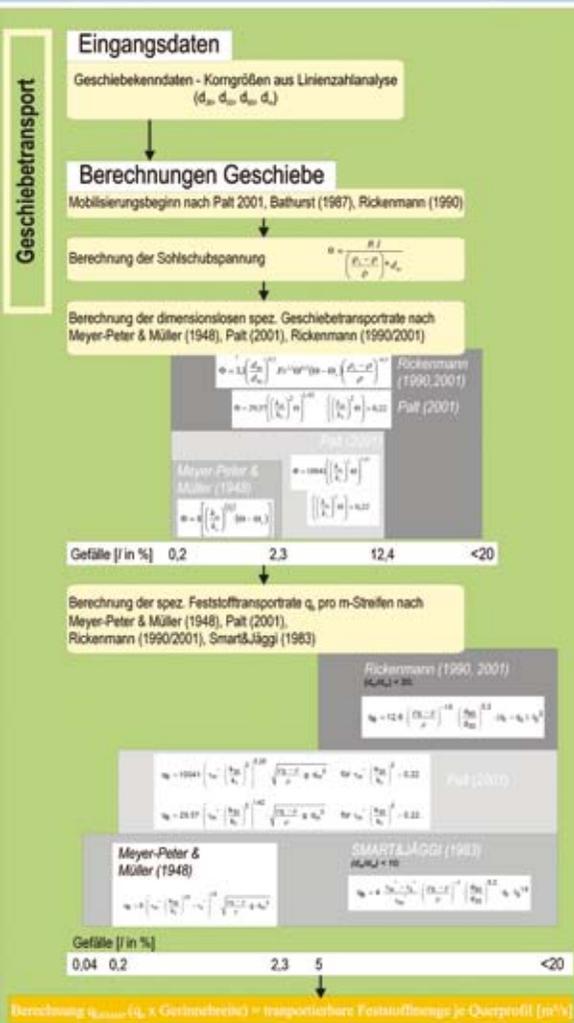
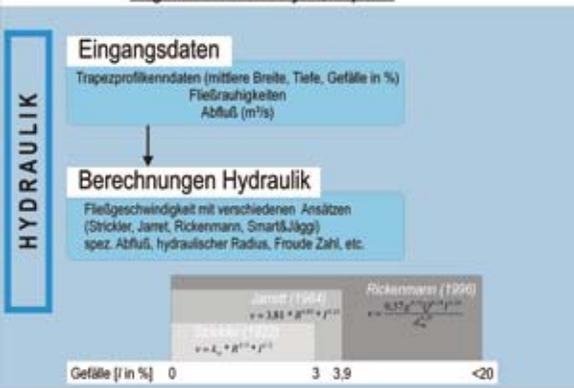


Abb. 5: Berechnungsmethode

Fig. 5: Calculation method

graben bis Gruben mit dem 1d-Modell SETRAC. Für das stark geschiebeführende bzw. murfähige Teileinzugsgebiet Blareitgraben erfolgte die Geschiebefrachtermittlung mittels Geschiebefracht-diagramm (abschnittsweise Abschätzung des ausräumbaren Querschnittes pro lfm) [6].

Als Ergebnis bekommt man je Teileinzugsgebiet die transportierten Geschiebefrachten. Nach Abzug der geschätzten Geschiebezwischen-deponie bzw. Ablagerung stehen für den Hauptbach die Geschiebeeinträge fest. Im Hauptbach selbst erfolgte ebenso eine Berechnung der möglichen Kapazitäten. Auch in diesem Fall wurden Zwischendeponieflächen mengenmäßig erfasst, sodass eine Bilanzierung an bestimmten Knoten erfolgen konnte. Bei dieser Überlegung ist ein ausgeglichener Geschiebehaushalt im Hauptbach zwischen Bundschuh und Gruben unterstellt. Diese Unterstellung scheint deshalb plausibel, da im Ortsteil Bundschuh bereits eine fast durchgängige Verbauung existiert und im Abschnitt Höllgraben bis Gruben das gleichmäßige Gefälle, welches sich schon seit Jahren eingestellt hat, auch auf einen ausgeglichenen Geschiebehaushalt schließen lässt. Zur Berechnung der Zwischendeponiemengen und Standorte zw. hm 97 und 82 erfolgte eine 1d-Simulation mit dem Modell SETRAC.

Die Abbildung 6 zeigt die kontinuierliche Abnahme der Korngrößen d₅₀, d₆₅ und d_m von hm 152 (= hm 18 im Weißbach) bis hm 132 (Mündung des Blareitgrabens). Unterhalb des Blareitgrabens bis zur Mündung des Saggrabens steigt die Kurve des d₅₀ leicht an, der d₆₅ und d_m bleibt bis hm 98 annähernd gleich. Der d₉₀ nimmt kontinuierlich bis hm 87 ab (ein kleiner Ausreißer ist bei hm 88). Der Grund der leichten Zunahme des d₅₀ ist in den kleineren Hochwasserereignissen durch den Blareitgraben und des Saggrabens aus den Jahren 2006/08 zu finden.

Die Transportkapazitätsberechnung beruht auf dem Vorschlag nach ETAIp 2004 [10].

Repräsentative Korngrößen je Linienzahlanalyse und Bachabschnitt

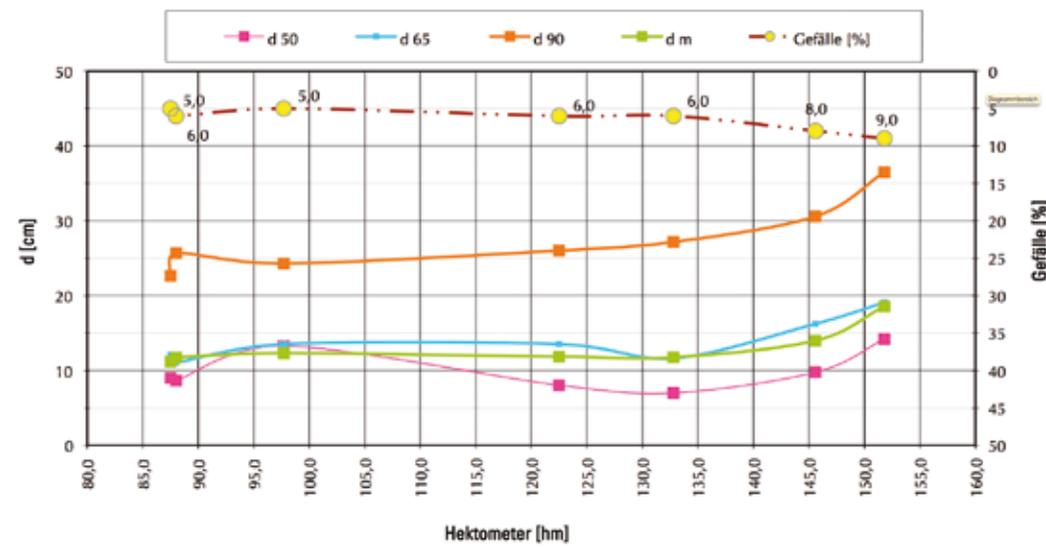


Abb. 6: Ergebnisse der Linienzahlanalysen

Fig. 6: Results of line-by-number analysis

Diese Berechnungsannahmen wurden durch ein Gutachten von Prof. HABERSACK 2009 als „ingenieurmäßiger profilweiser Ansatz“ bestätigt. Das Gutachten beinhaltet zahlreiche Praxisanwendungen (Projekte, GZP, Stellungnahmen,...) durch JÄGER und MOSER in den Jahren 2004 bis 2008 [7].

Als Eingangsdaten werden die hydraulischen Kenngrößen (Abflusstiefe [m], Abflussmenge [m³/s], benetzter Querschnitt [m²], Gefälle [%], hydr. Radius, Gerinnebreite und -höhe [m], Fließgeschwindigkeit [m/s], Froude-Zahl, Fließrauigkeit [kst]) und die Geschiebekenndaten (Kornparameter d₃₀ bis d₉₀) benötigt.

Berechnet wird im ersten Schritt der Transportbeginn nach den Formeln von PALT 2001 [8] und BATHURST 1987 [9]. In einem weiteren Berechnungsschritt wird die transportierbare Feststoffmenge pro m Streifen mit den Formelansätzen nach RICKENMANN (1999, 2001) [10] und SMART/JÄGGI (1983) [11] berechnet und mit der Gerinnebreite multipliziert. Diese Berech-

nung erfolgte für verschiedene gegebene Abflüsse je Querprofil bis zur Menge des HQ₁₅₀.

Um aus den ermittelten Transportkapazitäten je Querprofil und Abflussmenge die Geschiebefracht für das unterstellte Bemessungsereignis zu bekommen, erfolgte zunächst die Ermittlung einer Potenzfunktion. Bei Unterstellung der berechneten Potenzfunktion je Querprofil kann nun die Geschiebemenge in m³/s sowie die Geschiebefracht im Ereigniszeitraum berechnet werden.

Diese Berechnungen erfolgten für die beiden Hauptzubringer bei hm 134,5 (Weißbach, Feldbach), für den Abschnitt unterhalb des Zubringers Blareitgraben, im Bereich des Höllweges bis hm 91. Die Einzugsgebiete Blareitgraben, Saggraben und Plürschgraben haben einen Murgangcharakter bzw. starken Geschiebetransport. Die Ermittlung der Geschiebefracht für diese Teileinzugsgebiete erfolgte je lfm Gerinnelänge. Die im Zuge der Begehungen gutachtlich erhobenen Bachcharakteristika bezüglich Umlagerungseffek-

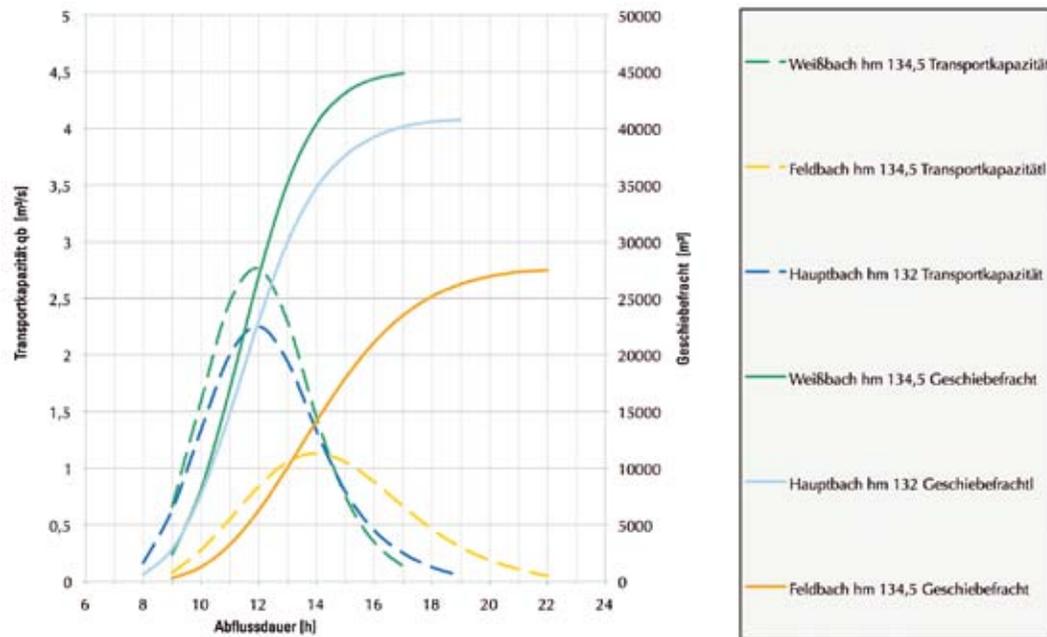


Abb. 7: Transportkapazitäten und Geschiebefrachten an wichtigen Knoten

Fig. 7: Transport capacity and bedload volume at important junctions

te bzw. Zwischendeponieflächen fanden schließlich Eingang in die Ermittlung der Gesamtgeschiebebilanz.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass diese Berechnung nur für das unterstellte Bemessungsereignis durchgeführt und ein Geschiebevorrat bzw. ausgeglichenes Geschieberegime unterstellt ist. Der Prozess des Wildholztransportes konnte in diesen Berechnungen nicht mitberücksichtigt werden.

5.3.1 Ermittlung der Gesamtgeschiebebilanz für das Bemessungsereignis bis hm 97 mittels „ingenieurmäßigen profilweisem Ansatz“

Als Ergebnis liegt nun je Abschnitt und Knotenpunkt eine Geschiebebilanz vor. Für den Feldbach wurde eine Geschiebefracht von ca. 25 000 m³ berechnet, 5 000 m³ davon kommen in den Zwischendeponien zur Ablagerung, wodurch ca. 20 000 m³ in den Unterlauf abtransportiert werden.

Im Weißbach (inklusive Gaipa- und Heu-

bach) ergaben die Berechnungen eine Fracht von 45 000 m³, 20 000 m³ davon werden in einer Umlagerungs- und Zwischendeponiestrecke von einigen Kilometern natürlich zurückgehalten. Als Rest verbleiben 25 000 m³ für den Unterlauf.

Aus dem Blareitgraben kommen lt. Geschiebebilanz 13 000 m³, bei einer unterstellten Zwischendeponie von 10 000 m³.

In Summe wird der Knoten Feldbach/Weißbach mit einem Geschiebeeintrag von 45 000 m³ belastet. Das Gerinne kann in diesem Abschnitt ca. 40 000 m³ abtransportieren, wodurch sich ein Überschuss von 5 000 m³ ergibt. Etwas unterhalb stößt der Blareitgraben mit weiteren 13 000 m³ in den Vorfluter, wodurch sich der Überschuss auf 18 000 m³ erhöht. In diesem Fall ist mit einer Totalverklausung mit den Folgen einer Gerinneüberbordung und Abfluss über die Landesstraße in Richtung Ortsteil Bundschuh zu rechnen.

Im Ortsteil Bundschuh ist das Gerinne durch Sohlgurte und Längsverbauungen gesichert,

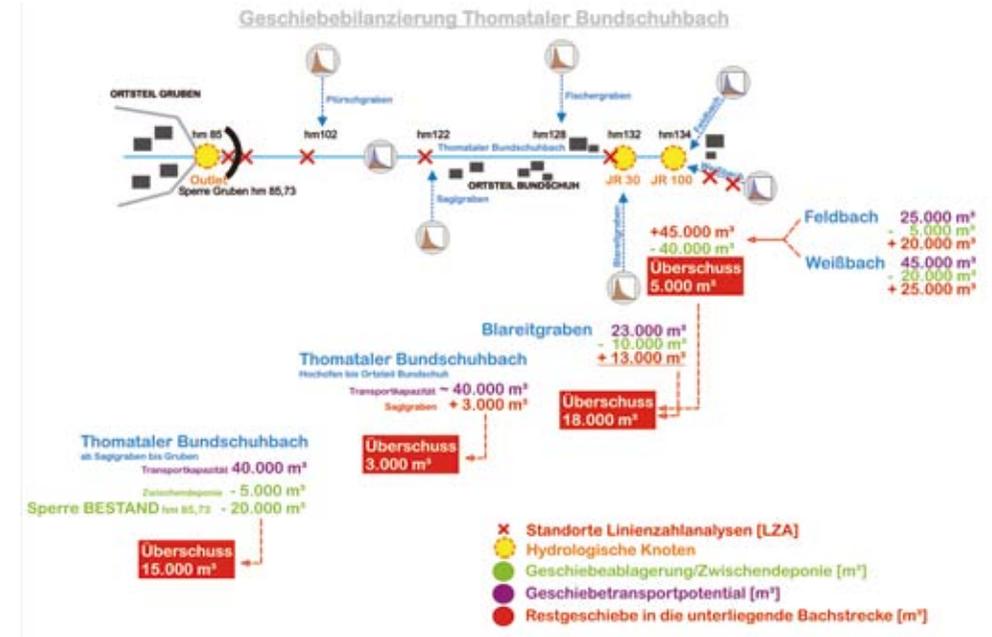


Abb. 8: Geschiebebilanz

Fig. 8: Bedload sediment balance

wodurch eine geringe Geschiebemobilisierung zu erwarten ist. Die Geschiebetransportkapazität liegt in diesem Abschnitt bei 40 000 m³. Durch den Einstoß des murfähigen Saglgrabens mit ca. 3 000 m³ entsteht wiederum ein Überschuss. Die zwischen hm 117 und 102 vorliegenden Gerinneverflachungen und -verbreiterungen können in Summe mit 5 000 m³ als Zwischendeponie in der Bilanz abgezogen werden. Für den Höllgraben bis Gruben verbleiben somit ca. 35 000 m³. Bei Unterstellung eines Fassungsvermögens von 20 000 m³ durch die Sperre Gruben, hm 85,73, verbleibt am Schluchtausgang in Gruben ein Überschuss von ca. 15 000 m³.

5.3.2 Ermittlung der Gesamtgeschiebebilanz zwischen hm 91 und 82 mittels SETRAC-Simulation

Da mit dem ingenieurmäßigen profilweisen Ansatz jeweils für ein Querprofil je Abschnitt eine Geschiebetransportberechnung möglich ist und die Wechselwirkungen mit Anlandungen und Ero-

sion gutachtlich bestimmt werden müssen, erfolgte für den Abschnitt zwischen hm 91 und 82 eine detailliertere Berechnung mittels 1d-Geschiebesimulation (SETRAC).

Die Grundlagendaten lieferte eine detaillierte Vermessung, die Abflussganglinie für das Bemessungsereignis, die Geschiebeganglinie aus der Geschiebebilanz bis hm 97 sowie die Ergebnisse der Linienzahlanalysen mit der Ermittlung der maßgeblichen Kornfraktionen.

Die Ergebnisse können direkt im Programm je Querprofil bzw. auch für das Längsprofil betrachtet werden. Zur Analyse der für diese Arbeit wichtigen Daten wurde ein Vergleich der Sohlhöhen (vor und nach der Simulation), eine Betrachtung des Geschiebetransportes je Querprofil, eine Darstellung der maximalen Ablagerungshöhe je Querprofil und eine Analyse der Geschiebefracht über den Längsschnitt durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass es im Bereich des derzeitigen Geschiebeablagerungs-

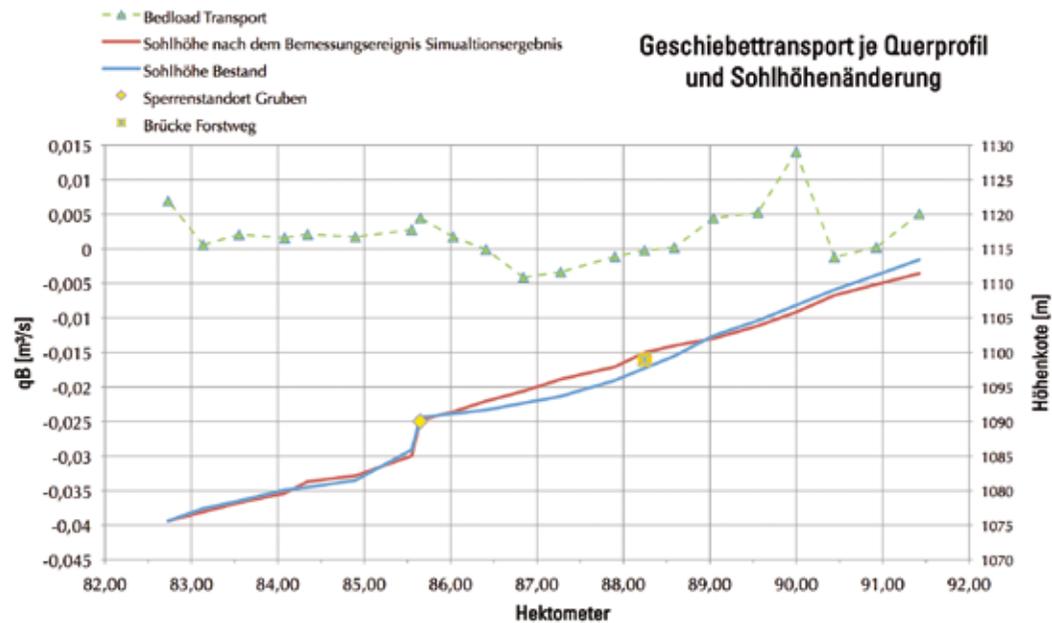


Abb. 9: Sohlhöhe nach dem Ereignis (rote Linie) und Geschiebetransport [qb m³/s] je Querprofil (grüne Dreiecke)

Fig. 9: Bed level after the event (red line) and bedload transport [qb m³/s] per cross-section (green triangle)

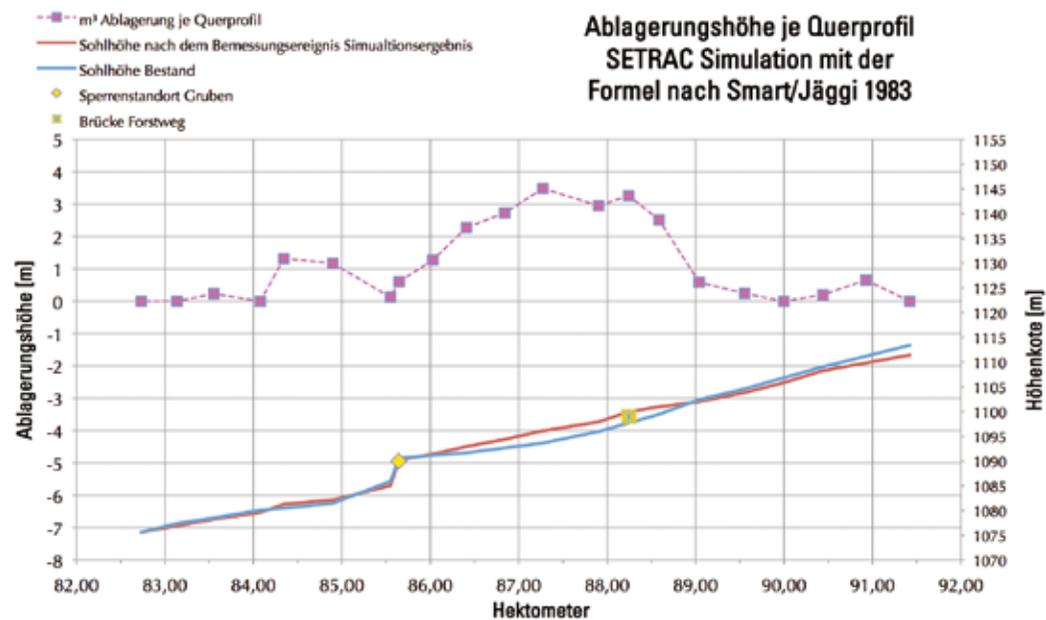


Abb. 10: Geschiebeablagerung je Querprofil nach dem Ereignis

Fig. 10: Bedload deposition per cross-section after the design event

platzes der bestehenden Sperre in Gruben (hm 85,73) zu massiver Geschiebeablagerung kommt. In Summe werden von den ins System durch die Inputganglinie zugeführten 40 000 m³ an Geschiebe 26 000 m³ durch die betrachtete Simulationsstrecke transportiert. 14 000 m³ kommen hauptsächlich im Verlandungsbereich der Sperre zur Ablagerung. In diesem Fall wird festgehalten, dass das Sperrbauwerk selbst nicht in die Simulation integriert wurde und der Verlandungsraum mit Gefälle und Breite Teil des 1d-Modells ist. Eine Berücksichtigung des Bauwerkes würde nach gutachtlicher Annahme eine deutliche Erhöhung der Geschiebeablagerung bewirken. Der Stauraum selbst hat ein Fassungsvermögen von ca. 20 000 m³ und kann somit in der Gesamtgeschiebebilanz mit diesem Wert angesetzt werden.

Abbildung 10 zeigt den Beginn der Ablagerung im Längenschnitt oberhalb der bestehenden Forstwegbrücke. Im Verlandungsraum kommt es zur Ablagerung von Geschiebe bis zu 3,5 m. Ein weiterer Ablagerungsbereich befindet sich unterhalb der Sperre ungefähr im Bereich des geplanten Standortes des Wildholzfilterbauwerkes.

gerung im Längenschnitt oberhalb der bestehenden Forstwegbrücke. Im Verlandungsraum kommt es zur Ablagerung von Geschiebe bis zu 3,5 m. Ein weiterer Ablagerungsbereich befindet sich unterhalb der Sperre ungefähr im Bereich des geplanten Standortes des Wildholzfilterbauwerkes.

6. Ergebnis mit Wildholz- und Geschiebebewirtschaftungskonzept

Das Grundkonzept besteht darin, das Schadenpotential für die Ortsteile Gruben bzw. Bundschuh durch Filterbauwerke zur Ausfilterung von Wildholz und Grobgeschiebe weitgehend zu minimieren. Die Standorte der Bauwerke sind auf die berechneten Geschiebebilanzen sowie dem Wildholzanfall abgestimmt. 2 Filterbauwerke werden im Oberlauf im Weißbach sowie im Blareit-

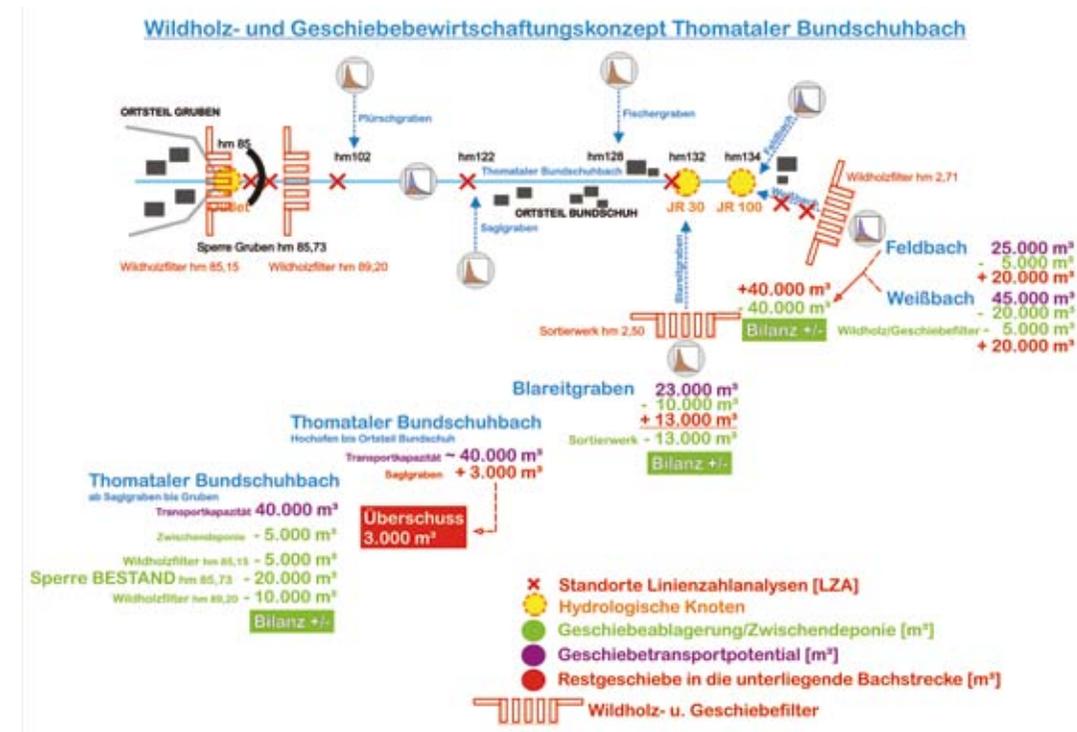


Abb. 11: Wildholz- und Geschiebebewirtschaftungskonzept

Fig. 11: Woody debris and sediment management concept

graben errichtet. Dadurch sollten die Bachstrecke im Ortsteil Gruben von Wildholz entlastet sowie die aus den Oberläufen anfallenden Geschiebemenngen möglichst schadlos in die Schluchtstrecke abtransportiert werden können. Oberhalb des Ortsteiles Gruben sind weitere Filterbauwerke – eines oberhalb der bestehenden Sperre und eines unterhalb – geplant, welche einen letzten Schutz für das Siedlungsgebiet bringen sollen.

7. Schlussfolgerungen

Ein derartig komplexes Einzugsgebiet mit sämtlichen Wildbachprozessen (schwach – stark fluvialer, murartiger Geschiebetransport) kann durch einfache Verfahren nicht umfassend beschrieben werden. Mit der abschnittswisen Geschiebefrachtermittlung stößt man in Bachabschnitten mit stark fluvialen Geschiebetransportprozessen an die Grenzen. Ein möglicher Ansatz ist eine Kombination von Berechnungsverfahren, um die jeweiligen Transportprozesse beschreiben zu können, die Auswirkung der Oberlieger auf die Unterlieger auch zahlenmäßig zu erfassen und somit eine umfassende Betrachtung zu ermöglichen. Angesichts der vielen Unsicherheiten, die mit den derzeit vorhandenen Berechnungsmethoden noch gegeben sind, gibt es trotzdem für viele Fragestellungen brauchbare Antworten. Die Fragen nach dem wahrscheinlichen Prozess und dessen Ereignisgröße eines oberliegenden Einzugsgebietes sowie der Transportkapazität des Unterliegers beim Eintreffen des Oberliegers konnten für das definierte Bemessungsereignis im Projekt Thomataler Bundschuhbach zahlenmäßig erfasst werden. Die beschriebenen Unsicherheiten zeigen aber die Defizite deutlich auf, sodass für die Zukunft weiterer Forschungsbedarf gegeben ist und praxisgerechte Lösungen erarbeitet werden sollten.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Markus Moser
 Fachschwerpunkt Wildbachtransportprozesse,
 Wildbach- und Lawinenverbauung
 Sektion Salzburg, Gebietsbauleitung Lungau
 Johann Löcker Str. 3, A 5580 Tamsweg
 markus.moser@die-wildbach.at

Literatur / References:

- [1] GERTSCH, E., (2009):
 Geschiebelieferung alpiner Wildbachsysteme bei Großereignissen; Ereignisanalysen und Entwicklung eines Abschätzverfahrens; Dissertation an der Universität Bern, Bern 2009
- [2] CHIARI, M., RICKENMANN, D., (2007):
 The influence of form roughness on modeling of sediment transport at steep slopes; International Conference Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management, 25-28 September 2007, Belgrade – Serbia
- [3] BMLFUW (2009):
 eHyd – Fachkarte Bemessungsniederschlag; Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt MR Dr. Viktor Weigluni; Bemessungsniederschläge als Grundlage für viele Siedlungs- und Schutzwasserwirtschaftliche Planungen; Internetabfrage im Jahr 2009 unter: http://gis.lebensministerium.at/ehyd/frames/index.php?&gui_id=eHYD
- [4] HANNWEBER, M., (2008):
 Ermittlung des Bemessungsabflusses in Wildbacheinzugsgebieten – Anwendung einfacher Niederschlag/Abfluss-Verfahren für die Praxis; Wildbach- und Lawinenverbauung; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen, Erosions- und Steinschlagschutz, 72. Jhg., April 2008, Heft Nr. 159
- [5] MARKAT, G., KOHL, B., SOTIER, B., SCHAUER, T., BUNZA, G., STERN, R., (2004):
 provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen. BFW – Dokumentation 3/2004.
- [6] FORSTTECHNISCHER DIENST FÜR WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG – GEBIETSBAULEITUNG LUNGAU (WLV 2009):
 Thomataler Bundschuhbach, Verbaunungsprojekt 2009, Technischer Bericht und Berechnungen, unveröffentlicht
- [7] HABERSACK, H., (2009):
 Gutachten – Geschiebetransport in Ausleitungsstrecken Phase I, Hainersdorf 2009, Im Auftrag der Sektion Salzburg, unveröffentlicht
- [8] PALT, S. M. (2001):
 Sedimenttransportprozesse im Himalaya-Karakorum und ihre Bedeutung für Wasserkraftanlagen; Dissertation an der Fakultät für Bauingenieurwesen der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Karlsruhe 2001
- [9] BATHURST, J.C., GRAF, W.H., CAO, H.H. (1987):
 Bed load discharge equations for steep mountain rivers. In: Sediment Transport in gravel bed rivers, Hrsg.: Thorne, C.R., Bathurst, J.C., & Hey, R.D., pp. 453-477. Wiley, Chichester
- [10] ETAlp (2004):
 Ansätze zur Abschätzung des Geschiebetransportes in Wildbächen und Gebirgsflüssen; D. Rickenmann und M. Brauner; In: Kompendium für das Projekt ETAlp: Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosions- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten (Lebensministerium und WLV), Geschiebetransport V2.2
- [11] SMART, G. M. & JÄGGI, M. N. R., (1983):
 Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich., 64, pp. 9 – 188.

Go ahead...

Wir sind Ihr absolut kompetenter Partner bei Planungen, Gutachten und Projektmanagement von...

- Wildbachverbauungen
- Schutzwasserbauten
- Böschungssicherungen
- Lawinenverbauungen
- Forst- und Güterwegen
- Landschaftspflegerische Begleitplanung
- Speicherteiche
- Schneeanlagengesamtplanung
- Skipistenbau
- Schneileitungssystemen
- Wasser- und Quellfassungen
- Wasserver- und entsorgung
- schiGIS®-Infosystem für Skigebiete
- uvm...

www.klenkhart.at

Klenkhart & Partner Consulting
 A-6067 Absam · Salzbergstrasse 15
 Telefon: +43 (0) 50226-0 · Fax: +43 (0) 50226-20
 e-mail: office@klenkhart.at

Alperschornbach

JOHANN ANGERER, ROBERT HOFMANN, MICHAEL MÖLK,
MANFRED PITTRACHER, THOMAS SAUSGRUBER, LEOPOLD STEPANEK

WLV-Leitfaden für den Planungsablauf von Hochwasser-Retentionsanlagen: Ingenieurgeologie – Geotechnik

Guideline of Torrent and Avalanche Control for the Planning of Flood-Retention Dams: Engineering Geology and Geotechniques

Zusammenfassung:

Zur Sicherung eines dem Stand der Technik entsprechenden Qualitätsstandards unter Berücksichtigung der relevanten Normen (Eurocodes 1990 und 1997 inkl. nationaler Anwendungsdokumente, ÖNORM B 4402 etc.) bei der Planung von Hochwasserretentions-Anlagen der Wildbach- und Lawinenverbauung wurde von der Autorengruppe ein standardisierter Planungsablauf für den ingenieurgeologisch-geotechnischen Fachbereich erarbeitet. Dabei wurden neben den relevanten Normen [3] auch explizit die geltenden „Technischen Richtlinien“ des BMLFUW [11], die entsprechenden Richtlinien der Staubeckenkommission sowie entsprechende Regelwerke der DVWK [2] bedacht.

Schlüsselwörter

Hochwasserretention, Wildbachverbauung, Ingenieurgeologie, Geotechnik

Summary:

To provide state-of-the-art standards regarding the geotechnical design of flood retention dams in torrent catchments which reflect the relevant national and European standards, such as Eurocodes 0 and 7, the authors drafted a guideline for a best practice approach in geotechnical matters during the design stage. Apart from relevant technical standards, the existing technical guidelines of the Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management [11], the Austrian Commission on Dams [18] and other relevant guidelines such as those of DVWK [2] were taken into account.

Planungsphase: Vorstudie

Vorstudie gem. Technischer Richtlinie für die WLV (Fassung Juli 2006)

Eine Vorstudie ist Voraussetzung für die Durchführung von Detailplanungen

Inhalt (Auszug)

- Anlass
- Naturräumliche Verhältnisse im Einzugs- oder Risikogebiet
- Kurzdarstellung des Risikopotenzials und Ausmaßes der Gefährdung
- Schutzziel/Schutzkonzept
- Genereller Maßnahmenumfang und Kostenrahmen

Schutzbedarf - Schutzbedürfnis

Der Schutzbedarf wurde ermittelt. (gem. ONR 24800: Schutzbedarf; Schutzbedürfnis jener Bedarf (jenes Bedürfnis) nach Sicherheit vor den drohenden Gefahren, der von den Betroffenen objektiv (subjektiv) wahrgenommen wird).

Hydrologie

Abflussfrachten und Abflussspitzen werden für verschiedene Szenarien ermittelt. Darstellung der Ergebnisse in Form von Abfluss-Ganglinien.

Die Wahl des Bemessungsabflusses erfolgt in Abhängigkeit von potenziell betroffenen Nutzungsqualitäten gem. ONR 24800 (S 38, Tabelle 5).

Die Ermittlung des Retentionsbedarfs erfolgt über eine Gegenüberstellung von Spitzenabfluss ↔ Gerinnkapazität

Ermittlung des Retentionsvolumens: Das Bemessungsereignis für das erforderliche Retentionsvolumen ist **nicht** das Ereignis mit der höch-

ten Abflussspitze, sondern jenes mit dem maximalen Volumen oberhalb der Durchlassleistung (Gerinnkapazität). Dazu ist die Ermittlung von Abflussganglinien für mehrere Szenarien mit verschiedenen Niederschlags-Dauerstufen notwendig.

Standortfrage

- Vorerhebungen gem. ÖNORM B 4402 bzw. ÖNORM B 4400 Teil 1 und 2, Ausgabe 15.3.2010 und (vorhandene Unterlagen ausheben und auswerten)
- Ausscheidung morphologisch prinzipiell geeigneter Standorte (Höhenmodell ...)
- Festlegung von Standortvarianten
- Klärung von Geschiebe- und Wildholzproblematik für die Standortvarianten

Stauhöhe/Bauwerkshöhe

Abwägung Stauvolumen – Bauwerkshöhe – Risikoreduktion (Bauwerksoptimierung) für die Standortvarianten – Schleife zu Hydrologie

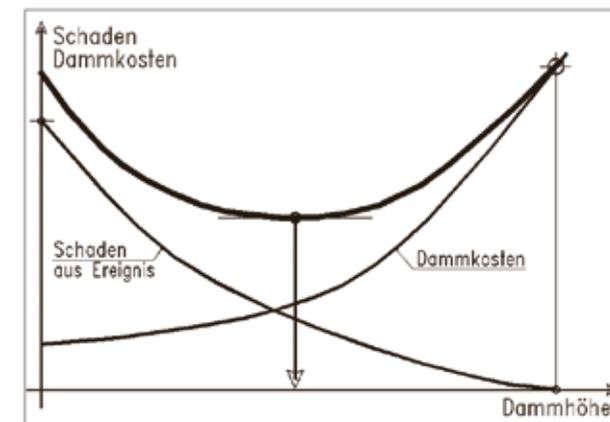


Abb. 1: Beispielkurve wirtschaftliche Optimierung der Bauwerkshöhe

Fig. 1: Exemplary relationship for economic optimization of the height of the retention dam

Definition Bauwerkskategorie: (in Anlehnung an DIN 19700, Teil 12: Stauanlagen, HWR)

- Klein: Bauwerkshöhe < 3 m oder Stauvolumen < 50.000 m³
- Mittel: Bauwerkshöhe 3-15 m oder Stauvolumen 50.000-500.000
- Groß: Bauwerkshöhe > 15 m, Stauvolumen > 500.000 m³ (Staubeckenkommission gem. WRG 1959 i. d. g. F.)

WRG 1959: Zusätzlich kann der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Talsperren und Speicher sowie nach Maßgabe des § 134 Abs. 7 auch Flusskraftwerke – Flusskraftwerke, deren Höhe über Gründungssohle 15 m übersteigt oder durch die eine zusätzliche Wassermenge von mehr als 500 000 m³ zurückgehalten wird, ausgenommen – und andere Stauanlagen in Zeitabständen von nicht mehr als fünf Jahren unter Befassung der Staubeckenkommission (§ 100 Abs. 3) auf Stand- und Betriebssicherheit überprüfen; weitere Überprüfungen können auch nach Prüfung der Berichte des Talsperrenverantwortlichen (§ 23a Abs. 3) vorgenommen werden.

Begriffsbestimmungen

Bauwerkshöhe:= Höhe über Gründungssohle (WRG 1959). Die Gründungssohle ist im WR-Gesetz nicht definiert, ebenso wenig Messpunkt am Bauwerk (Abflusssektion, Flügel ...). Daher ist hier eine Definition der Gründungssohle erforderlich. Die Gründungssohle selbst ist für hydraulisch beeinflusste geotechnische Nachweisverfahren nicht maßgeblich. Maßgeblich ist vielmehr der Potenzialunterschied des Wasserspiegels beim Stauziel.

Bauwerkshöhe:= Fundamentoberkante bis höchstes Stauziel (vgl. Abbildung 2). Gilt für alle Hochwasserretentionsanlagen, unabhängig vom Bauwerkstyp.

Im Sinne dieses Dokumentes wird im Regelfall als maßgebender hydraulischer Parameter unter der **Höhe über Gründungssohle** im S. d. WR-Ges §131 Abs. 2 der Abstand von der mittleren (vgl. Abbildung 4) Fundamentoberkante bis zur Unterkante der Abflusssektion (vgl. ONR 24802) verstanden. In Sonderfällen wie z. B. bei einem stärkeren Abfall des Gerinnes im Vorfeld des Bauwerks ist als der maßgebliche hydraulische Parameter die maximale hydraulische Druckhöhe einzusetzen (vgl. Abbildung 7).

Gründungssohle:= Fundamentoberkante

Stauhöhe:= tiefste Geländehöhe im Vorfeld bis zur Überfallkrone der Hochwasserentlastung (vgl. Abbildung 2 aus: DIN 19700, Teil 12, S 2 Bild 1):

Gesamtstauraum:= bis zum höchsten Stauziel (vgl. WR-Gesetz § 131)

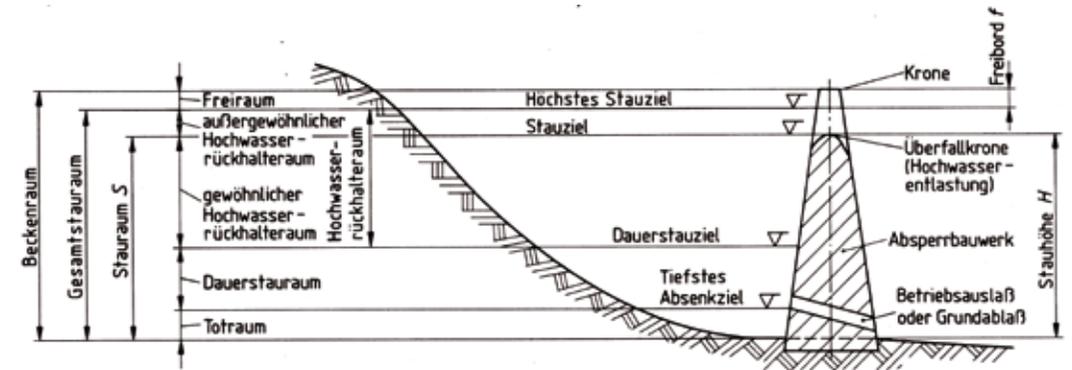


Abb. 2: Beckenraum und Stauziele, Abbildung aus: DIN 19700, Teil 12, Bild 1

Fig. 2: Retention basin and retention water level elevation, drawing derived from: DIN 19700, section 12, figure 1

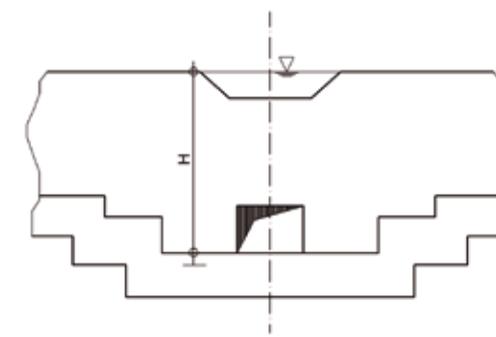


Abb. 3: Skizze Regelfall Betonstauerbauwerk

Fig. 3: Drawing of standard concrete dam construction

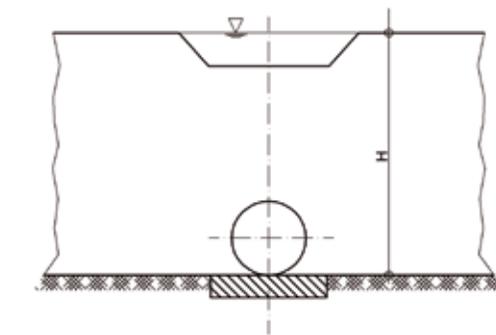


Abb. 4: Skizze Regelfall Durchlassbauwerk

Fig. 4: Drawing of standard culvert-construction

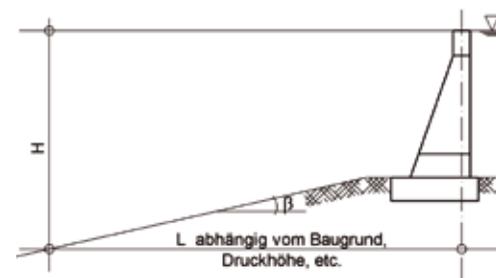


Abb. 5: Skizze Sonderfall

Fig. 5: Drawing of special case

Ingenieurgeologische Beurteilung der Standortvarianten (inkl. Stauräume)

Im Rahmen von geologisch-geotechnischen Überblicksbegehungen werden hinsichtlich der Topographie potenziell geeignete Bauwerksstandorte inklusive der zugehörigen Stauräume (Talflanken) ingenieurgeologisch beurteilt. Es erfolgt zumindest die Ansprache des Untergrundes, die Abschätzung der Tiefenlage einer allfälligen Felslinie, Gesteinscharakteristiken, eine grobe Erfassung von Hangprozessen im Bereich des Standortes und des Einstaubereiches etc. für alle Standortvarianten.

Genehmigung der Projektierung

WLV-interne Genehmigung der Aufnahme der Projektierungsarbeiten.

Bestimmung/Festlegung der Schadensfolgeklasse CC

Schadensfolgeklassen n. ÖNORM B 1997-1-1: 2007

Schadensfolgeklasse CC1:	keine Gefährdung von Menschenleben, geringe wirtschaftliche Folgen (z. B. Gebäude untergeordneter Bedeutung und Nutzung, Böschungen und Hangsicherungen an untergeordneten Verkehrswegen)
Schadensfolgeklasse CC2:	Gefährdung von Menschenleben und/oder beachtliche wirtschaftliche Folgen (z. B. Böschungen und Hangsicherungen an Verkehrswegen, Hochwasserrückhaltedämmen)
Schadensfolgeklasse CC3:	Gefährdung vieler Menschenleben und/oder schwerwiegende wirtschaftliche Folgen (z. B. Staudämme, öffentliche Infrastrukturbauten hoher Bedeutung)

ANMERKUNG: Die Schadensfolgeklassen entsprechen den Sicherheitsklassen nach ÖNORM B 4040, die der ÖNORM B 4433 zugrunde liegen.

Planungsphase Vorprojekt

Vorprojekt gem. Technischer Richtlinie für die WLW (Fassung Juli 2006)

KANN durchgeführt werden für Schutzvorhaben, deren Detailplanung:

- besonders umfangreiche Grundlagenuntersuchungen oder Studien erfordert,
- entsprechend den funktionalen Anforderungen, den geltenden Normen oder anzuwendenden Sicherheitsstandards (Eurocode ...) detaillierte Variantenuntersuchungen erfordert,
- ohne entsprechende Vorerhebung mit großen Unsicherheiten und Risiken hinsichtlich der Funktionalität, Kosten oder Betriebssicherheit behaftet ist,
- eine außergewöhnlich umfangreiche Aufnahme und Analyse von Naturraumdaten erfordert.

Inhalt (Auszug)

- Grundlagenerhebungen, Dokumentationen
- Analysen
- Studien
- Modellrechnungen
- Prospektionen, Probenahmen
- Gutachten, Kartierungen,
- Planungen und Maßnahmen, die für die Detailplanung erforderlich sind

Im Sinne der Technischen Richtlinien für die Wildbach- und Lawinverbauung 2006 treffen o. a. Punkte auf Hochwasserretentions-Projekte zu – daher sollte ein Vorprojekt durchgeführt werden.

Ingenieurgeologische Kartierung der Standortvarianten (inkl. Stauräume)

Im Rahmen einer ingenieurgeologischen Detailkartierung werden die Standortvarianten (Auf-

stands- und Einbindungsflächen des Bauwerkes sowie die Hangflanken der zugehörigen Stauräume) hinsichtlich Geologie und Geomorphologie kartiert.

Diese Kartierung bildet die Grundlage für die Bewertung der geologisch-geotechnischen Eignung der Standorte (bzw. Varianten) sowie für die Planung des Erkundungsprogrammes (Art, Umfang, Tiefe, Versuche ...).

Planung des Erkundungsprogramms

Das Erkundungsprogramm wird gemeinsam durch Projektanten, Bodenmechaniker und Geologen in Art und Umfang festgelegt.

Maßgebliche Norm: ÖNORM B 4402: Erd- und Grundbau, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke bzw. ÖNORM B 4400 Teil 1 und 2, Ausgabe 15.3.2010 [4] und [5].

Verfahren: direkte und indirekte Untergrunderkundung:

- Geophysikalische Verfahren
- Baggerschürfe
- Rammsondierungen
- Bohrungen

Geotechnische Kategorien von Hochwasser-schutzbauwerken gem. ÖNORM B 4402 [6].

Festlegung von:

Geotechnische Kategorie 1 - GK 1	GK 2	Geotechnische Kategorie 3 - GK 3
Hochwasserschutzdämme $h < 3,0\text{m}$	---	Staudämme $h > 3,0\text{m}$
Grundwasser liegt unter der Aushubsohle	---	Einrichtungen, die den Grundwasserspiegel verändern (Risiko für Bauwerke), z.B. Hochwasserschutzdamm mit Untergrundabdichtung
Geländesprünge $< 3,0\text{m}$	---	Tiefe Baugruben

Tab. 1: Auszug aus dem Anhang A der ÖNORM B 4402

Tab. 1: Excerpt from attachment A of ÖNORM B 4402

- Anordnung (Lage, Tiefe und Anzahl) der Aufschlüsse,
- Aufschlussarten,
- Versuchsarten (z. B. Versickerungsversuche, Wasserabpressversuche, Standard-Penetrations-Test ...),
- Ausbau von Bohrungen (Pegel-, Inklinometerausbau ...)
- Messungen an ausgebauten Bohrungen (Pegel- und Grundwassermessungen, Inklinometermessungen)
- Probenahmen und
- Laborversuche

Laborversuche:

- bodenmechanisch
 - felsmechanisch
 - chemisch
- (Grundlage für Ausschreibung von Spezialtieftiefbauverfahren, Deponieverordnung in der gültigen Fassung, ÖN S 2121)
- Wasseraggressivität (Betonanforderungen)

Abstände der Aufschlüsse 25-75 m (ÖN B 4402)

Erkundungstiefe der Aufschlüsse gem. ÖN B 4402 [7] und ÖN B 4431-1: Zulässige Belastungen des Baugrundes, Setzungsberechnung, hydraulische Nachweise :

- Mindestens die hydraulische Druckhöhe von der Gründungssohle nach unten (mind. 5 m)
- Wenn Dichtwand: mindestens 5 m unter Dichtwand-Unterkante oder $\geq 2\text{ m}$ in den Wasserstauer

Kostenplanung

- des Erkundungsprogramms,
- der Laborversuche,
- des geotechnischen Gutachters und
- des Projektanten

Finanzierungsgenehmigung des Vorprojekts

WLW-interne Finanzierungs-Genehmigung des Vorprojekts

Durchführung der Untergrunderkundungen

Diese sind nach ÖN B 4402 bzw. ÖNORM B 4400 Teil 1 und 2, Ausgabe 15.3.2010 [4] und [5] durchzuführen. Diese beinhaltet u. a.:

- Durchführung des Erkundungs- und Versuchsprogrammes, allenfalls Adaptierungen, Ausbau von Messstellen (Pegel, Inklinometer ...)
- Auswertung und Dokumentation der Bodenaufschlüsse, und der Versuche
- Probenahmen und Eignungsprüfung für Dammschüttmaterial

Geologische und Geotechnische Berichte

- Auswertung und Dokumentation der Labor Versuchsergebnisse
- Erstellung geologisch-/geotechnisches Modell (geotechnische Schnitte inkl. maßgeblicher Parameter)
- Beurteilung der Böschungen im Stauraum
- Variantenstudie Innenabdichtung des Bauwerkes
- Variantenstudie der Untergrundabdichtung (falls erforderlich)

Ad Böschungen Stauraum:

Im Rahmen der Auswahl möglicher Bauwerkstandorte erfolgte eine erste Beurteilung der Böschungen des Stauraumes im Zuge der ingenieur-geologischen Beurteilung in der **Vorstudie**.

Die Beurteilung möglicher Versagensszenarien (Massenbewegungen) der Einhänge unter den Bemessungssituationen (z. B. Lastwechsel Einstau-Ab-senkung) erfolgt gutachterlich und ist durchzuführen.

Aus dieser Fragestellung kann sich auch der Bedarf an zusätzlichen Bodenerkundungen im Stauraum ergeben. Art und Umfang solcher Erkundungen ergibt sich aus den Erkenntnissen der Ingenieurgeologischen Kartierung des Vorprojekts.

- Tosbecken
- Hochwasserentlastung
- Statik
- Hydraulik
- etc.

Planungsphase Projektierung

Detailplanung

Projekterstellung gem. „Technischer Richtlinien für die Wildbach- und Lawinenverbauung“ basierend auf den Ergebnissen der Vorstudie und des Vorprojekts.

Inhalte

- Art des Bauwerkes
- Bauwerksabdichtung (gegen Durchströmung)
- Untergrundabdichtung
- Dosieranlage/Grundablass

Füll-/Entleerkurven

Füll- und Entleerkurven sind für einen oder mehrere Standortvarianten darzustellen (maßgeblich für das Absperrbauwerk sowie die Bewertung der Standsicherheit der Einhänge)

Nachweise

Im Sinne der Richtlinien der Österr. Staubeckenkommission sind die Nachweise für die Absperrbauwerke und die Einhänge zu führen.

Generell sind die in Tabelle 2 zusammengestellt

Gruppe	Bez.	Beschreibung
Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) ULS (Ultimate Limit State)	EQU ¹⁾	Verlust der Lagesicherheit (Gleichgewichtsverlust)
	STR ²⁾	Konstruktive Grenzzustände Versagen oder übermäßige Verformung des Tragwerks oder eines seiner Teile
	GEO ¹⁾	Geotechnische Grenzzustände Versagen oder übermäßige Verformung des Baugrundes
	FAT ¹⁾	Ermüdungsversagen des Tragwerkes oder seiner Teile
	UPL ¹⁾	Gleichgewichtsverlust des Bauwerkes infolge Auftrieb durch Wasserdruck
	HYD ¹⁾	Hydraulischer Grundbruch, innere Erosion oder Piping
Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) SLS (Serviceability Limit State)	GZG 1 ¹⁾	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit im Untergrund (Verformungen im Untergrund, Setzungen)
	GZG 2 ²⁾	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit im Tragwerk ²⁾ (Verformungen, Spannungen und Schwingungen)

- 1) beinhalten Nachweise der „äußeren Standsicherheit“ von Bauwerken – Geotechniker
- 2) beinhalten Nachweise der „inneren Standsicherheit“ von Bauwerken – Tragwerksplaner/Statiker

Tab. 2: Übersicht über die nachzuweisenden Grenzzustände
Tab. 2: Overview regarding the proof of limit equilibrium

ten Grenzzustände zu berücksichtigen. Für den Nachweis der Gesamtstandsicherheit sind aus Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5 die jeweils geltenden Teilsicherheitsbeiwerte zu entnehmen.

Nachweis der Gesamtstandsicherheit (GEO) – Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte gem. ÖN B 1997-1-1, ÖN EN 1997-1 und ÖN B 4433 in Verbindung mit den

Richtlinien der Österr. Staubeckenkommission
Mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit des Einstauereignisses darf die Versagenswahrscheinlichkeit zunehmen (im Sinne der Sicherheitsphilosophie des Eurocodes 0 [8])

Die Jährlichkeit des Bemessungshochwassers wurde bereits in der Vorstudie festgelegt.

		Schadensfolgeklassen gem. EUROCODE ⁴⁾						
		CC1		CC2		CC3		
		Funktionsdauer	Bauzustand	Funktionsdauer	Bauzustand	Funktionsdauer	Bauzustand	
Eintrittswahrscheinlichkeit ↓	Regelkombinationen EK 1 ³⁾	Eigenlast	BS1	BS2	BS1	BS2	BS1	BS2
		Verkehrs- und Auflast ungünstig	BS1	BS2	BS1	BS2	BS1	BS2
		Wasserdruck und Strömungskräfte bei BHW	BS1	BS2	BS1	BS2	BS1	BS2
Seltene Kombination EK 2 ³⁾	Schnell fallender Wasserspiegel	BS2	¹⁾	BS2	¹⁾	BS2	¹⁾	
	Seltene Belastungen u. Einwirkungen	BS1	¹⁾	BS1	¹⁾	BS2	¹⁾	
	Wasserdruck u. Strömungsdruck bis Krone	BS3	¹⁾	BS3	¹⁾	BS3	¹⁾	
Außergewöhnliche Kombination EK 3 ³⁾	Schnell fallender Wasserspiegel nach Kronenstau	BS3	¹⁾	BS3	¹⁾	BS3	¹⁾	
	Andere außergewöhnliche Einwirkungen	BS3	BS3	BS3	²⁾	BS3	²⁾	

¹⁾ Bemessungssituation nicht vorgesehen, da im Regelfall in Bauphase kein Einstau erlaubt
²⁾ Teilsicherheitsbeiwerte: CC1 mit BS3
³⁾ EK – Einwirkungskombination
⁴⁾ Definition der Schadensfolgeklassen CC vgl. Seite 26

Tab. 3: Festlegung der Bemessungssituationen (BS) in Abhängigkeit der Einwirkungen (gegliedert nach Eintrittswahrscheinlichkeiten) und der Schadensfolgeklassen (CC)

Tab. 3: Determination of scenarios (BS) depending on actions on foundation (classified regarding probability of event) and classes of consequence of failure (CC)

Bodenkenngrößen ^a	Symbol	Wert für Schadensfolgeklasse								
		CC 1			CC 2			CC 3		
		Bemessungs-situation			Bemessungs-situation			Bemessungs-situation		
		BS 1	BS 2	BS 3	BS 1	BS 2	BS 3	BS 1	BS 2	BS 3
effektiver Reibungswinkel ^b	$\gamma_{\phi'}$	1,10	1,05	1,00	1,15	1,10	1,05	1,30	1,20	1,10
effektive Kohäsion	$\gamma_{c'}$	1,10	1,05	1,00	1,15	1,10	1,05	1,30	1,20	1,10
Wichte	γ_{γ}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
undrainierte Scherfestigkeit	γ_{cu}	1,20	1,15	1,10	1,25	1,20	1,15	1,40	1,30	1,20
einaxiale Druckfestigkeit	γ_{qu}	1,20	1,15	1,10	1,25	1,20	1,15	1,40	1,30	1,20

^a Bestimmte Versagensmechanismen gemäß ÖNORM EN 1997-1:2006, 11.5.2 (z. B. Block auf der schiefen Ebene) erfordern unter Umständen andere Teilsicherheitsbeiwerte.

^b Dieser Beiwert wird auf $\tan\phi'$ angewendet.

Tab. 4: Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen, Nachweisverfahren 3 (Eurocode EN 1997-1, nat. Anwendungsdokument ÖN B 1997-1-1)

Tab. 4: Partial factor of safety for geotechnical parameters, Method 3 after Eurocode EN 1997-1, national execution document ÖN B 1997-1-1

Einwirkung		Symbol	Wert		
Dauer	Bedingung		BS 1	BS 2	BS 3
ständig	ungünstig	γ_G	1,00	1,00	1,00
	günstig	γ_G	1,00	1,00	1,00
veränderlich	ungünstig	γ_Q	1,10	1,10	1,10
	günstig	γ_Q	0	0	0

Tab. 5: Teilsicherheitsbeiwerte für geotechnische Einwirkungen für alle Schadensfolgeklassen (Eurocode EN 1997-1, nat. Anwendungsdokument ÖN B 1997-1-1)

Tab. 5: Partial factor of safety for geotechnical actions on foundation for all classes of consequences (Eurocode EN 1997-1, national execution document ÖN B 1997-1-1)

Ergänzende Planungen und ergänzende Nachweise

Ergibt sich im Zuge der Detailplanung die Notwendigkeit von ergänzenden Planungen (z. B. für eine Geschiebe- und Wildholzbewirtschaftung), so sind diese und die zugehörigen ergänzenden

Nachweise (Bemessung, Standsicherheit etc.) analog zu den Festlegungen im Kapitel „Detailplanung“ und „Nachweise“ durchzuführen.

In weiterer Folge muss die Deponieverordnung 2008 [19] berücksichtigt werden, wenn es zu Aushüben im Stauraum und der Deponierung dieser Aushübe abseits des Baufeldes

kommt, bzw. auch für den Fall, dass sich Altlasten im Stauraum befinden.

Erstellung eines Bauzeitplanes

Ein Bauzeitplan für die Herstellung der geplanten Maßnahmen ist zu erstellen. Dieser bildet einen maßgeblichen Bestandteil der Ausschreibung der Bauleistungen.

Kostenplanung für die Bauausführung

Eine Kostenplanung für die geplanten Baumaßnahmen ist zu erstellen. Diese bildet eine Grundlage für die Genehmigungsverfahren sowie die Wahl des Ausschreibungsverfahrens gem. BVergGes.

Genehmigungsverfahren

Die erforderlichen Genehmigungsverfahren sind abzuwickeln:

- interne Projektgenehmigung WLV
- Behördenverfahren (Wasserrecht, Naturschutzrecht, Forstrecht ...)

Ausführung

Leistungsbeschreibungen, Ausschreibung, Vergabe

Erstellung von Leistungsbeschreibungen und Ausschreibungsunterlagen für die Bauausführung der HWR-Bauwerke.

Vergabe der Leistungen.

Baubegleitende Kontrolle

Betreuung und Dokumentation aller geologisch und geotechnisch relevanter Baumaßnahmen, z.B. Baugrundverbesserungen, Tiefgründungen, Abdichtungsmaßnahmen, Setzungskontrollen,

Verdichtungskontrollen (Vorgabe der Erfordernis der Verdichtungsanforderungen an Dammschüttungen etc.).

Endabnahme – Kollaudierung

Die Endabnahme und örtliche Bauaufsicht fällt in den Zuständigkeitsbereich des FTD für WLV.

Betriebshandbuch – Überwachung

Erstellung eines Betriebshandbuchs für den Betreiber des Schutzbauwerkes (Interessent, Gemeinde) mit Inspektionsintervallen, Art und Umfang der Überwachung, Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit, Räumungserfordernisse für allfällige Geschiebeablagerungen etc.

Gem. ÖN B 4402 gilt auch für die Überwachung von Hochwasserretentionsanlagen:

„Vom Sachverständigen für Geotechnik ist zu überprüfen, ob die durch ein Bauwerk der Geotechnischen Kategorie GK2 oder GK3 im Baugrund hervorgerufenen Veränderungen, die teilweise erst nach der Fertigstellung eintreten (z.B. Setzungen, Grundwasserveränderungen, Sickerströmungen), eine längere oder dauernde Überwachung zur Kontrolle der Entwurfsvoraussetzungen oder zur Sicherheit des Bauwerkes und zur Sicherheit von baulichen Anlagen in der Umgebung erforderlich machen, und erforderlichenfalls ein Überwachungsprogramm vorzuschlagen.“

Die Behörde kann eine Betriebsordnung festlegen.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dr. Johann Angerer
Forsttechnischer Dienst f. WLW, Geologische Stelle
Liebeneggstr. 11
6020 Innsbruck
E-Mail: geologie@die-wildbach.at

Dr. Robert Hofmann
Dr. Hofmann – Geotechnik,
Ingenieurkonsulent für Bauwesen
Rudolf-Hochmayer-Gasse 28/40
2380 Perchtoldsdorf
E-Mail: hofmann.geotechnik@aon.at

Mag. Michael Mölk
Forsttechnischer Dienst f. WLW, Geologische Stelle
Liebeneggstr. 11
6020 Innsbruck
E-Mail: geologie@die-wildbach.at

DI Manfred Pittracher
Forsttechnischer Dienst f. WLW
GBL Mittleres Inntal
Liebeneggstr. 11
6020 Innsbruck
E-Mail: gblmittleresinntal@die-wildbach.at

Mag. Thomas Sausgruber
Forsttechnischer Dienst f. WLW, Geologische Stelle
Liebeneggstr. 11
6020 Innsbruck
E-Mail: geologie@die-wildbach.at

DI Leopold Stepanek
Forsttechnischer Dienst f. WLW
GBL Mittleres Inntal
Liebeneggstr. 11
6020 Innsbruck
E-Mail: gblmittleresinntal@die-wildbach.at

Literatur / References:

- [1] DIN 19700 – 2004:
Stauanlagen: DIN 19700-10 Stauanlagen - Teil 10:
Gemeinsame Festlegungen
Ausgabe: 2004-07
DIN 19700-11 Stauanlagen - Teil 11: Talsperren, Ausgabe : 2004-07
DIN 19700-12 Stauanlagen - Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken,
Ausgabe : 2004-07
- [2] DVWK 1983:
Merkblätter zur Wasserwirtschaft 202/1983. Hochwasserrückhaltebecken:
Bemessung und Betrieb. - DK 627.81::627.51. - Verlag Paul Parey, Ham-
burg und Berlin
- [3] ONR 24802:
Schutzbauwerke der Wildbachverbauung. - Bemessung und konstruktive-
Durchbildung. Ausgabe Juli 2008
- [4] ÖNORM B 4400-1:2010-03-15:
Geotechnik - Teil 1: Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von
Böden - Regeln zur Umsetzung der ÖNORMEN EN ISO 14688-1 und -2
sowie grundlegende Symbole und Einheiten
- [5] ÖNORM B 4400-2:2010-03-15:
Geotechnik - Teil 2: Benennungen und Definitionen, Beschreibung und
Klassifizierung von Fels - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN ISO
14689-1
- [6] ÖNORM B 4402:
Erd- und Grundbau – Geotechnische Untersuchungen für geotechnische
Zwecke. Ausgabe 1.12.2003
- [7] ÖNORM EN 1990/A1:
Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung. Ausgabe 2006-09-01
- [8] ÖNORM EN 1990:
Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung. Ausgabe 2003-03-01
- [9] ÖNORM EN 1997-1:
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik. Teil
1: Allgemeine Regeln. Ausgabe 2006-01-01

- [10] ÖNORM B 1997-1-1:
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik. Teil
1: Allgemeine Regeln – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1997 – 1
und nationale Ergänzungen. Ausgabe 1. 3. 2007
- [11] BMLFUW: Technische Richtlinien für die Wildbach- und Lawinenver-
bauung. TRL-WLV gem. §3 Abs 1 Z 1 und Abs 2 WBFG 1985, Fassung: Juli
2006
- [12] BMLFUW: Verwaltungsanweisung zur Technische Richtlinien für die
Wildbach- und Lawinenverbauung. TRL-WLV gem. §3 Abs 1 Z 1 und Abs 2
WBFG 1985, Fassung: Juli 2006
- [13] HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2009):
Standard von Hochwasserschutzdämmen bei Wildbächen. – Tagungsband
der 7. Geotechniktagung 2009, TU Wien. Österr. Ingenieur- u. Architekten-
Verein ÖIAV.
- [14] ANGERER, H. & HOFMANN, R.:
Geotechnische Untersuchungen für Hochwasserschutzdämme im Sinne
der ÖNORM B 4402. Ztschr. F. Wildbach- und Lawinenverbau, Heft Nr.
154, September 2006.
- [15] ANGERER, H., MÖLK, M., SAUSGRUBER, T. & HOFMANN, R.:
Hochwasserschutz an Wildbächen in Österreich. Eröffnungsvortrag 3.
Symposium "Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen" an Uni-
versität Siegen, Bauingenieur fakultät, Inst. f. Geotechnik, 12. – 13. März
2009.
- [16] WRG 1959:
Wasserrechtsgesetz 1959 mit Novellierungen 1990, 1997, 1999
- [17] WBFG 1948:
Wasserbautenförderungsgesetz 1948
- [18] BMLF – ÖSTERR. STAUBECKENKOMMISSION:
Richtlinie zum Nachweis der Standsicherheit von Staudämmen, Mai 1996
- [19] Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 30. 1. 2008: Deponie-
verordnung 2008

Checkliste

	Vorstudie	erledigt
✓	Feststellung Schutzbedarf	
✓	Hydrologie (Bemessungsabfluss)	
✓	Stauraumvolumen	
✓	Vorauswahl Standorte	
✓	Bauwerkshöhe (Bauwerkskategorie, Schadensfolgeklasse)	
✓	Ingenieurgeologische Beurteilung (Standortvarianten und zugehörige Stauräume)	
✓	Genehmigung der Projektierung	
	Vorprojekt (Finanzierung mit Interessentenschlüssel)	
✓	Ingenieurgeologische Kartierung (Varianten Standorte und Stauräume) – Finanzierung aus Projektierungsansatz	
✓	Planung des Erkundungsprogramms mit Kostenplanung	
✓	Finanzierungsgenehmigung des Vorprojekts	
✓	Durchführung des Erkundungsprogramms	
✓	Prospektion Schüttmaterial (Mengen, qual. Parameter)	
✓	Innenabdichtung (Variantenstudie)	
✓	Untergrundabdichtung (Klärung Erfordernis und Variantenstudie)	
✓	Ingenieurgeologische und Geotechnische Berichte	
	Projekt	
✓	Detailplanung	
✓	Füll- und Entleercurven	
✓	Nachweise	
✓	Ergänzende Planungen und ergänzende Nachweise	
✓	Bauzeitplan	
✓	Kostenplanung	
✓	Genehmigungsverfahren	
	Ausführung	
✓	LVs , Ausschreibung, Vergabe	
✓	Baubegleitende Kontrolle	
✓	Endabnahme	
✓	Erstellung des Betriebshandbuchs und laufende Überwachung	

Anhang

Beispiele von Bautypen bei Hochwasserschutzdämmen auf erosionsgefährdetem und/oder stark durchlässigem Untergrund

Legende			
H_w :	Höhe des Wasserspiegels über dem Gelände [m]	GU:	Gemischtkörnige Böden (Kies-Schluff-Gemische) gem. ÖN B 4400 Tabelle 1
B:	Breite, z. B. Dammkrone [m]	W_f :	Fließgrenze bindiger Materialien[%]
μ :	Sicherheitskoeffizient	I_p :	Plastizitätsindex bindiger Materialien [%]
BS:	Bemessungssituation (Lastfall)	K_f :	Durchlässigkeitskoeffizient [m/sec]
D_{pr} :	Proctor-Dichte, Maß für die Verdichtbarkeit von Böden [%]	WSP:	Wasserspiegel
GW:	Grobkörnige Böden (weitgestufte Kies-Sand-Gemische) gem. ÖN B 4400 Tabelle 1	MIP:	„Mixed in Place“, Methode zur Bodenverfestigung/Abdichtung
		WST:	Wasserstand
		BWST:	Bemessungswasserstand

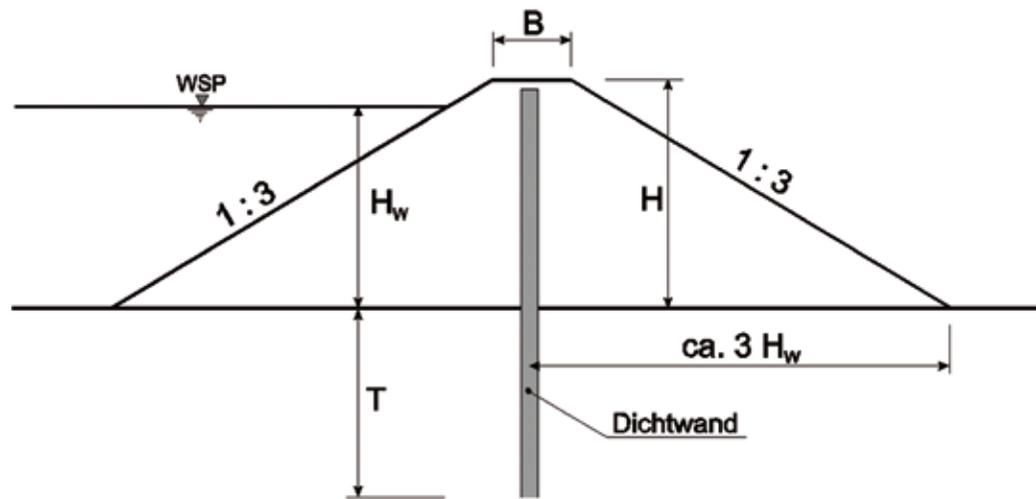


Abb. 6: Bautyp – Damm und Untergrundabdichtung mit Betondichtwand

Fig. 6: Construction-type: dam-sealing and underground-sealing by cut-off wall

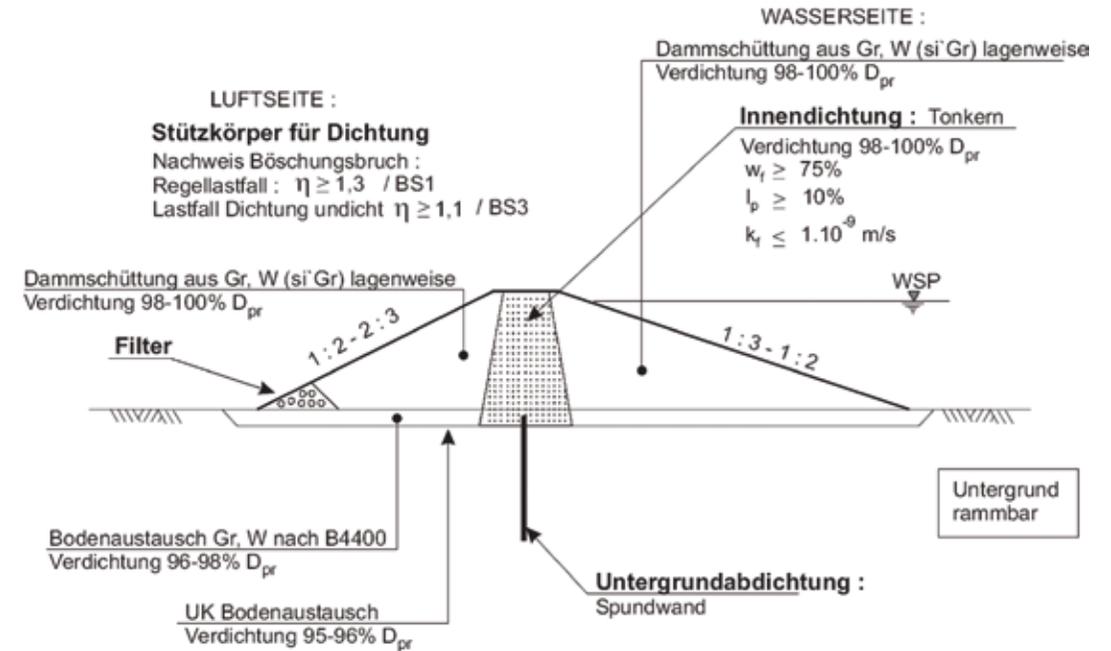


Abb. 7: Bautyp – Damm mit Kernabdichtung, Untergrundabdichtung Spundwand

Fig. 7: Construction-type: dam with core-sealing and underground-sealing by sheet-pile cut-off

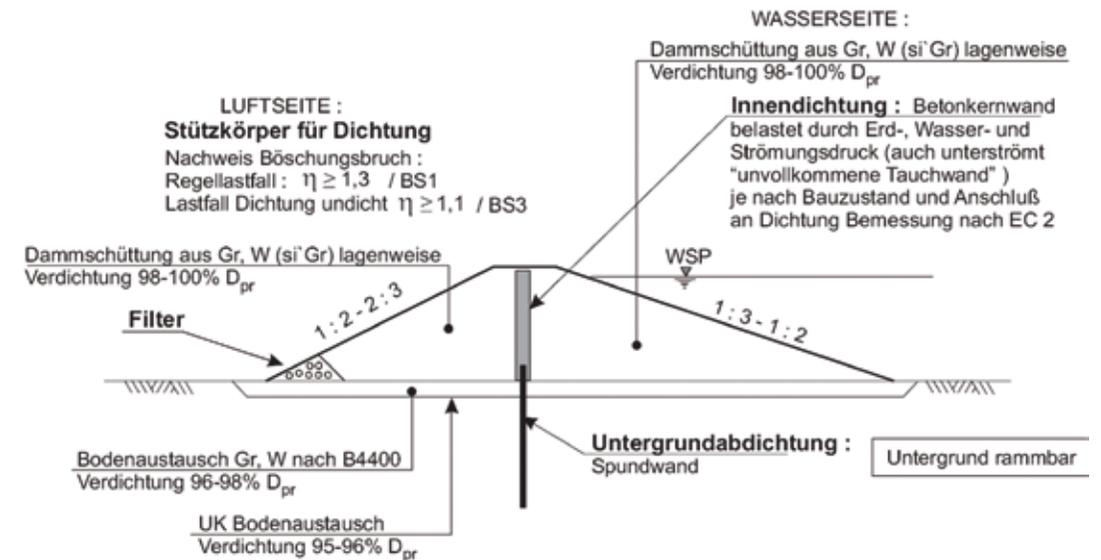


Abb. 8: Bautyp – Damm mit Betonkern und Untergrundabdichtung Spundwand

Fig. 8: Construction-type: dam with concrete-core and underground-sealing by sheet-pile cut-off

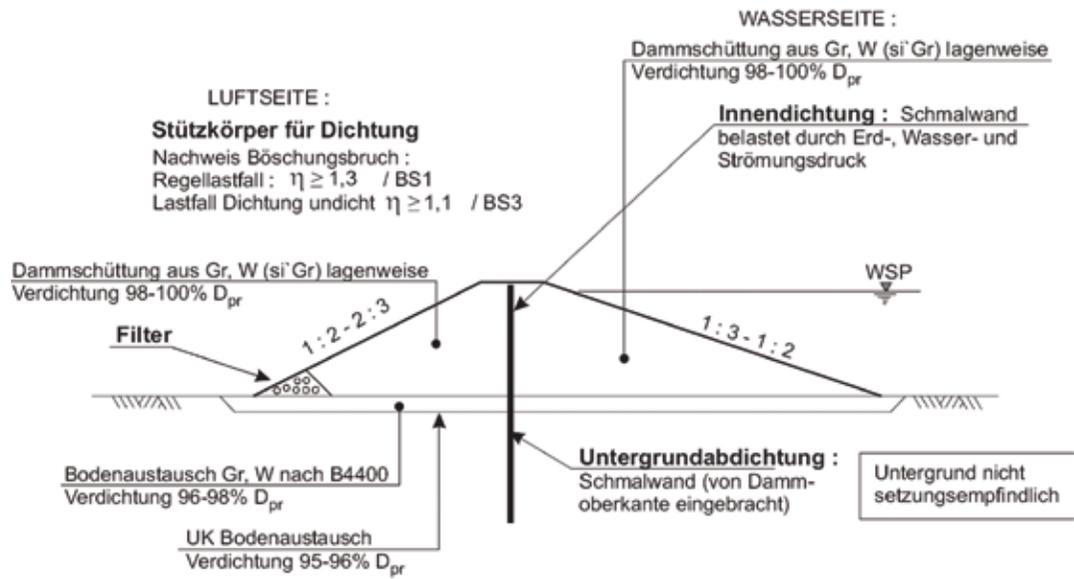


Abb. 9: Bautyp – Damm und Untergrundabdichtung mit Schmalwand

Fig. 9: Construction-type: dam and underground-sealing by slurry trench

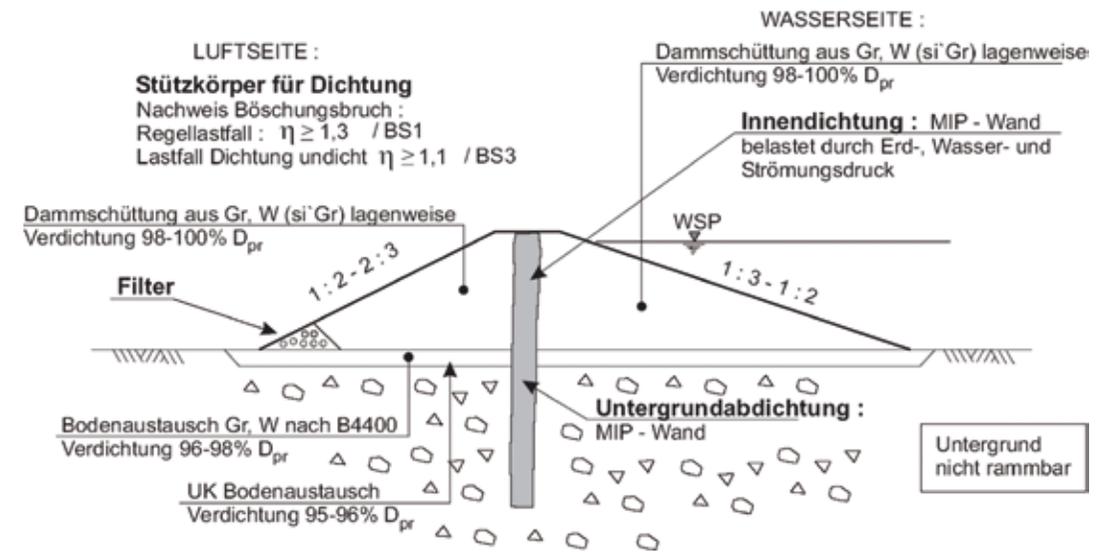


Abb. 11: Bautyp – Damm und Untergrundabdichtung bei nicht rammbarem Untergrund mit „Mixed-in-Place“-Wand (MIP)

Fig. 11: Construction-type: dam and underground-sealing by mixed-in-place cut-off for underground which is not penetrable by sheet-piles

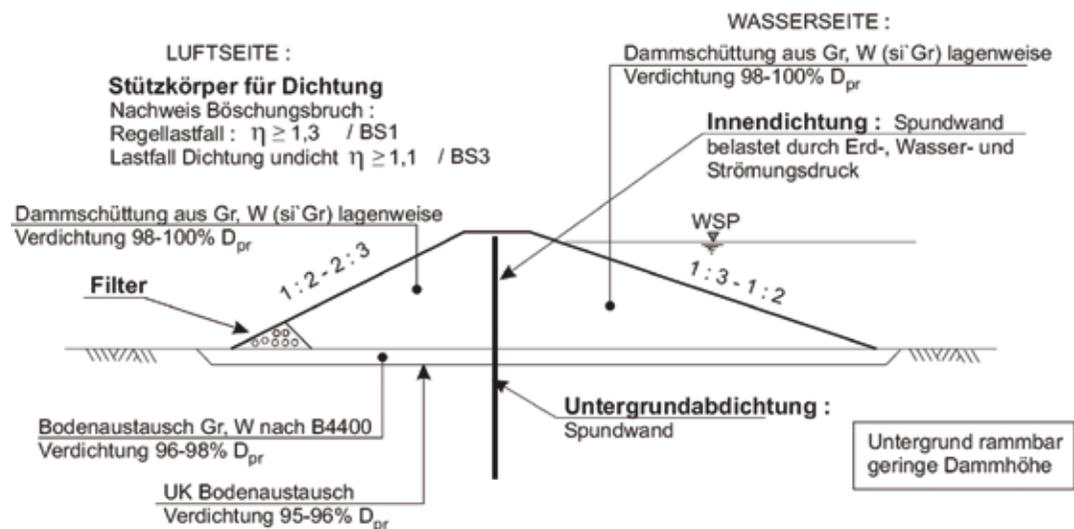


Abb. 10: Bautyp – Damm und Untergrundabdichtung mit Spundwand

Fig. 10: Construction-type: dam and underground-sealing by sheet-pile cut-off

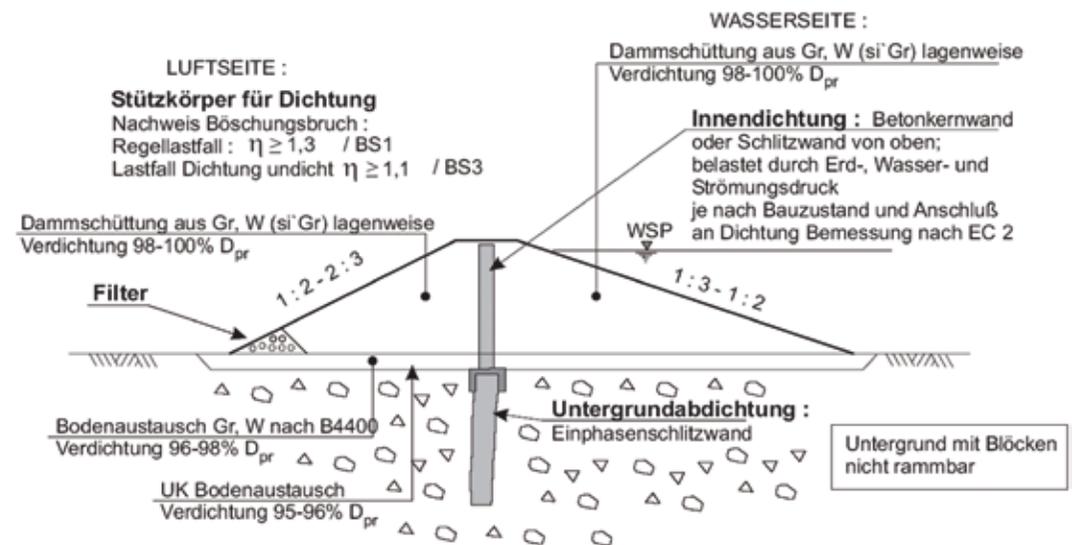


Abb. 12: Bautyp – Damm mit Innendichtung in Form eines Betonkerns und als Untergrundabdichtung eine Einphasenschlitzwand

Fig. 12: Construction-type: dam-sealing by concrete-core and underground-sealing by concrete cut-off

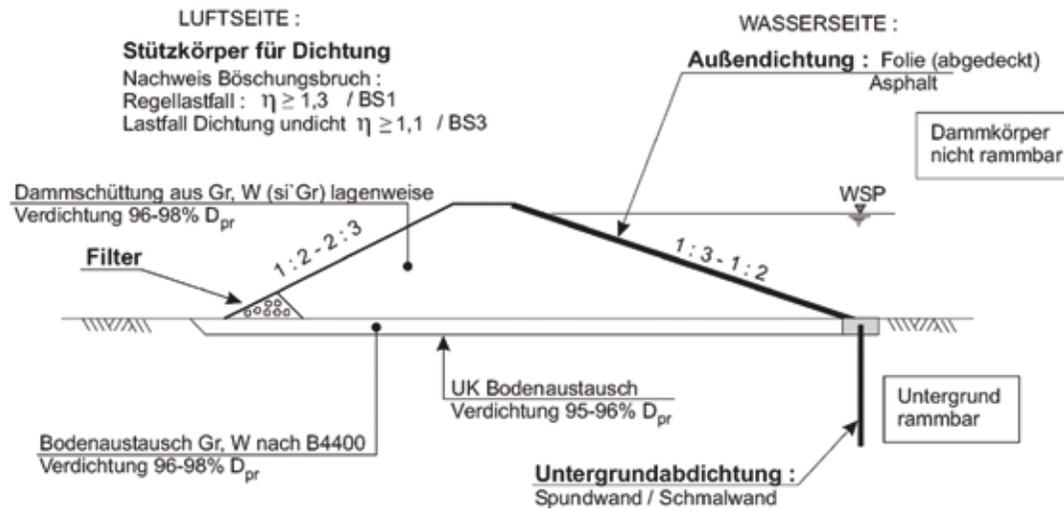


Abb. 13: Bautyp – Damm Oberflächenabdichtung (Folie/Asphalt), Untergrundabdichtung: Spund- bzw. Schmalwand wasserseitig

Fig. 13: Construction-type: dam sealing by exterior layer (geomembrane or tarmac) and underground-sealing by sheet-pile cut-off or slurry trench

Bemessungswasserstand :

Nachweis Böschungsbruch :
 Regellastfall : $\eta \geq 1,3$ / BS1

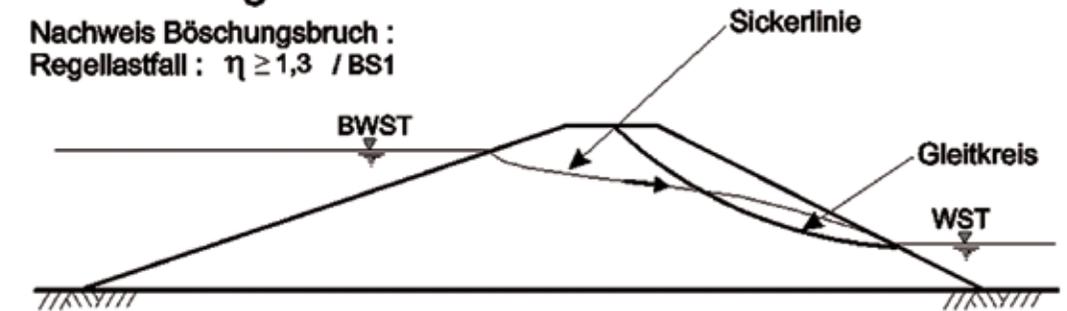


Abb. 15: Lastfall: Durchsickerung des Dammkörpers bei Vollstau ohne Strömungsdruck (BS 1). Nachweis Böschungsbruch luftseitig

Fig. 15: Construction-type: water penetration of dam at maximum water level without flow-pressure (BS1). Proof of safety against failure on downstream slope of dam

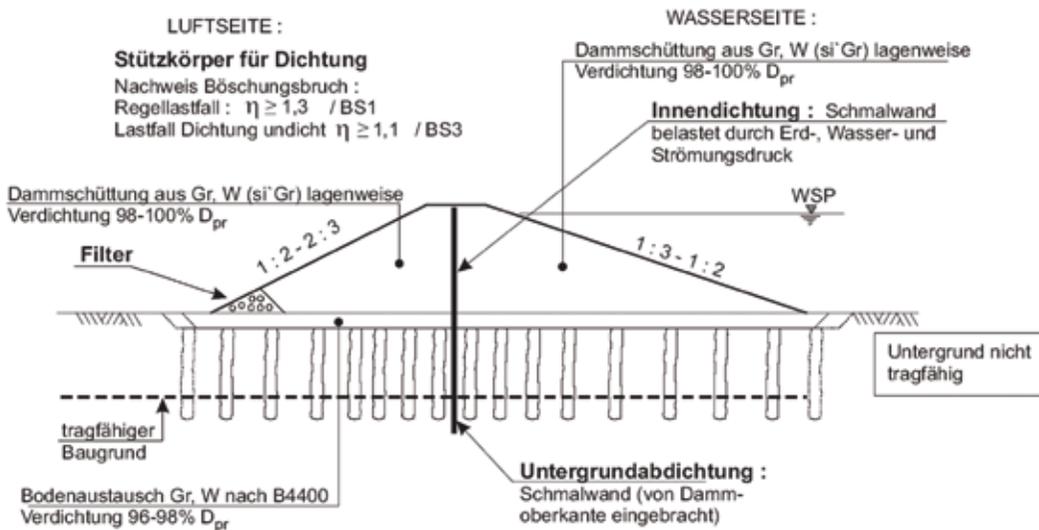


Abb. 14: Bautyp – Damm auf nicht tragfähigem Untergrund mit Innen- und Untergrundabdichtung mittels Schmalwand

Fig. 14: Construction-type: dam underground not sustainable, dam and underground-sealing slurry-trench

Strömungskräfte bei örtlichen Wasseraustritten :

Nachweis Böschungsbruch :
 Regellastfall : $\eta \geq 1,3$ / BS1

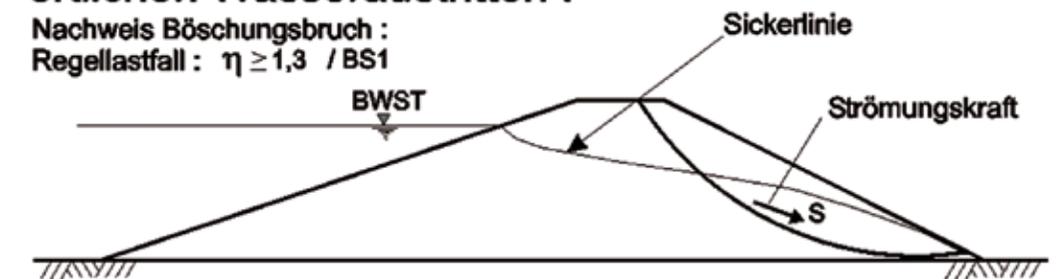


Abb. 16: Lastfall: Durchsickerung des Dammkörpers bei Vollstau mit Strömungsdruck und örtlichen Wasseraustritten (bei Vollstau, BS 1). Nachweis Böschungsbruch luftseitig

Fig. 16: Construction-type: water penetration of dam at maximum water level with flow-pressure and local water-outpour (BS1). Proof of safety against failure on downstream slope of dam

schnelle Wasserspiegelsenkung :

Nachweis Böschungsbruch :
rasche Absenkung : $\eta \geq 1,2$ / BS2

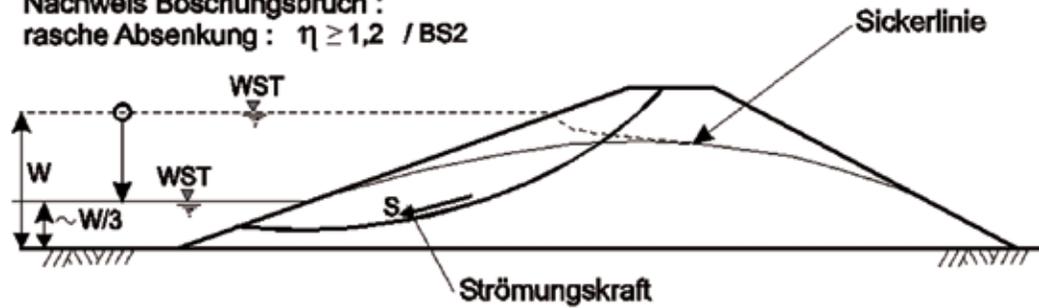
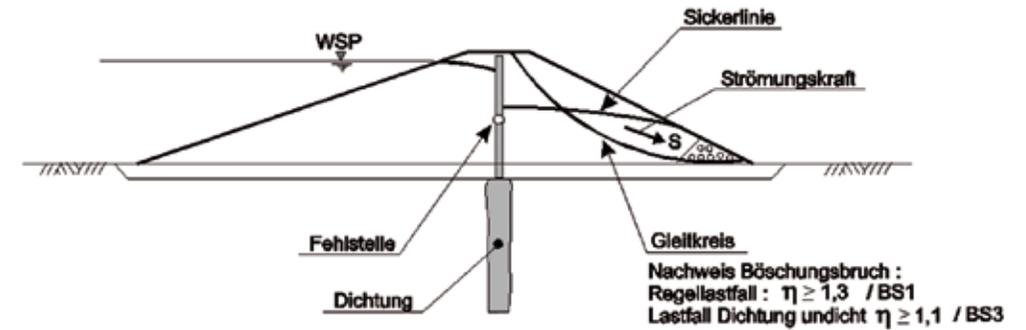


Abb. 17: Lastfall: schnelle Wasserspiegelabsenkung (BS 2), Nachweis Böschungsbruchsicherheit wasserseitig

Fig. 17: Construction-type: rapid drawdown of water level (BS2). Proof of safety against failure on upstream slope of dam

Fehlstelle in der Innendichtung :



Nachweis Böschungsbruch :
Regelastfall : $\eta \geq 1,3$ / BS1
Lastfall Dichtung undicht $\eta \geq 1,1$ / BS3

Abb. 19: Lastfall: Undichtigkeit in Innendichtung, Dammkörper mit Sickerlinie und Strömungsdruck (außerplanmäßige Einwirkung BS 3), Nachweis Böschungsbruch luftseitig

Fig. 19: Load-case: leak in dam-sealing, dam body with sea page-line and flow-pressure (overload, action not part of design-load BS3). Proof of safety against failure on downstream slope of dam

Wasserstand auf Kote der Krone :

Nachweis Böschungsbruch :
außerplanmäßige Einwirkung : $\eta \geq 1,2$ / BS3

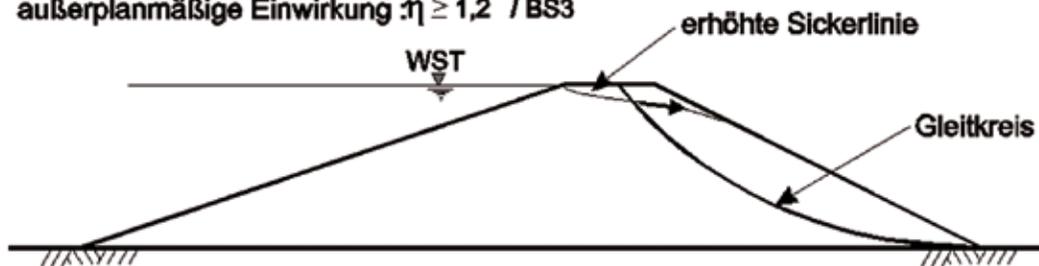


Abb. 18: Lastfall: höchstes Stauziel Krone (Überlastfall, außerplanmäßige Einwirkung BS 3) mit erhöhter Sickerlinie, Nachweis Böschungsbruch luftseitig

Fig. 18: Load-case: maximum water level with overflow of dam-crown (overload, action not part of design-load BS3). Proof of safety against failure on downstream slope of dam

FOTIS MARIS, IOANNIS KALINDERIS, NIKI TSOPELA

Integrated River Basin Management and Flood Risk Management in the Light of Mountainous Hydromomics in Greece

Summary:

The year 2000 was a milestone for the Water Resources European Policy. The new Directive 2000/60/EC that came into force is an innovative framework directive which sets the issue of water resource management and protection on a new basis. The perspectives introduced are huge and the strategies that member states are obliged to develop must be thoroughly elaborated so that objectives are achieved.

In addition, Directive 2007/60/EC was published by the European Commission in 2007, with the aim of enacting a common framework for flood hazard within the European Union threatening human health, environment, property and economic growth.

The harmonization and implementation of the two directives within the member states legislation will significantly contribute both to the rational water resource management and the protection of the natural and man-made environment.

This paper investigates the integrated river basin management in Mediterranean countries, such as Greece, as well as the flood risk management in the light of mountainous hydromomics.

Keywords: River Basin Management; Flood Risk Management; Mountainous Hydromomics

Zusammenfassung:

Das Jahr 2000 war eine wichtige Station für die Europäische Gewässer-Politik. Die neue EU-Richtlinie 2000/60/EK, die in Kraft getreten ist, stellt eine progressive Regelung dar, die eine neue Basis für die Verwaltung und den Schutz der Gewässer bildet. Die Perspektiven, die eingeführt werden, sind riesig und die Strategien, die die EU-Länder zu entwickeln haben, müssen sehr bedacht sein, damit die gewünschten Resultate erreicht werden. Parallel wurde im Jahr 2007 von der Europäischen Kommission die Anordnung 2007/60/EK veröffentlicht, die auf eine Bestimmung gemeinschaftlichen Rahmens zielt, in Bezug auf die Gefahr, die Überschwemmungen in der Europäischen Union für die Umwelt, das Eigentum und die Wirtschaft bringen.

Die Übereinstimmung und Anwendung der zwei Richtlinien in der Gesetzgebung der EU-Mitglieder wird erheblich sowohl der vernünftigen Verwaltung der Wasserquellen als auch dem Schutz der natürlichen und menschlichen Umwelt helfen.

Dieser Artikel untersucht die integrale Einzugsgebietsbewirtschaftung in Mittelmeerländern wie Griechenland, sowie auch das Hochwassermanagement in alpinen Einzugsgebieten.

1. Introduction

Water resource management constitutes today – probably more than ever – a major issue for the biggest part of the world. The reduction of water resources in combination with the particularly high demand and environmental pollution, render imperative the need for their preservation and rational management in accordance with the sustainable and viable development principles (Blöch 1999, Chave 2002, Kalinderis 2008).

Moreover, from 1998 up to today, both Europe and Greece have experienced severe floods resulting in numerous fatal accidents. Floods are natural phenomena which cannot be avoided but whose effects can be mitigated. However, human activity contributes to their increasing occurrence. The flood risk and impact will keep rising in the future as a result of climate changes, inappropriate river basin management, changes in land-use and natural soil water retention, as well as the increasing building rate

in areas that are sensitive to flooding (Maris et al 2006, Tsopele 2008).

With a view to coping with these problems, E.U. has moved forward to enacting regulations and directives. The year 2000 was a landmark in water resource management with the enactment of Directive 2000/60/EC, which approaches the issue in a more holistic way (Chave 2002, Griffiths 2002, Kalinderis 2006).

In addition, the European Union published a directive for flood risk management, which is complementary to the Framework Directive 2000/60/EC, given that in the latter there was no mention of flood risk reduction as an objective, nor were future changes in flood hazard taken into consideration (COM (2004) 472, COM (2006)15, EE L 288/06/11/2007).

Directive 2007/60/EC aims at enacting a common framework within the E.U. for flood risks posing a threat for human health, environment, property and economic activities. The directive concerns all flood types both along rivers and coastal areas.

The basis for the implementation of the directive is the River Basin – the fundamental water element in the Water Framework Directive (WFD 2000/60/EC) – while there is proposal for the full alignment of the organisational and institutional procedures and competent administrative structures of the two Directives (Maris et al, 2006).

According to Directive 2007/60/EC, the development of flood risk management plans is an essential element within an integrated river basin management context and thus the objectives set by the Directive coincide with the environmental objectives set by the Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC.

However, the large geographical area of the Community creates inequalities due to different geopolitical conditions (Maris et al, 2006). As a consequence, the Community legislation is adapted to a great extent to the conditions of the Member States that created this legislation and, as a result, it is many times difficult to have it harmonized with and implemented in the national legislation of countries presenting conditions different to those of NorthWestern Europe (Kalinderis 2006, 2008).

Moreover, Greece is a rather mountainous country that is characterised by an uneven distribution of rainfall, spatially and temporally. Bedrock lithology is considered to be highly erodible whereas the vegetation cover and, specifically, the forest cover is reduced year by year mainly due to wildfires. As a result, many mountainous torrential streams are formed which cause severe problems due to the erratic water flow (big volumes of water flow especially after intense rainfalls and little or almost no water flow during summer) and the severe sediment transportation caused mainly by water erosion (Kotoulas 1972, 1975, Kalinderis et al. 2007).

Hydromomics, and more specifically Mountainous Hydromomics (that is, the science which aims at monitoring the water cycle and its impact, to the greatest possible benefit and interest of humans) may form a basic prerequisite for meeting the objectives of both Directives 2000/60/EC and 2007/60/EC (Kotoulas 1972, 1980, 1983, Kalinderis 2008).

2. Materials and Methods

2.1 Directive 2000/60/EC for the Enactment of a Community Action Framework in the Water Resources Policy Sector

The Framework Directive consists of 26 Articles and 11 Annexes describing all member states' objectives, instruments and obligations (EE L 327/22.12.00). It is characterized as "innovative" because it promotes the management of all water resources by adopting the River Basin as the fundamental unit, supports and forwards the Combined Approach to pollution control, establishes the "Cost Recovery Principle" and "Polluter-Pay Principle" in all water services and, lastly, encourages the active involvement of the public in the decision-making process with regard to water resources management (CIS, 2001, Lanz et al 2001, CIS 2002, CIS 2003).

The achievement of targets and objectives takes place with the assistance of mechanisms such as: division of the community soil into geographical units (river basins), database formation concerning the basin-water status and pressures received, demand for full transparency, information publication and dissemination, water-use economic analysis and the cost-recovery principle in water services.

The overall amount of water (surface and groundwater) is classified in water bodies based on hydromorphological and geographic features,

given that these are distinct and significant (CIS, 2001, CIS 2002, CIS 2003, WWF/EEB 1998, WWF 2000/2001).

The surface water quality certification is based on qualitative data (physico-chemical, hydromorphological and biological), while classifying the water body ecological status requires identifying type-specific reference conditions, i.e. conditions corresponding totally or nearly totally to undisturbed conditions and which receive low or none pressure from human activities. Their identification is considered essential for the estimation of the ecological quality ratio EQR (CIS, 2001).

The Pressure and Impact Analysis plays a primary role in river basin management planning, as its main target is to thoroughly identify the human activities and the degree to which these affect a water body and do not allow meeting the framework – directive environmental objectives.

Surface water bodies may be optionally designated by member states as "Heavily Modified Water Bodies" (HMWB) or "Artificial Water Bodies" (AWB). In this case, the environmental objective changes and becomes the achievement of good ecological potential (GEP) and good chemical condition. This differentiation does not mean "cutting down on" the objectives; it is rather an adaptation of objectives so that the actual purposes served by these water bodies are not affected.

For the first time, economic principles are included since the aim is the achievement of environmental objectives in the most cost-effective way.

More specifically, the framework directive moves towards the implementation of economic principles (e.g. polluter-pays principle), use of economic approaches and measures (e.g. cost-effectiveness analysis) and application of economic tools (e.g. pricing policy).

2.2 Directive 2007/60/EC for Flood Risk Assessment and Management

Directive 2007/60/EC for flood risk assessment and management came into force on 26th November 2007. The aim of the new directive is to provide a framework for flood risk evaluation and management, with a view to reducing negative effects that floods pose to the human health, environment, cultural heritage and economic activities. This directive reinforces the rights of the public to have access to this information, get involved and "have a say" throughout the planning process (Maris et al 2006, Tsopela 2008).

The directive was proposed by the European Commission on January 18, 2006 and was finally published in the official journal on November 6, 2007. This directive requires member states to initially carry out a preliminary assessment by the year 2011 in order to identify river basins and coastal areas that are under the threat of flooding. For such zones, they should then draw up flood risk maps by 2013 and flood risk management plans, dealing with prevention, protection and preliminary preparation, by 2015. This Directive applies for inland waters, as well as for coastal waters across the entire EU territory (EU L 288/06/11/2007).

The new directive concerns every flood type, irrespective of whether originating from rivers or lakes, occurring in urban or coastal areas, or resulting from a storm or tidal waves (tsunami). Its implementation in the member states will be conducted in three stages. The first stage will be a preliminary assessment of the flood risk of river basins and their associated coastal zones and should be completed by the year 2011. The second stage includes the conduction of flood risk maps by 2013. These maps will identify high, moderate and low-risk areas, including areas where a flood might

be considered to be an extreme phenomenon. The maps also have to include details, such as expected water depth, economic activities that might be affected, amount of population at risk and potential environmental damage (EU L 228/06/11/2007).

In the third stage, member states will have to draw up flood risk management plans by the year 2015. These plans will include measures to reduce the flooding likelihood and mitigate the effects and will also focus on preventing non-sustainable practices associated with land use, for example by discouraging building in areas that are at risk for flooding. Moreover, these plans should provide for methods of “shielding” these areas against potential flooding and reducing consequences through gradient restoration. Another highly significant aspect of risk management plans is the need to have the population prepared for a flooding potential (EU L 288/06/11/2007).

The assessment of flood hazard will have to be re-examined and re-adapted according to the long-term effects of changes in the climate, intensity and frequency of flooding phenomena (EU L 288/06/11/2007).

2.3 The Legal Framework in Greece

The national legislation on water resources is composed of a series of laws, provisions and administrative decisions, establishment acts dating back to 1930. Very often they overlap or contradict to each other and they refer to research, exploitation, use and protection of water resources. The number of these legislative regulations is quite high. The following are only some of their main features (Kalinderis, 2006):

- Effort for promoting the positions of the authorities that have issued them.
- Sectorial, and therefore extractive, treatment of problems.

- No association with the contemporary nature of problems (due to the obsolescence of the regulations).
- Non-existence of co-ordinated and systematic programs for the collection and assessment of data essential for the substantial implementation of the Regulations.
- No provision for monitoring instruments and their application specialization.
- No link and harmonization with the development targets of productive sectors and regions of the country.
- Delay in meeting obligations associated with the implementation of Community Directives.

Out of this overall legislative volume, there are two relatively recent laws which are intercomplementary and are distinguished by their transectorial and integrated approach towards water resources.

These are a) Law 1650/86 for the Protection of the Environment, which treats water as an environmental element and provides for organizational and institutional measures concerning water quality monitoring and control, b) Law 1739/87 for Water Resources Management. The latter introduced a contemporary approach towards water resources with regard to research, management and everyday practice through the institutional establishment of procedures and instruments allowing for management conducted at a national and regional level. This law was and is the only law associating management issues with the development programming of the country (Kalinderis, 2006).

More specifically, it provides for the initiation and implementation of water policy as a prerequisite for a development policy that will maximize the productive process outcome, settle the issue of competitive water uses, and

contribute to the continuing renewal of water resources and the protection of the environment. For implementing the law, there are procedures and instruments provided for in which opinions of all stakeholders are taken into consideration.

Law 1739/87 promoted the institutional division of the country in 14 Water Districts.

Unfortunately, the known weaknesses of the Public Sector have prevented the implementation of the two laws to the extent dictated by the magnitude of problems and, as a result, water management continues to take place in an extractive, occasional and circumstantial way.

In November 2003, Law 3199/2003 was voted by the Greek Parliament with regard to water protection and management, in harmonization with Directive 2000/60/EC of the European Parliament and Council of 23rd October 2000 (Mihalakopoulos I., 2005).

The law includes 17 Articles in 6 Chapters. The new law promotes the establishment of authorities competent for water management and protection, special provisions concerning water management and protection, measures monitoring water status and pollution, regulations for water use, licences for water use and water exploitation, as well as methods and procedures for the implementation of the cost-recovery principle in water services.

2.4 Primary Factors for Flood Production in Greece

Kotoulas (1980, 1983) points out that although rain – of significant quantity and high intensity – is the basic presupposition leading to flooding events, the degraded natural environment of Greece has to be taken into serious consideration as being primarily involved in the process of flood production (i.e. highly deforested natural environment). As a consequence of this degraded state, heavy and increased flooding discharges

are formed and easily erodable soils are eroded to an even greater extent, generating in this way big amounts of materials – sediments – transported downstream (Kritikou, 2005).

At the same time, flooding waters deposit transported materials in plain areas and, as a result, riverbeds become alluviated, their supply capacity is reduced, they overflow and cause large catastrophic floods (Margaropoulos, 1963).

In addition, human alterations both to torrent or river beds (underdimensioning of constructions, local riverbed narrowing due to bridges, embankments, illegal buildings, extractive works, etc.) and in wider river basins (deforestations, arsons, agricultural cultivations, etc.) are among the primary reasons for flooding in the Greek territory (Kritikou, 2005).

Stefanidis et al (1993) focused on: the destruction of the vegetation cover by arson, very heavy rainfall and human interventions and alterations to river beds. These factors lead to catastrophic flooding even in areas where the torrential environment is generally mild.

3. Results

Water quality and flood risk management constitute part of an Integrated River Basin Management (Maris et al, 2006). This concerns river basins and regions, local communities and all stakeholders. For this reason there is strong correlation between the two Directives of the European Union (Maris et al, 2006).

The problems that may potentially arise during both stages of harmonization and implementation of the Directives in Member States, vary and are related to the geographic, hydrological, economic and other particular features of each Member State, as well as to the full understanding of the content of the two directives, given that it is a purely legal text.

The assessment of the existing situation, along with the adaptation and implementation of the provisions of the two directives, will play a substantial role in the rational management of water resources.

3.1 Terminology Used

The terminology used in the two directives very often does not coincide with currently acceptable scientific definitions. This is due to the fact that these are concepts used for the first time and, furthermore, the terminology has adjusted to the needs of a legal – rather than a scientific – text with the aim of covering all cases in general.

Such concepts are: River, River Basin, River Basin District (RBD), Pollutant, Pollution, Transitional Waters (TW), Lake, Surface Water Bodies (SWB), Heavily Modified Water Bodies (HMWB), Artificial Water Bodies (AWB), Flood.

3.2 Omissions

There are omissions identified that have to do with the: hydromorphic protection of mountainous river basins, risk aversion from torrential phenomena, provision of sufficient supply for viable water use, protection against floods, as well as assessment of flood hazard and protective measures.

3.3 Hindrances in the Implementation of the Directives' Provisions

The two directives' implementation is not expected to be an easy task; on the contrary, it presents great difficulties. These difficulties, among others, lie in:

- The particularly strict and demanding time schedule.
- The complexity – or even ambiguity – of the provisions, which need further clarification

and processing so as to “transform” from general principles into specific and applicable guidelines.

- Infrastructure problems and inadequate existing scientific background.

Within the legislative approach framework, there are some omissions and deviations from the directive objective. For example:

- Hydrological features and contemporary scientific and sociopolitical integrated water management approaches are not taken into thorough consideration.
- Methodological and procedural issues are not dealt with, while it is mainly administrative water resource management issues that are set.

In addition, there has been a lot of discussion about whether and to which extent they actually constitute an Integrated Water Resource Management (IWRM). Water can become a determining factor for social and economic growth and, thus, an integrated legislative action should take into account parameters such as demand management and return on use, issues that are not clearly referred to.

Lastly, a main problem is the complexity of the text and, as a consequence, its full understanding. The directives are legal texts covering an extensively wide spectrum that is the protection and management of all water body types.

4. Conclusions

According to Greek and foreign literature, mountainous river basin management aims at the three following targets (Kotoulas 1970, Kalinderis 2008): protection, hydrological monitoring and ecological restoration-promotion of the natural environment. These targets are achieved with

the construction of artificial, agrotechnical and phytotechnical works, leading to results in line with the objectives set by the framework-directive. Integrated river basins management, protection from flooding and rational water resource management can be achieved through the implementation of an integrated mountainous river basin management plan, including mountainous hydromorphics works, river basin classification according to their torrential risk and degradation, use of other scientific fields, such as landscape pattern analysis and multi-criteria analysis (Brouwers et al., 2004), as well as strategic programming based on a wide-scale data collection concerning the development and investigation of alternative solutions and their consequences (Bryson 2004, Hooijer et al. 2004).

Thus, it becomes evident that mountainous hydromorphical works contribute to the integrated river basin management and, as a consequence, meet the environmental objectives of the framework - Directive 2000/60/EC. At the same time, there is opportunity provided for the assessment of data deriving from flooding events which have occurred in the past and can be taken advantage of for the future flood risk management, something which comes in line with the provisions of Directive 2007/60/EC.

4.1 Measures to be Taken in Greece

Due to the particular features of our country, the following are imperative:

Priority has to be given to the legislative work required for the implementation of Directives 2000/60/EC and 2007/60/EC.

The previously established Central Water Authority, undertaking the central planning of both the Water Resource Management and Civil Protection, needs to be adequately staffed. At the

same time, regional water authorities have to be sufficiently staffed so that they are able to run and implement the river basin management and flood risk management plans. As a consequence, local authorities need to have a specific and clear-cut role integrated in the overall long-term planning and be in the position to respond immediately and effectively in crises management.

Competencies of authorities, such as the Central Co-ordinating Committee, need to be clarified in the light of the new Directives.

There has to be co-ordination between spatial planning and actions required for flood prevention.

Pilot studies need to be conducted in close cooperation with other disciplines. These studies will concern river basins of the Greek territory that are representative of the Mediterranean morphology (small basins running off straight into the sea without a “middle river” section, provincial coastal cities built on a central axis of a river bed that has been blocked etc).

Appropriate specifications must be set in order to safeguard the quality and integration of studies to be carried out.

The Community should contribute to the prompt implementation of the new directive by providing specific funding means.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dr. Ioannis A. Kalinderis
Lab of Mountainous Water Management
Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, Democritus University of Thrace
Pantazidou 193, 68200, Nea Orestiada, Greece
Email: ikalinde@the.forthnet.gr

Literatur / References:

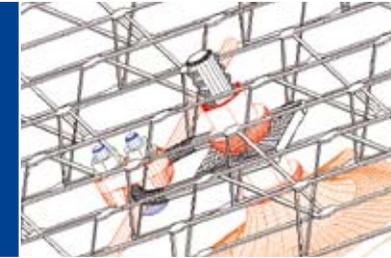
- BLÖCH H. (1999).
The EU Water Framework Directive: Taking European Water Policy into the New Millennium. Water Science and Technology, Volume 40, Number 10. Elsevier. pp. 67-71(5) Brussels.
- BROUWERS, L., EKENBERG, L., HANSSON, K., DANIELSON M. (2004).
Multicriteria Decision-making of policy strategies with public-private re-insurance systems. Journal of Risk, Decision and Policy 9 (1), 23-45.
- BRYSON J. M. (2004).
Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations. A Guide to Strengthening and Sustaining Organizational Achievement, Jossey-Bass, San Francisco.
- CHAVE P. (2002).
The EU Water Framework Directive; An Introduction, IWA Publishing, London.
- CIS, EC, (2001).
Common Strategy on the Implementation of the Water Framework Directive, Strategic Document.
CIS, Identification of water bodies, Horizontal guidance on the application of the term "water body" in the context of the Water Framework Directive, 15/01/2003.
- CIS. (2002).
Project 2.9. Best Practices in River Basin Management Planning, Work Package 1, Identification of River Basin Districts in Member States. Overview, criteria and current state of play, Version 1.1, 2002.
- COM (2004) 472. Brussels, 12.07.2004.
Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions: Flood risk management - Flood prevention, protection and mitigation.
- COM (2006) 15. (2006).
Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the assessment and management of floods. Brussels.
- EE L 288/06.11.2007. (2007).
Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. Brussels.
- EE L 327/22.12.00. (2000).
Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels.
- GRIFFITHS M. (2002).
The European Water Framework Directive: An Approach to Integrated River Management, EWA, European Water Management Online, © EWA.
- HOOIJER A., KLIJN F., PEDROLI B., VAN OS A. (2004).
Towards Sustainable Flood Risk Management in the Rhine and Meuse River Basins: Synopsis of the Findings of IRMA-SPONGE, River Research and Applications, Vol. 20, 343-357.
- KALINDERIS I. (2006).
Hydronomics in Greece within the framework of the European Directive of the European Union for the management of water resources. Doctoral thesis (in Greek), Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki.
- KALINDERIS I., STEFANIDIS P., GOULAS, K., TZIAFTANI, F. (2007).
The forest fire in Kassandra Prefecture of Chalkidiki (21-8-2006). Counter erosive and flood control works for the stabilization of soils and the protection of the area. Proceedings of the 13th Pan-Hellenic Forest Convention, Kastoria, Greece (in Greek)
- KALINDERIS I. (2008).
Die Hydronomie in Griechenland anhand der EU-Richtlinie zur Verwaltung der Gewässer. Wildbach- und Lawinerverbau. p.p. 32-40 72. Jahrgang, April 2008, Heft Nr. 158.

- KLIJN F., DE BRUIJN K., LIGTVOET W. (2007).
Exploration of Strategic Alternatives for Long-Term Preventive Flood Risk Management: How to Deal with an Uncertain Future? Schanze J. (Ed.). Flood Risk Management Research – From Extreme Events to Citizens Involvement. Proceedings of European Symposium on Flood Risk Management Research (EFRM 2007), IOER, Dresden, 112-121.
- KLINKE, A., RENN, O. (2002).
A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies, Risk Analysis, Vol. 22, No. 6, 1071-1094.
- KOTOULAS D. (1972).
Die Wildbache Suddeutschlands und Griechenlands. Teil 1. Bericht Nr 25. Munchen.
Kotoulas D. (1975). Die Wildbache Suddeutschlands und Griechenlands. Teil 2. Bericht Nr 31. Munchen.
- KOTOULAS D. (1980).
The flooding problem of Greece in the context of the flood disasters of Central Macedonia on 18 -19.11.1979. Publication No 4, Institute of Mountainous Water Management and Control, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki.
- KOTOULAS D. (1983).
Protection from soil erosion – flooding. (in Greek). Scientific annals of the School of Forestry and Natural Environment, Volume ΚΣΤ/ΚΖ, No 18, Thessaloniki, Greece.
- KRITIKOU Z. (2005).
The main reasons of water famine and flood production in the islands of North – East Aegea Sea (Lesvos Island, Chios island, Samos Island). Doctoral thesis (in Greek). Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
- LANZ K., SCHEUER S. (2001).
EEB. Handbook on EU Water Policy under the Water Framework Directive. Brussels.
- MARGAROPOULOS P. (1963).
The water produced soil erosion and the torrential phenomenon. Athens.
- MARIS F., AGGELIDIS P., KOTSOVINOS N. (2006).
The Directive of the European Community for the assessment of floods. Proceedings of the 10th Panhellenic Conference of the Hellenic Hydrotechnical Association. Ksanthi, p.p. 111-118.
- MICHALAKOPOULOS I. (2005).
The sustainable water resources management in the case – law of the council of State, Journal Nomos kai Fysi. Greece
- STEFANIDIS P., PAVLIDES TH., KOTOULAS D. (1993).
The cause and the mechanism of the flood event in Thasos island on 7/11/1989 (in Greek). Proceedings of the Symposium for the water famine and flood production, p.p. 263 – 273, Geotechnical Chambers of Greece, Thessaloniki, Greece.
- TSOPELA N. (2008).
Hydronomics in Greece in the context of the new European Directive for the assessment and the management of flood risk (2007/60/EC). Master thesis, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece.
- WWF (2000/2001).
Elements of Good Practice in Integrated River Basin Management, A practical resource for implementing the EU Water, Key issues, lessons learned and 'good practice' examples from the WWF/EC 'Water Seminar Series'.
- WWF/EEB. (1998).
Workshop on Water Framework Directive, Implications and Challenges for the Environment.

Wir sichern und kultivieren die Erde

Steilwälle
Wasserbau
Entwässerung
Sonderkonstruktionen

Hang- u.
Böschungssicherung
Steinschlagschutz
Stützbauwerke



J. Krismer | Bundesstraße 23
A - 6063 Innsbruck - Rum
www.krismer.at | office@krismer.at



Stahlschneebrücken Skigebiet Klausberg – Ahrtal/Südtirol



Ablenkwand Monte Cristallo – Cortina



Kalottenplatte

Streckmetallrohr für Bohrlochstabilisierung



Mair Wilfried GmbH

I-39030 St. Lorenzen

Tel: +39 0474 474 071 · www.mairwilfried.it · info@mairwilfried.it

Stahlschneebrücken, Triebsschneewände, Ablenkwände

STEFANIDIS STEFANOS, TZIAFTANI FANI, CHATZICHRISTAKI CHRYSOULA

The Covering of Torrential Streams Inside Urban Regions and the Problems that this Creates (Example: The Torrent Dendropotamos of Thessaloniki) Northern Greece

Summary:

Covering torrential streams in urban areas have created flood disasters several times in the past. In the region of Dendropotamos, intense flood phenomena were expressed in the years 1950, 1972 and 1976. Such disasters have been also marked in other regions of our country where torrential streams cross smaller or bigger urban centres. Characteristic of this are the flood disaster of torrents in Attica in 1977, 1993 and 1994 (Podoniftis, Kifisos). The purpose of the present work is to determine the torrential environment (potential) of the watersheds of Dendropotamos, the investigation of the existing situation in the region (man-made interventions inside the beds, taking cross-sections of the pipes and also the embankment of valley beds to control the capacity to cross the expected discharge) and finally proposals for the management and control of mountainous watersheds to prevent flooding according to the existing situation. The present work shows that the small percentage of forest vegetation in the region and the durable geological support combined with intensive man made interventions have increased the risk of flooding in the region dramatically. Finally the effort of configuring a new flood-preventing bed is considered unfeasible because it requires expensive expropriations and creates serious social problems. Therefore, since the only solution to reduce the floods is the application of combined forest technique correction system with works which will always be founded in the mountainous basins.

Introduction

For a long time, people appear to have understood the importance of water for direct and indirect use to meet their needs. This is illustrated by the fact that most cities of our country were founded in places near lakes, rivers and streams. The founders of Thessalonica did not randomly chosen the location of city. Apart from the natural gulf and the forested hills it was near many streams that helped the region to flourish.

The hydrographical network that drains the town of Thessaloniki starts from the surrounding hills forming small or large torrential streams, which once crossed the urban area resulting in the Thermaikos gulf. The growing housing needs and land-use changes have created many problems due to the changes in the torrential environment of the region.

The stream bed of Dendropotamos, which is the bigger torrent in the urban group of Thessaloniki, was faced and continues to be faced as sludging-wasting water pipe. The cover and transformation into hidden pipes are the main aim of many Municipalities. In the past, the bigger department of plain bed of torrent was covered, which the last one of under cover department named as "work of reformation at the region of axis Dendropotamou" and as "a work for creation urban park at the plain bed of Dendropotamos".

It is worth noting that no department of region of stream of torrent faced as torrent with active action. At the same time in the works that was executed reinforced concrete was used as the base material which as a consequence resulted in the dramatic increase of the factor of runoff in the area.

Research area

The research was conducted both in the mountainous basin of the Dendropotamos torrent and also in the urbanized portion of the basin (figure 1). The extent of the basin is approximately $F = 97,37 \text{ km}^2$ and consists from Westwards to Easterly the city by the following basins:

- Basin of Oreokastro
- Basin of Melissochori
- Basin of Liti
- Basin of Efkarpia
- Basin of Filiro
- Basin of Asvestochori
- Basin of Polichni.



Fig. 1: The research area

The main stream of the Dendropotamos torrent goes through the urban region from Stavroupoli, Polichni and Menemeni and flows into the sea. Dendropotamos is a torrent of continuous flow and in this basin is the developed industrial region of the city. The mountainous department of its basin has the lowest percentage of forest cover and the higher peaks are the places “Kouri Asvestochoriou” and “Kapsala Filirou”. The main features of Dendropotamos torrent are the small altitude, the gentle slopes and the generally durable geological support in torrential effects in the mountainous basin, which leads to low production of sediments. Administratively, most of the plain stream belongs to municipalities of Stavroupoli and Polichni while its mountainous area belongs in the jurisdiction of the Forest service of Thessaloniki.

Research method

For the study of the torrent potential of the area, the following procedure was followed.

- Topographic maps were gathered (scale 1:50.000) from Military Geographic Service, map of the torrential petrographic formation (scale 1:50.000) from Institute of Geological and Mineral Research and vegetation map of Thessaloniki from Forest service (scale 1:200.000).
- Using these maps as a background, maps were created of the hydrographical network, of basins of flow, of geological support, of distribution of land use and of relief. The maps were manufactured using Geographic Information Systems (G.I.S.) and, more specifically, the program ArcGis 9.1.
- After the mapping, we used Gis techniques to determine the morphometrical and hydrographical characteristics of 7 separate

basins. These features are particularly useful because they determine the manner and procedure of the resulting water movement. Below is the determination of the maximum expected sediment to estimate the flood hazard of the area.

- Finally, following the concentration and treatment of meteorological data taken by the existing meteorological stations within the research area.

For the estimation of current situation in the region and man-made interventions the following procedure was followed:

- Taking cross sections to the pipeline and also to the embankment of valley bed to control the capacity to cross the expected discharge.
- Field observations and recording of the interventions in the main stream and also in contributing streams.

Finally for the proposal of flood control works the following procedure was followed:

- Study of the current situation.
- Taking into consideration the torrential environment of the region.
- We visited all lowland sections of the torrent up to the position estuary in the bigger recipient.
- Recording the proposed forest technical works in map of scale 1:55.000.

Results and Discussion

From the map representation, it was found that the research region is grooved by 7 independent torrents. From the estimation of the most important measures about the morphometrics of the basin and their hydrographical features, the natural factors that specify the torrent potential

AJA	Torrent	Surface	Perimetre	Degree of	Altitudes				Maximum	Basin Mean	Main Stream	Main Stream	Torrent Type
		of the Basin			Roundness	Minimum	Maximum	Medium					
		E	U	B	Hmin	Hmax	Hmed	Hx	Hr	Ji	L	Jk	
(1)		(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)	(15)
1	Oraiokastrou	13,68	24,40	0,56	40,00	400,00	211,00	400,00	360,00	15,7 %	11,68	3,00	S(66), M(23) - I
2	Melissochoriou	7,61	14,11	0,54	60,00	200,00	131,80	200,00	140,00	9,0 %	5,66	1,00	S(10) - I
3	Litis	17,87	19,67	0,91	80,00	400,00	280,80	380,00	320,00	18,5 %	8,22	4,00	S(64), F(17) - I
4	Efkarpis	22,36	24,97	0,90	80,00	400,00	266,40	380,00	320,00	22,4 %	11,18	2,00	F(37), S(23), G(19), M(18) - I
5	Filirou	4,33	9,97	0,43	60,00	400,00	179,10	380,00	340,00	27,5 %	4,60	2,00	G(36), S(31), M(17), K(15) - I
6	Asvestochoriou	25,99	27,60	0,94	60,00	700,00	301,60	660,00	640,00	24,9 %	11,24	4,00	G(43), S(27), M(10), K(10) - I
7	Polixnis	6,61	13,17	0,43	20,00	300,00	123,50	260,00	280,00	29,1 %	6,40	1,00	F(48), G(26), S(23) - I
	Total	97,37	133,89										

Tab. 1: Morphometrical and hydrographical features and torrent types of the research area.

in the research area were analysed (Table 1). From this analysis the following came up: as far as the relief is concerned in the major part of the area, there are torrents of the hilly areas with percentage 71.9% (altitude 200-600 m), followed by torrents of low areas with a 27.8% (altitude 0-200m) and finally a small percentage of 0.3% belongs to semi-mountainous area (altitude 600-1000m). It also was shown that the torrents of this area belong to the torrent environment I, with maximum torrential altitude <1000m. The maximum altitude of the research area is 700m. As far as the climatic factors of the

area go, this belongs to the Mediterranean type of climate with dry and hot summer. Regarding the precipitation, according to the meteorological station of Aristotle University of Thessaloniki, the average annual rainfall is 449.3 mm. In addition, the intensity of rainfall (24 hour period) proved to be very important, having a value of 98 mm/24h.

As far as the vegetation is concerned, it was observed that the forest presents a very small percentage, barely 5.6%. The largest part of the area is agricultural fields covering 36.5% followed by scrub-grass at a rate of 30.2% and finally barren lands and settlements with 27.7%.

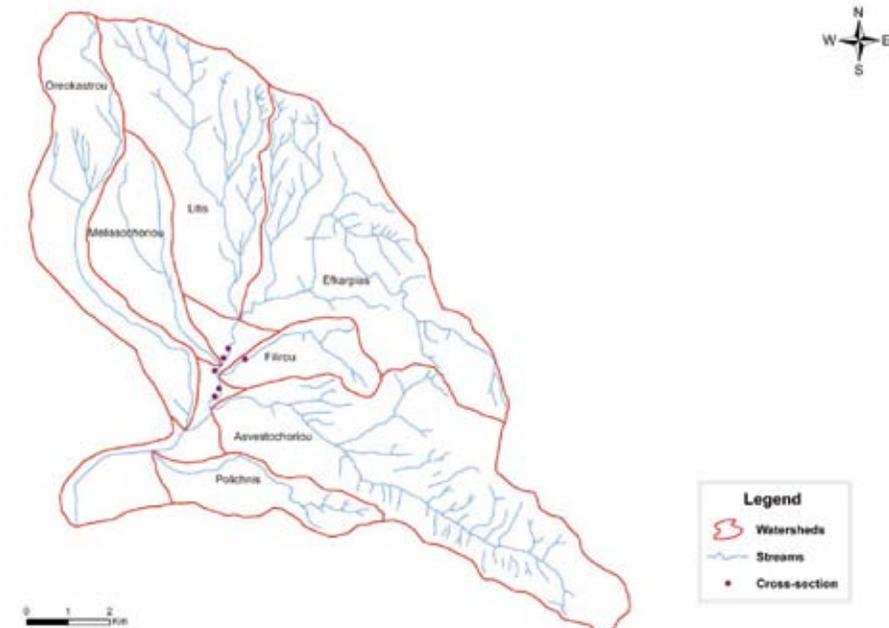


Fig. 2: The locations of the cross-sections

However, the small percentage of forest cover doesn't allow the characterisation of the present vegetation as satisfactory, so as to have the maximum hydrological and protective effect.

Finally the investigation of the geological support showed that sedimentary rocks (S) dominate with a percentage of 43.7%. Important are also the presence of the schist formation (G)

and the flysch formation (F) with rates of 20.7% and 16.1% respectively while in the lower percentages are magmata (M) with a 11.8% and limestone (K) with 5.2%. The above petrographic formations are very fragile and easily degradable.

From the analysis of the basic factors (climate, relief, vegetation and geological support) the outcome was that, despite the mild



Fig. 3:
Narrowing of the stream bed due to residential development



Fig. 4:
Discharges of waste, garbage in the stream bed

relief of the area and the moderate in intensity precipitation, the small percentage of forest vegetation in the basins combined with the fragile geological support assist the development of torrential phenomena in the research area.

The second purpose was to determine the current situation in the region and the man-made interventions. Based on the current situation of the research area we realised that there have been many abuses, especially in the plain bed of the torrents. Intense settlement development has led to the construction of houses even in the central bed of the streams. As consequence of this we have the rejection of sewage and the narrowing of the streams. Furthermore, we observed significant amounts of construction waste disposal and garbage created floating problems.

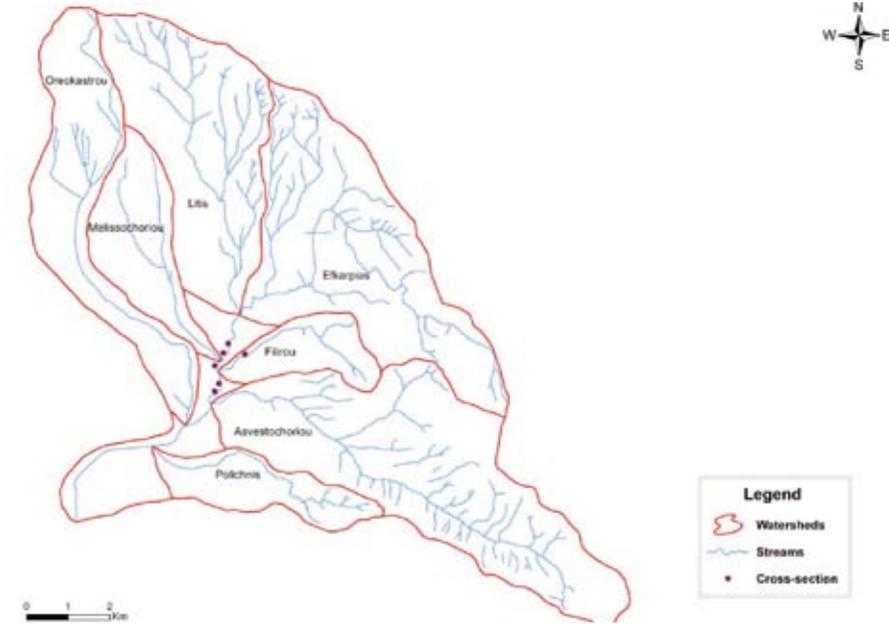


Fig. 5:
Proposed flood control works

Problems are created also by the manufacture of inadequate technical work that does not take into consideration the expected discharge. Finally, we found that a large part of the Dendropotamos torrent has become a closed pipeline.

To monitor the discharge, we took 6 cross-sections in different parts of main stream of

Dendropotamos (figure 2). After this we measured the geometrical characteristics of cross sections, used the Manning-Strikler method to calculate the quantity of the water that can cross from the cross-sections and determined that the capacity of the water that can cross from the 5 cross-sections was less than the maximum expected discharge and the expected discharge can cross safely in one section only.

Determining the current situation in the region of research showed that, because of the residential development into the basin, the narrowing of the beds, the rubble and garbage disposal, converting a large section of Dendropotamos torrent as closed pipe and the inadequate technical work inside the bed increased the flooding hazard.

With regard to our proposals for flood protection of our research area (figure 5), we took into account the current situation and we concluded that the only solution is the application of a combined forest technique correction system with works which will always be founded in the mountainous basins since it is impossible to form a new flood-

preventing bed due to residential development.

Our proposals for flood protection of the urban area of Dendropotamos are: sediment control dams, check dams, screen dams and a basic stability dam. Also proposed is the construction of plant technical works at the main points of sediment production.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Stefanidis Stefanos

Forester

School of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water Management
and Control, Aristotle University of Thessaloniki,
Univ. Campus, P.O Box: 268, 54006,
Thessaloniki, GREECE.
E-mail: ststefanid@gmail.com

Tziaftani Fani

Forester, Msc

School of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water Management
and Control, Aristotle University of Thessaloniki,
Univ. Campus, P.O Box: 268, 54006,
Thessaloniki, GREECE.
E-mail: fani_tz@yahoo.gr

Chatzichristaki Chrysoula

Forester

School of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water Management
and Control, Aristotle University of Thessaloniki,
Univ. Campus, P.O Box: 268, 54006,
Thessaloniki, GREECE.
E-mail: xryxat@otenet.gr

Literatur / References:

- [1] AULITZKY H., 1976: Wildbachkunde und methoden der Wildbachverbauung, katastropheneinsatz. Wien
- [2] MILITARY GEOGRAPHIC SERVICE: Topographic maps of the research area (scale 1:50000)
- [3] INSTITUTE OF GEOLOGICAL AND MINERAL RESEARCH: map of the torrential petrographic formation (scale 1:50.000)
- [4] KOTOULAS D., 1977: Dendropotamos and the problem of its management and control .Thessaloniki
- [5] KOTOULAS D., 1980: Anthropogenic flood hazard at the torrents of Greece and its prevention .Thessaloniki
- [6] KOTOULAS D., (1983): Protection against erosion-floods, Aristotelian University of Thessaloniki, Scientific annals of the department of forestry and natural environment, Vol., KST, No. 18, pp. 567-582.
- [7] MICHOUDIS P., 1994: Works of management and control at Dendropotamos torrent .The torrents of urban Thessaloniki. Workshop. Technical Chamber of Greece. Department of Central Macedonia.
- [8] MYRONIDIS D., 2006: Rational management of mountainous watersheds by developing geographical information system PhD Thesis.
- [9] PAVLIDES TH., FILLIPIDES E., 2001: Administrative land planning of the urban sites on the banks of the Dendropotamos stream in Western Thessaloniki. International Symposium under the auspices of the School of Architecture, A.U.Th. Reconstruction of declining and destroyed areas of Europe, Thessaloniki, p157-174.
- [10] STEFANIDIS P., 1992: The torrents of the Thessaloniki area. Scientific Annals of the department of Forestry and Natural Environment. Vol. LE/1, p 511- 528.
- [11] STEFANIDIS P., 1995: The cause and the mechanism of the debris flow in Brasna and Asprovalta North Greece. Scientific Conference with Participation of Foreign Specialists "90 Years of soil Erosion Control in Bulgaria" Sofia, 1995.
- [12] STEFANIDIS P., SAPOUNTZIS M., 1998: Investigation of the causes and mechanism of the flood at 21/01/1997 in Corinthos. Proceedings of the 8th National Conference of the Greek Forestry Society. "Modern Problems of Forestry. Page 734-745. Alexandroupoli
- [13] TSONGAS H., 1994: Flood protection of Thessaloniki from Eastern Regional Trench and its operational problems. The streams of Urban block of Thessaloniki. Workshop. Technical Chamber of Greece. Department of Central Macedonia.

Hydrologie



Meteorologie



Geologie



Für *temporäre Maßnahmen* oder
dauerhafte Überwachung
bieten wir Ihnen die **Komplettlösung** aus einer Hand!

NEU - NEU - NEU - NEU



» RQ-24 «
Berührungslose
Abflussmessung
mit Radar-
technologie

sommer
MESS-SYSTEMTECHNIK

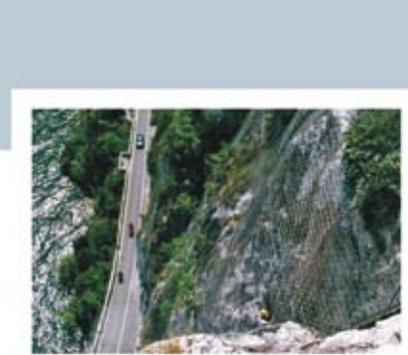
Sommer Mess-Systemtechnik

Straßenhäuser 27, A-6842 Koblach
Tel: +43-5523-55989
Email: office@sommer.at
Internet: www.sommer.at

Spezielsensork · Beratung · Planung
Anlagenbau · Systemintegration


TRUMER
Schutzbauten
GmbH

- Steinschlagschutz
- Lawinenschutz
- Fels- und Hangsicherung



SICHERHEIT DURCH KOMPETENZ

Weißbach 106 · A-5431 Kuchl · Tel.: +43 (0)6244-20325 · Fax: +43 (0)6244-20325-11
E-Mail: office@trumerschutzbauten.com · www.trumerschutzbauten.com

ALEXANDER PROKOP, LAYA RANA, CHRISTINA DELANEY, CLEMENS SCHEKULIN, CHRISTIAN RACHOY

Sicherheitskonzept Thomasecklawine

Safety Concept for the Thomaseck Avalanche

Zusammenfassung:

Anhand einer Risikoanalyse wurde die Wahrscheinlichkeit der Gefährdung des Streckenabschnittes der „Tauernbahn“, ÖBB, Strecke Schwarzach St.Veit – Spittal/Millstättersee, sowie der Anlaufstraße durch die Thomasecklawine eruiert. Aufgrund der steilen Hangpartien (über 30°), der starken Windexponiertheit (Südföhn, Nord-Westwind) und somit hohen Schneeverfrachtungsraten im Anbruchgebiet unter dem Thomaseck besteht für die Zubringerstraße zum Bahnhof Böckstein und zu den Wohngebäuden im Anlaufthal sowie auf dem ÖBB-Streckenabschnitt der Tauernbahn Lawinengefahr. Durch neue Methoden, die am Institut für Alpine Naturgefahren der Universität für Bodenkultur entwickelt wurden, wie die hochauflösende dreidimensionale Modellierung der atmosphärischen Strömungsverhältnisse (Windsimulation) sowie die hochauflösende Vermessung der flächigen Schneehöhen mittels Laserscannern konnten die Ausmaße der Schneeverfrachtung analysiert werden. Zusammen mit der Extremwertstatistik der Schneehöhen konnten fundierte Eingangswerte für die lawinendynamische Simulation berechnet werden, die mit den Softwaretypen ELBA++ und AVAL-1D durchgeführt wurden. In Anlehnung an die „Risikoanalyse und Sicherheitsplanung ÖBB-Ausbaustrecke Böckstein“ von Dr. Hansueli GUBLER (1995) und der „Sicherheitsstudie Feuersanglawine“ von CHIARI (2004) und SCHEKULIN (2006) wurde anschließend eine statistische Risikobeurteilung durchgeführt. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse der Studie zusammengefasst.

Schlüsselwörter: Lawine, Sicherheitskonzept, Modellierung, Laserscannen

Summary:

A risk analysis has determined the potential danger of the Thomaseck avalanche reaching the ÖBB (Austrian railway) track Schwarzach St.Veit – Spittal/Millstättersee as well as the access road to the Böckstein station. Due to the steep slope (more than 30°) and wind exposition (south-chinook, northwest winds) and the resulting heavy, drift-induced snow accumulations of the avalanche release zone below the Thomaseck summit, the ÖBB track is in danger of avalanches. New methods developed at the Institute of Mountain Risk Engineering, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, such as the high resolution, 3-dimensional simulation of atmospheric flows (wind simulation) as well as the high resolution survey of the snow pack using terrestrial laser scanning, allowed analysis of snow drift behavior at the avalanche release zone. Together with data of extreme value statistics for snow heights, reliable input could be provided for dynamic avalanche modeling, which was executed using the ELBA++ as well as AVAL-1D software. Statistical determination of risk was carried out according to the risk analysis and safety planning of the Böckstein ÖBB-track by Dr. Hansueli GUBLER (1995) and the “Sicherheitsstudie Feuersanglawine” by CHIARI (2004) and SCHEKULIN (2006). The current paper summarizes the most important results of the research study.

Einleitung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Sicherheitskonzept Thomasecklawine“ wurden moderne Untersuchungsmethoden mit traditionellen verknüpft, um weitreichende Kenntnisse der Lawinensituation am Thomaseck zu gewinnen. Das Thomaseck befindet sich am südlichen Eingang zum Anlaufthal, unmittelbar oberhalb des Bahnhofs Böckstein. Das nordexponierte Anbruchgebiet der Thomaseck-Lawine unterhalb des Gipfels wurde durch Stützwerte verschiedenster Bauweisen gesichert. Trotz der intensiven Verbauungsmaßnahmen gilt der Hang als Nährgebiet für Lawinen. Beobachtungen haben gezeigt, dass intensive Niederschlagsereignisse in den Wintermonaten einerseits zur Überschneidung der Bauwerke führen können und andererseits aus einem unverbauten Bereich östlich der Verbauung (Y-Graben in Abbildung 1) spontane Lawinenab-

gänge zu erwarten sind. Eine mögliche Lawine vom Thomaseck folgt dem Gelände und kommt am Ende des Schwemmkegels bzw. am gegenüberliegenden Hang zur Ablagerung. In diesem besonders gefährdeten Bereich verläuft einerseits die Straße zum Bahnhofsbereich Böckstein bzw. den Wohngebäuden und andererseits die ÖBB-Strecke Schwarzach/St.Veit – Spittal/Millstättersee (Siehe Abbildung 1). Zur Abschätzung der Gefährdung im Bereich des Ablagerungsgebietes der Thomasecklawine wurde ein Sicherheitskonzept erarbeitet, indem das Anbruchgebiet der Lawine mittels modernster Methoden analysiert und die externen Faktoren wie Niederschlag, Wind, Schneehöhenverteilung und Anbruchmächtigkeit nach dem neuesten Stand der Technik untersucht wurden. Das Ergebnis des Projekts ist eine Risiko- und Gefahrenbeurteilung des betroffenen Streckenabschnitts, inklusive monetärer Bewertung des Schadenspotenzials.



Abb. 1: Hauptanrissgebiet, Y-Graben und Sturzbahnen der Thomasecklawine

Fig. 1: Main avalanche release zone, Y-trench and avalanche track of the Thomaseck avalanche

winde über der komplexen Topographie (um das Thomaseck) in hoher vertikaler als auch horizontaler Auflösung (5 m) zu simulieren (Abbildung 2, Prokop, 2008B; Mott et al. 2008).

Eingangswerte für die Simulation konnten Wetterstationen der ÖBB entnommen werden, die fachlich einwandfrei Windwerte am Grat des Thomasecks und Schneehöhenwerte im

Ablagerungsgebiet messen. Die Daten der Wetterstationen wurden dabei statistisch ausgewertet um typische Extremsituationen als Beispielfälle für die atmosphärische Simulation zu erhalten (Abbildung 3). Die Wetterstation ist – abgesehen

Methodik

Das Hauptaugenmerk der Untersuchungen galt dem Anbruchgebiet der Thomasecklawine. Durch moderne hochauflösende Methoden wurde die Schneeverfrachtungssituation analysiert, um extreme Ereignisse beurteilen zu können und Eingangswerte (Schneehöhen) für die lawindynamische Simulation zu erhalten. Das atmosphärische dreidimensionale Modell ARPS (Advanced Regional Prediction System) erlaubt es dabei das Strömungsverhalten der Höhen-

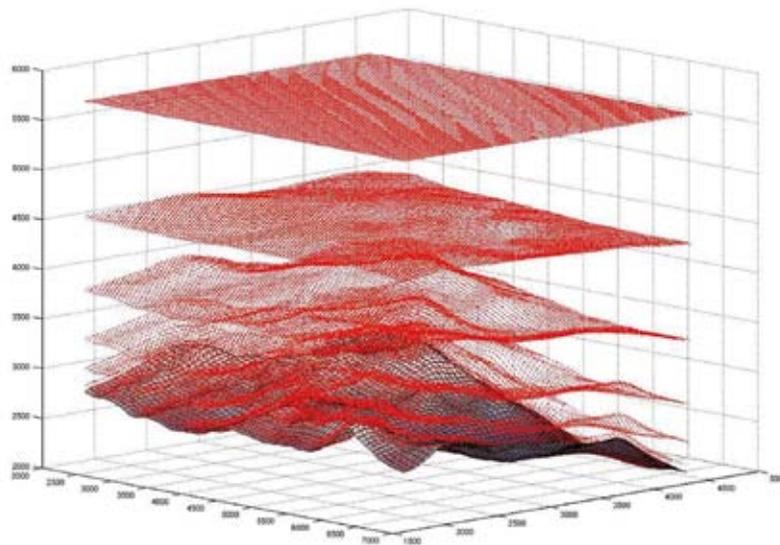


Abb. 2: Atmosphärische Simulation mittels ARPS in unterschiedlichen Höhen über der Topographie

Fig. 2: Atmospheric simulation using ARPS at different levels above the topography

Windgeschwindigkeit und -richtung vom 23.1.-30.6.2008 der ÖBB- Station Thomaseck

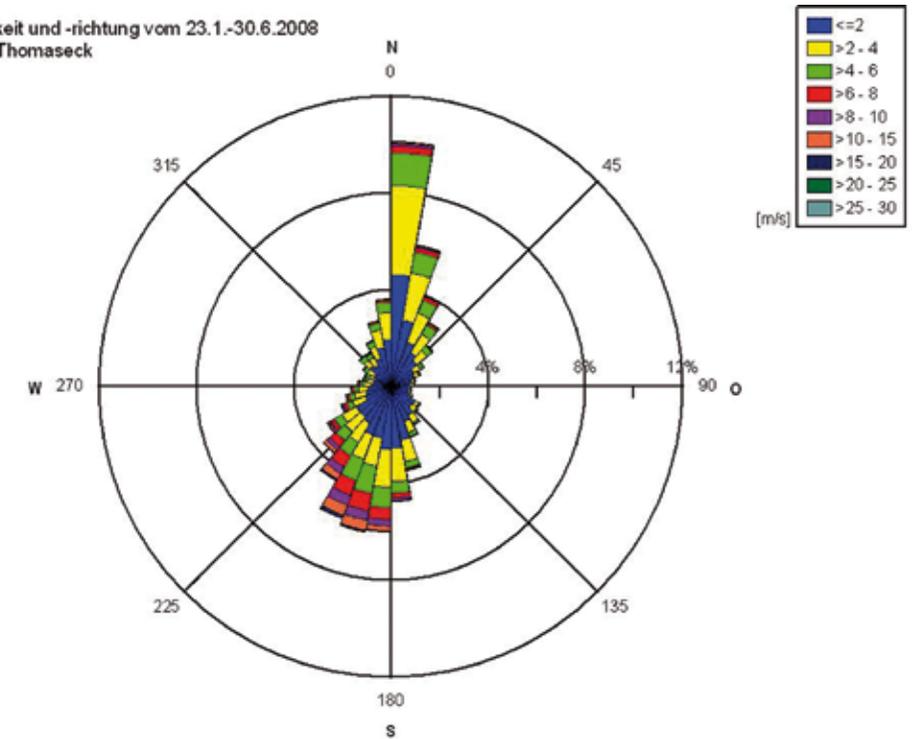


Abb. 3: Windrichtungen [°] und Windgeschwindigkeit [m/s] an der ÖBB-Station Thomaseck

Fig. 3: Wind direction [°] and wind speed [m/s] at the ÖBB Thomaseck weather station

von diesem Projekt – ein Standardwerkzeug der örtlichen ÖBB-Lawinenkommission und stellt wichtige Wetter- und Schneedeckendaten zur Entscheidungsfindung zur Verfügung.

Um die Schneemengen quantifizieren zu können, die bei Schneeverfrachtungseignissen in das Anbruchgebiet verlagert werden, wurden terrestrische Laserscannmessungen der flächigen Schneehöhen durchgeführt. Die am Institut für Alpine Naturgefahren der BOKU entwickelte Methodik (Prokop, 2008A; Prokop et al. 2008; Prokop und Panholzer 2009) erlaubt es mittels Laserscanner der Firma Rieggl (www.rieggl.com) absolute Schneehöhenänderungen im unverbauten Gebiet in hoher Genauigkeit und Auflösung (Genauigkeit: 4 cm, horizontale Auflösung 3 cm in 100 m Abstand zum Scanner) festzustellen (siehe dazu auch Wildbach- und Lawinenverbau, Heft 154, Prokop

2006: Hangbezogene Ermittlung der flächigen Schneehöhenverteilung mittels Laserscannern). Die Messungen fanden vor und nach interessanten Verfrachtungsperioden und bei der maximalen Winterschneehöhe von einem sicheren Standpunkt aus statt. Die Differenz zum im Sommer aufgenommenen Scan der Geländeoberfläche erlaubt es die Schneehöhen zu berechnen. Anhand von Ausaperungsphotos und durch das Ablesen der Schneehöhen an teilweise eingeschnittenen Anbruchsverbauungen (Schneebänke) wurden zusätzliche Daten zur flächigen Schneehöhenverteilung gewonnen. Die Schneehöhenverteilung im Anbruchgebiet wurde dann der Extremwertstatistik der langjährigen Schneehöhendaten gegenübergestellt und Anbruchflächen abgegrenzt sowie Anrissmächtigkeiten nach SALM et al. 1990 bestimmt. Diese Datengrundlagen dienen als

Eingangswerte für die lawindynamische Simulationen, die mit den Modellen ELBA++ (für die Fließlawine) und Aval-1D (für die Staublawine) vorgenommen wurden. Natürlich wurden historische Lawinenereignisse in die Analyse mit einbezogen. Die Ergebnisse der lawindynamischen Simulationen (Lawinendrucke und Fließhöhen) sind die Basis für die anschließende Risikobestimmung. Die Beurteilung der Kippwahrscheinlichkeit einer Lokomotive und eines Personenwaggons bei einem Direkttreffer sowie die zu erwartenden Folgekosten spielen in der Analyse genauso eine Rolle wie die potenziellen betrieblichen Kosten bei Sperre oder Investitionskosten für zusätzliche permanente oder temporäre Schutzmaßnahmen. Nach Ermittlung der Schadenshäufigkeit und des Schadensmaßes konnte das Risiko pro Jährlichkeit und Neuschneeszenario und das Risiko nach Kostenarten berechnet werden. Anhand der Risikobewertung wurde das Sicherheitskonzept für die Thomasecklawine erarbeitet, indem Maßnahmen für den zukünftigen Schutzerhalt vorgeschlagen wurden.

Ergebnisse

Anbruchgebiet

Die dreidimensionale Windsimulation ergab zwei dominante Situationen, die Schneeverfrachtungseignisse bewirken. Zum einen wird durch das Nord-Süd-orientierte Gasteinertal jeglicher Haupt-

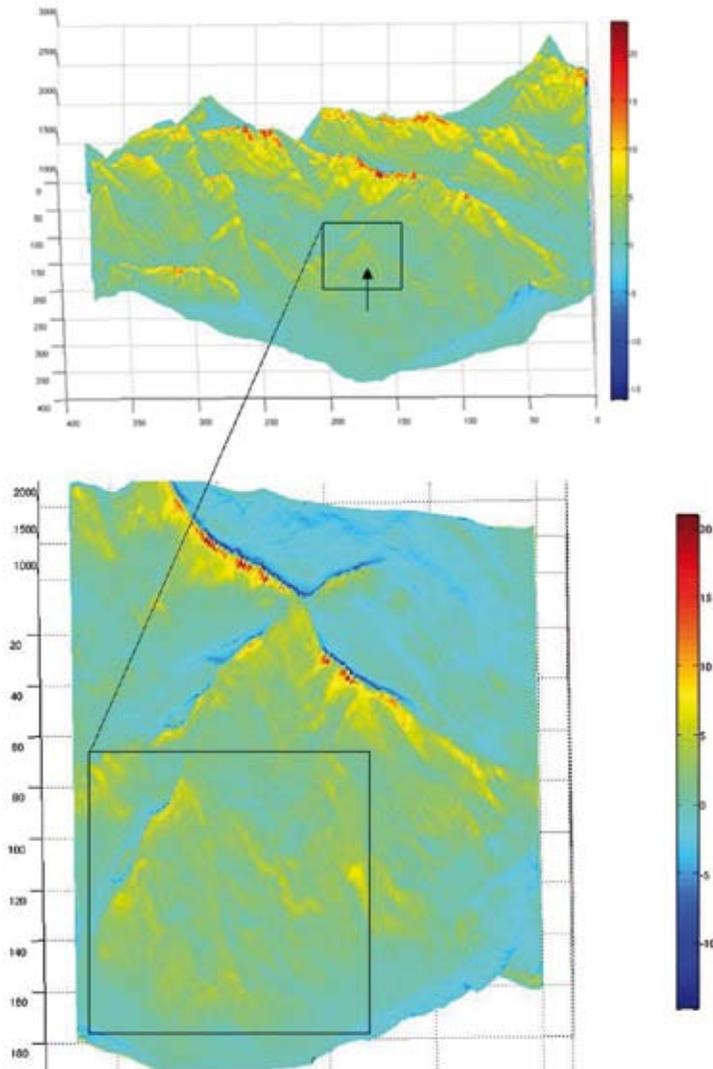


Abb. 4: Simulierte vertikale Windgeschwindigkeit [m/s] im Projektgebiet Thomaseck bei Nordwind
 Fig. 4: Simulated vertical wind speed [m/s] at the Thomaseck project site during a north wind

wind (auch wenn die meteorologische Hauptwindrichtung z.B. am Sonnblick gemessen einen Nord-, Nordwest-, oder Westwind anzeigt) immer von Norden und als Aufwind zum Anbruchgebiet des Thomaseck geleitet (siehe Abbildung 4).

Diese Situation ist nur bei Starkwinderignissen mit Niederschlag problematisch, da ein Nährgebiet fehlt und Schnee nur aus der Atmosphäre ständig zugeführt werden kann. Im Gegenteil dazu ist andererseits der Südwind (typische Föhn-situation, Abbildung 5) zu bemerken, der Schnee aus einem nicht unerheblichen Nährgebiet südwestlich des Thomaseckanbruchgebietes in dieses verfrachtet.



Abb. 5: Typische Föhn-situation (Südwind) am Thomaseck

Fig. 5: Typical south stream (föhn/chinook) situation at Thomaseck

Die Föhn-situation ist für extreme Ereignisse weniger kritisch zu beurteilen, da es sich dabei um Schneeverfrachtungseignisse handelt, die ohne zusätzlichen Niederschlag entstehen. Betrachtet man allerdings die Wintergesamtschneehöhe ist auf die Einwehung aus dem Süden sehr wohl Bedacht zu nehmen.

Anhand der Auswertung der Daten der flächigen Schneehöhenmessungen mittels Laserscanner konnte nun das Ablagerungsverhalten des Schnees analysiert werden. Wie aufgrund der Windsimulation zu erwarten war, lagert sich der Schnee inhomogen durch Wind und Topographie beeinflusst im Anbruchgebiet ab (Abbildung 6 und 7). Im verbauten Bereich gibt es zwei markante Geländeerhebungen (eine in der Mitte und eine im westlichen Bereich der Verbauung, Abbildung 7) an deren Fuße sich Schnee vorzugsweise ablagert. Im unverbauten Bereich finden vor allem im Y-Graben (Abbildung 1 und 6) gehäuft Schneeansammlungen statt, im Rest des Gebietes

sind keine größeren zusammenhängenden Akkumulationen zu erwarten. Die Ablagerungsmuster an unterschiedlichen Zeitpunkten im Winter nach Schneeverfrachtungs- und Niederschlagsereignissen verhalten sich dabei ähnlich, Grund dafür ist die dominierende Wetteranströmung aus nördlicher Richtung.

Schneehöhenverteilung Thomaseck Winter 2008

Scannessung Dam 25 02 2008

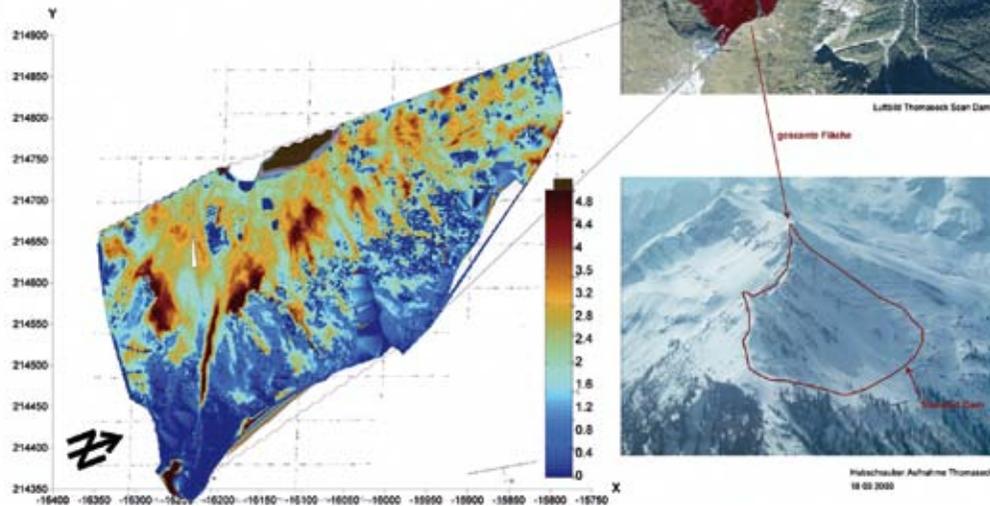


Abb. 6: Flächige Schneehöhen laut Laserscan (m) im unverbauten Bereich des Thomaseck

Fig. 6: Spatial snow depth distribution according to laser scan data within the undeveloped area at Thomaseck

Schneehöhenverteilung Thomaseck Winter 2008

Scannessung Hütte 26 02 2008

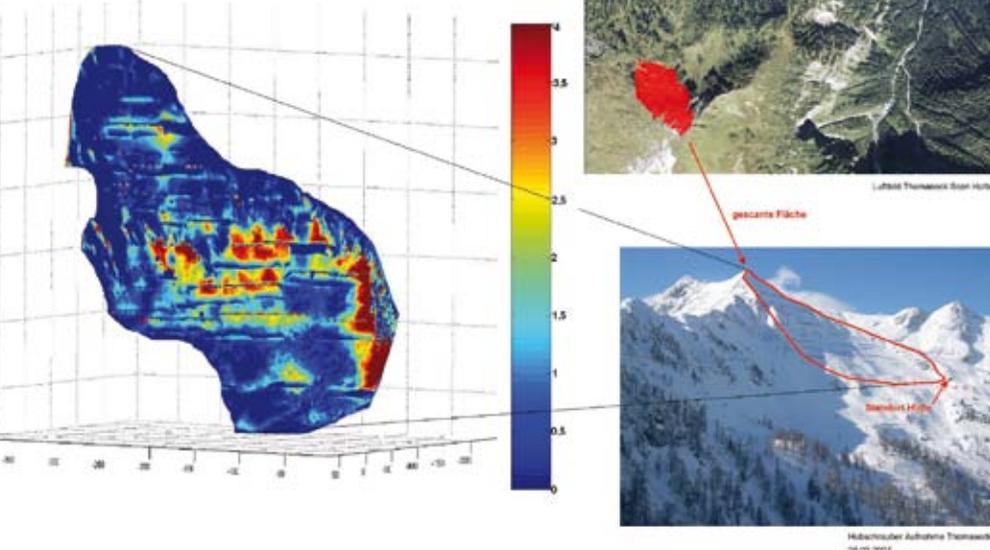


Abb. 7: Flächige Schneehöhen laut Laserscan (m) im verbauten Bereich des Thomaseck

Fig. 7: Spatial snow depth distribution according to laser scan data within the developed area at Thomaseck

Mithilfe der flächigen Schneehöhendaten können nun genaue Anrisskanten für die lawindynamische Simulation definiert werden. Um über die Anrissmächtigkeiten Aussagen zu tref-

fen, müssen die Ergebnisse der Extremwertstatistik betrachtet werden. Die Ermittlung der Jährlichkeiten (Abbildung 8) wurde mit der Momentenmethode durchgeführt. Aufgrund der un-

A

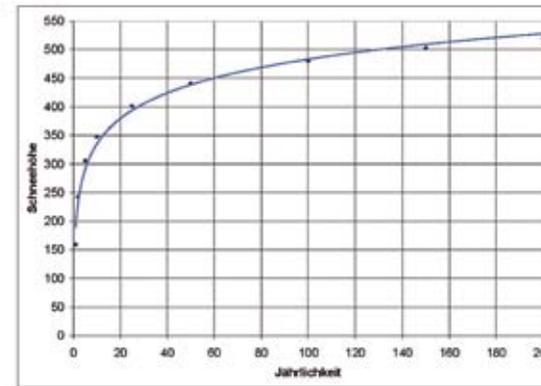
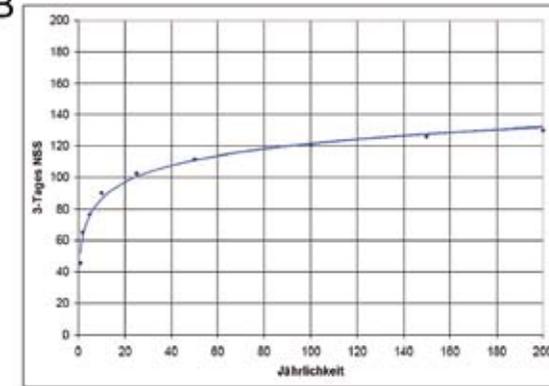


Abb. 8: Schneehöhenjährlichkeiten für A: Gesamtschneehöhe und B: 3-Tages-Neuschneehöhe

Fig. 8: Snow height annularity for A: total seasonal snow height and B: 3-day-snow height

B



terschiedlichen Entfernungen der 5 verwendeten ZAMG-Wetterstationen vom Projektgebiet musste eine Gewichtung durchgeführt werden, um festzulegen, welche Station die größte Aussagekraft in Bezug auf das Thomaseck hat. Dies wurde mit einer Formel, zur Entfernungsabhängigkeit von Niederschlagsdaten, des US National Weather Service erreicht. Da die Wetterstationen jedoch auch auf unterschiedlichen Seehöhen liegen, musste des Weiteren eine Seehöhenregression auf das Niveau des Projektgebiets durchgeführt werden.

Zur endgültigen Festlegung der Anrissmächtigkeiten musste die Vorverfüllung der bestehenden Stützverbauungen genauso bedacht werden wie der Triebschneezuslag, für den wiederum die relativen Unterschiede in den Ablagerungsmustern laut Laserscan sowie die Windsimulation hilfreiche Informationen bereitstellten.

Lawindynamische Simulation

Die Ergebnisse der Simulation mit ELBA++ zeigen (Abbildung 9), dass Fließlawinen des 150- und 100-jährlichen Ereignisses unter Berücksichtigung beider Anbruchgebiete und einer Vorverfüllung der Stützwerke von 350 cm die Straße erreichen, den Bahnkörper jedoch nur

knapp. Es sind geringe Unterschiede in den verschiedenen Szenarien zu sehen. Dies gründet auf den geringen Höhenunterschieden der in der Extremwertanalyse ausgewerteten Anbruchhöhen. Zuzüglich verliert die Lawine im flachen Areal ca. 100 m unterhalb der Anbruchgebiete Energie und wird somit abgebremst, wo sie abhängig von den Schneemengen oberhalb oder unterhalb zum Stillstand kommt.

Bei der AVAL-1D-Simulation wurde mit einer Lawinenbreite von 110 m im Auslaufgebiet gerechnet. Es wird ersichtlich, dass sich der Streckenabschnitt der Tauernbahn und der Zubringerstraße zum Bahnhof Bockstein im Gefahrenbereich der Lawinenbahn befinden. Weiters werden die Werte bezüglich Druck und Suspensionshöhe in der Staublawinensimulation bedacht, welche bei ELBA++ nicht berücksichtigt werden. Aus den Ergebnissen der AVAL-1D-Simulation wird ersichtlich, dass die Auslauflänge der Thomasecklawine die des ermittelten Ausmaßes der ELBA++-Simulation um ein Vielfaches übersteigt. Bei ELBA++ werden Straße und Bahn hinsichtlich des 100- und 150-jährlichen Lawinenereignisses nur knapp erreicht, wobei die Lawinen bei AVAL 1D diese komplett überschütten, wie anhand der Schneehöhenablagerung zu erkennen ist.

Im Gegensatz dazu lassen historische Ereignisse und Bewaldung nur extreme Lawineneignisse erkennen, die vor der Verbauung des westlichen Teils des Anbruchgebietes am Thomaseck stattgefunden haben.

Expositions-, Schadensanalyse und Risikobestimmung

Für die Auswertung der Expositions- und Schadenspotenzialanalyse wurden, aufgrund der nur geringen Abweichungen zum Jahr 2008, die Daten des Infrastrukturatlas der ÖBB (2005) und des Fahrplanjahres 2008 bzw. 2004 (Zuglänge) herangezogen. Der Gefahrenbereich liegt noch vor

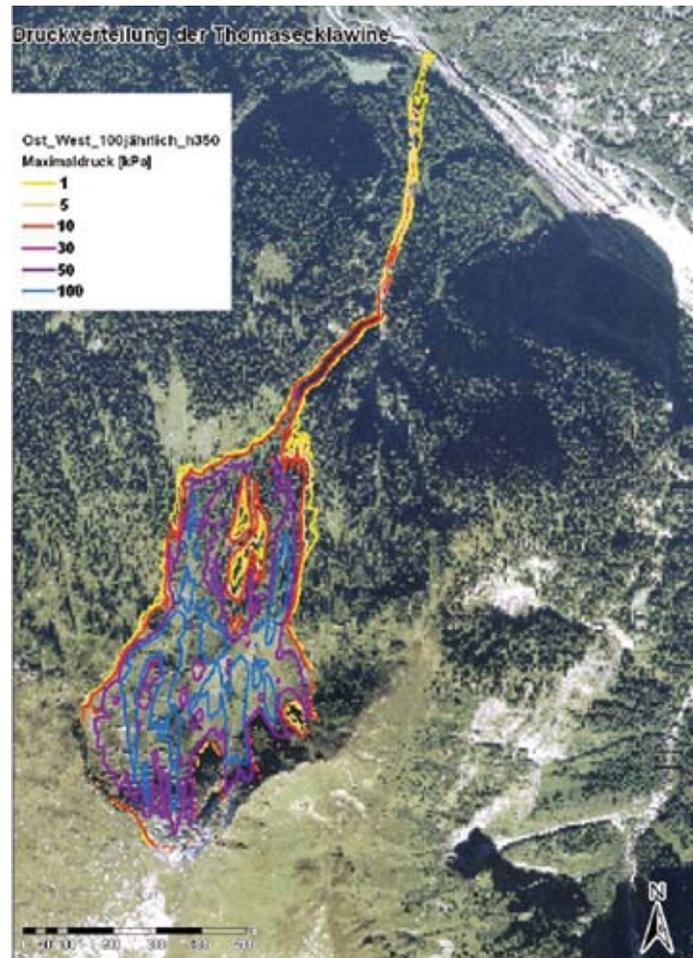


Abb. 9: Grafische Darstellung der Lawinenfront-Fließdrücke für beide Anbruchgebiete laut ELBA++

Fig. 9: Plot of the avalanche front flow pressure for both release zones according to ELBA++

dem Bahnhof Böckstein; es befinden sich demnach kein Wartebereich, Bahnhofsgebäude oder Gleis für die Dienstzüge und keine Züge der Autoschleuse in jenem. Es wurden daher folgende Kategorien definiert:

- Personen (Fahrgäste und mitfahrendes Personal)
- Fernverkehr (Schnellzüge)
- Güterverkehr (Gesamtheit der Güterzüge; aufgrund der Tatsache, dass kaum Nahgüterzüge auf dem untersuchten Streckenabschnitt verkehren, wurde keine Unterscheidung in Fern- und Nahgüterzüge getroffen)
- immobile Infrastruktur (Gleiskörper, Oberleitungen, Brücke)

Abschließend wurde das Risiko bestimmt, dem die Infrastruktureinrichtung und der Bahnbetrieb im betrachteten Gebiet ausgesetzt sind. Im Rahmen der Risikobestimmung werden die Schadenhäufigkeit h_s und das Schadenausmaß S für das Objekt bzw. die Objektkategorien zum Risiko R zusammengeführt (Hollenstein, 1997). Die zu erwartenden Kosten pro Jahr (zu erwartendes Gesamtrisiko) belaufen sich dabei auf 38.501 e/Jahr. Bei den einzelnen Kostenarten überwiegen die Sachkosten mit 91,1 % deutlich. Trotz dieses vergleichsweise

geringen Risikos in Bezug auf die untersuchten Jährlichkeiten müssen einige Maßnahmen getroffen bzw. erhalten werden, die abschließend kurz besprochen werden.

Maßnahmen

Bekanntlich besteht heute eine Reihe von permanenten und temporären Maßnahmen zum Schutz vor Lawinen. So kann auch die ÖBB auf einige dieser Maßnahmen zurückgreifen (Rachoy 2009, Rachoy et al. 2008). Auch im Falle der Thomasecklawine kommt ein kombiniertes Sicherheitskonzept zur Ausführung, dessen Grundlage sämtliche Analysen dieses Projektes darstellen. Diese Maßnahmen sind im Einzelnen:

Permanente Maßnahmen

- Die Lawinenanbruchsverbauungen im westlichen Anbruchgebiet müssen erhalten und schadhafte Verbauungen ersetzt werden.
- Der östliche unverbaute Bereich kann unverbaut bleiben, da die Rauigkeit der Topographie sehr groß und das Schneeablagerungsverhalten sehr inhomogen ist (siehe auch Laserscandatenauswertung).
- Verwehungsverbauungen können nur die von Süden anströmende Schneeverfrachtung betreffen und können angedacht werden. Gegen Schneeeinwehung aus dem Norden kann keine Verbauung errichtet werden (siehe Windsimulation).
- Der Schutzwald unterhalb des Anbruchgebietes muss stets erhalten und gepflegt werden.
- Objektschutz der Straße und der Bahnstrecke kann angedacht werden

Temporärer Lawinenschutz

- Die Arbeit der örtlichen ÖBB-Lawinenkommission muss intensiv aufrecht erhalten werden. Vorverfüllungen der Anbruchsverbauungen (vor allem flächendeckende) sowie der Dämme müssen stets überwacht werden, um bei Extremsituation nötige Maßnahmen wie das Sperren des gefährdeten Streckenabschnitts zu vollziehen. Da die Thomasecklawine nicht die einzige Lawine ist, die den besprochenen Bereich der Bahnstrecke gefährdet (z.B.: Feuersanglawine), ist zu erwarten, dass die Strecke bei extremen Lawinensituationen ohnehin aufgrund der allgemeinen Gefährdung gesperrt wird.
- Die ÖBB-Messstationen im Bereich des Anbruchgebietes sind zu warten und in Gang zu halten, ein die Lawinenkommission unterstützendes Gefahrenanalysensystem wie NXD ist anzudenken (vor allem um Frühjahrssituationen besser einschätzen zu können).
- Die Schneemengen im Y-Graben im unverbauten Bereich des Anbruchgebietes können durch Sprengmaßnahmen unter Kontrolle gehalten werden, eine Vorverfüllung des darunterliegenden Damms durch Ablagerungen ist allerdings dabei im Auge zu behalten.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl. Ing. Dr. Alexander Prokop
 Dipl. Ing. Laya Rana
 MSc. Christina Delaney
 Institut für Alpine Naturgefahren,
 Universität für Bodenkultur Wien
 Peter Jordan Straße 82
 1190 Wien
 alexander.prokop@boku.ac.at

Dipl. Ing. Clemens Schekulin
 ÖBB-Infrastruktur AG
 Strecken- und Bahnhofmanagement
 Anlagentechnik Region Süd
 9500 Villach, Bahnhofplatz 1
 Clemens.Schekulin@oebb.at

Dipl. Ing. Christian Rachoy
 ÖBB-Infrastruktur AG
 Strecken- und Bahnhofsmanagement
 Naturgefahren-Management
 Nordbahnstrasse 50
 1020 Wien
 christian.rachoy@oebb.at

Literatur / References:

CHIRAI, M. (2005):
 Analyse der technischen Schutzmaßnahmen am Beispiel der Feuersanglawine (Diplomarbeit), Wien, 2005, S.148

HOLLENSTEIN, K. (1997):
 Analyse, Bewertung und Management von Naturrisiken. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 1997, S.220.

GUBLER, H. (1995):
 Risikoanalyse und Sicherheitsplanung ÖBB-Ausbaustrecke Bockstein, Davos, 1995, S.20.

MOTT, R., PROKOP, A., LEHNING, M. (2008):
 Modelling and measuring snow distribution for potential avalanche release zones. In: European Geosciences Union (Ed.), Geophysical Research Abstracts, EGU2008-A-11209, EGU General Assembly 2008, 14.-18.4.2008, Wien.

PROKOP, A. (2006):
 Hangbezogene Ermittlung der flächigen Schneehöhenverteilung mittels Laserscannern. Wildbach und Lawinenverbau Heft 154, 80-86.

PROKOP, A. (2008A):
 Assessing the applicability of terrestrial laser scanning for spatial snow depth measurements. COLD REGIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY 2008; 54(3): 155-163.

PROKOP, A. (2008B):
 Combining wind field modelling with spatial snow depth measurements for avalanche forecast purpose. In: Int. Snow Science Workshop "a merging of theory and practice", WHISTLER 2008, CD-ROM, S. 674-678.

PROKOP, A., SCHIRMER, M., RUB, M., LEHNING, M. STOCKER, M. (2008):
 A comparison of measurement methods: terrestrial laser scanning, tachymetry and snow probing for the determination of the spatial snow-depth distribution on slopes. ANNALS OF GLACIOLOGY, 49, 210-216

PROKOP, A.; PANHOLZER, H. (2009):
 Assessing the capability of terrestrial laser scanning for monitoring slow moving landslides. NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCE 2009; 9(6): 1921-1928.

RACHOY, C., M. BACHER, C. SCHEKULIN, J. HÜBL (2008):
 Avalanche safety concept for a railway station in Austria, Interpraevent Congress 2008, Proceedings, Dornbirn, Austria

RACHOY, C. (2009):
 Der Schutz von Eisenbahnanlagen vor Lawinen, Zeitschrift des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Springer Verlag, Volume 61, 2009

SALM, B., ET AL. (1990):
 Berechnung von Fliesslawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. Mitteilung des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung Nr. 47, Schweiz, Juli 1990, S.37

SCHEKULIN, C. (2006):
 Risikostudie zur Wintersicherheit des Bahnhofs Bockstein (Diplomarbeit), Wien, 2006, S.125

www.riegl.com

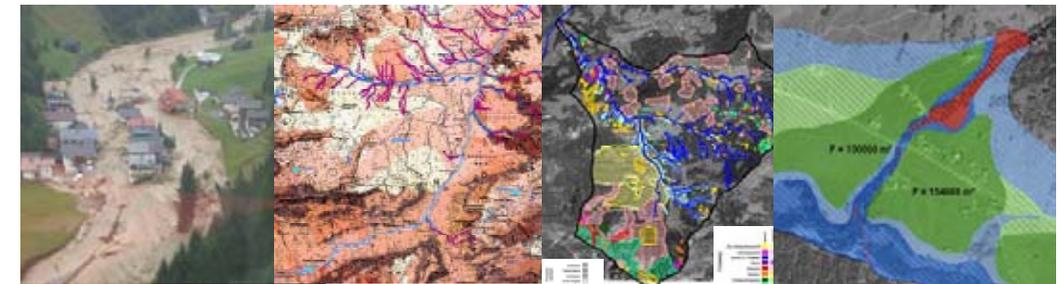
i.n.n. | naturraum - management
 ingenieurgesellschaft
 geoinformatik
 geotechnik
 risk-management recht

i.n.n.

ingenieurgesellschaft für
 naturraum - management mbH & Co KG
 tel (fax): 0043-512-342725 (11)
 mail: office@inn.co.at
 grabenweg 3a
 A-6020 innsbruck

Unsere Leistungen im Naturgefahren-Management:

Regional- und Gefahrenzonenplanung Schutzkonzepte Gutachten
 Einreichplanung Ausschreibungen Umsetzungsbegleitung /-kontrolle

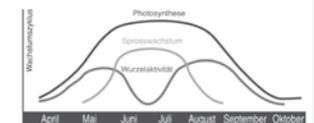
Weitere Bereiche: Umwelttechnik und Sportstättenplanung

Optimierte Versetzung - profitieren Sie von LIECO Ballenpflanzen

Die Versetzung ist von Frühjahr bis Spätsommer möglich:

Spätsommerrückforstung

- Arbeitsspitzen im Frühjahr vermeiden
- Herbstwurzelwachstum nützen
- Bodentemperatur beachten
- hohe und vitale Anwuchsraten

**Winterlager**

- optimale Anpassung ans Kleinklima
- Lagerung im eigenen Betrieb
- zum Vegetationsbeginn versetzbereit



Doppelt im Vorteil



LIECO GmbH & Co KG

www.lieco.at



ALEXANDER BATTISTI, JOHANN KESSLER

Optimierung der Baustelleneinrichtung bei Lawinenbaustellen

Optimizing Site Equipment on Avalanche Construction Sites

Zusammenfassung:

Durch die Einzigartigkeit einer jeden Lawinenbaustelle stellt die Planung der Baulogistik eine große Herausforderung für alle Beteiligten dar.

Die Übertragbarkeit einzelner Punkte dieser Projektarbeit auf unterschiedliche Baustellen ist gegeben. Offen bleibt jedoch die Frage, welche Strategie bzw. Strategiekombination sich für welche Lawinenbaustelle eignet. Dabei sind die jeweiligen Randbedingungen der Baustelle zu berücksichtigen. Bei der Planung muss davon ausgegangen werden, dass die für eine Baustelle optimierte Lösung nicht unverändert auf eine andere Baustelle übertragen werden kann.

Die Kosten einer Baustelleneinrichtung sind ausgesprochen standortabhängig und verfahrensspezifisch. Kennzeichnend für die Lawinenbaufelder sind die Erschwernisse durch lange und schwierige Transportwege sowie das Arbeiten im hochalpinen Gelände unter Einfluss von Naturgefahren. Hinzu kommen eingeschränkte Platzverhältnisse für die Baustelleneinrichtung und den Materialumschlag sowie extreme Witterungseinflüsse, welche zu einer Verzerrung der Kosten bei Stehzeiten führen können.

Die Verwendung optimierter Geräte führt zu einem geringeren Personalbedarf und schnellerem Baufortschritt. Durch die Reduktion von Emissionen und Lärm sowie die Verwendung standardisierter Sicherheitsvorkehrungen auf der Baustelle wird dem Arbeitnehmerschutz Rechnung getragen. Es ist jedoch nicht möglich aus der vorhandenen Datenbasis eine monetäre Bewertung der Optimierungsmaßnahmen im Baustellenbetrieb (ausgenommen Erschließung) durchzuführen.

Um zukünftig effiziente Optimierungen in der Baustelleneinrichtung durchzuführen, ist es wichtig einen Austausch der Altgeräte zu forcieren um eine sukzessive Verbesserung durch das Aufgreifen der vorhandenen technischen Möglichkeiten zu erreichen.

Summary:

Given the site-specificity of each avalanche construction site, the planning of construction logistics for such projects involves nothing short of a sizeable challenge.

The ability to transfer specific planning parameters between different construction projects is known, however, the question remains as to which strategies or combinations of strategies are best suited to a project of interest. The particular site conditions must be considered and as such the direct application of an optimal solution for one project to another project site is unacceptable.

The costs associated with the set up of a construction site depend heavily on location and methods. Challenges typical of avalanche construction sites include the rough access roads and the exposure to high alpine conditions and hazards. Furthermore, there is often limited space for the site facilities and equipment and a loss of work days due to extreme weather conditions. The use of optimal equipment leads to fewer demands on personnel and greater construction progress. Reduced emissions and noise pollution as well as strict adherence to standardized safety procedures must be considered in order to meet industrial safety standards. Although it is possible to determine a monetary value for construction site preparations (e.g. building of required access roads), it is not currently possible to do so for the optimization of construction operations (i.e. site set up and daily operations).

In future planning of construction optimizations, it will be necessary to insist on the replacement of old equipment and to encourage gradual steps towards the use of up-to-date technical opportunities.

1. Einleitung

Da eine Baustelle immer zeitlich begrenzt ist, gilt dies auch für die Baustelleneinrichtung. Die Planung der Baustelleneinrichtung ist ein Teil der Arbeitsvorbereitung und damit Bestandteil des Baubetriebswesens. Eine funktionierende Baustelleneinrichtung ist die grundlegende Voraussetzung für eine reibungslose, termingerechte und effiziente Abwicklung der Bauarbeiten.

Ziel der Baustelleneinrichtung ist es, die Betriebsmittel mit kurzen Vorhaltezeiten und einer hohen Auslastung auf der Baustelle einzusetzen. Entgegen den gestellten Anforderungen können trotz optimaler Vorplanung infolge technischer und lokaler Zwangssituationen häufig keine Idealzustände erzielt werden.

2. Definition Baustelleneinrichtung

Unter der Baustelleneinrichtung wird die Gesamtheit der im Bereich einer Baustelle erforderlichen Produktions-, Lager-, Transport- und Arbeitsstätten verstanden, die für die Errichtung, den Umbau oder die Sanierung einer baulichen Anlage erforderlich sind.

Ausstattung:

- Sozial- und Büroeinrichtungen (z.B. Pausen-, Umkleide-, Sanitär- und Besprechungsräume, ggf. Mannschaftsquartiere und Kantinen)
- Lagerräume, Magazine und Lagerflächen
- Erschließung (Baustraßen, Begehungssteige, Manipulationsflächen, Parkflächen)

- Kommunikationseinrichtungen (Funk, Telefon, etc.)
- Baustellensicherung, Sicherheits- und Schutzeinrichtungen (Einrichtungen zur Unfallverhütung) sowie Elemente zum Schutz der Umwelt (Brand-, Lärm- und Gewässerschutz)
- Spezielle Elemente der Baugrube, wie Baugrubensicherung und Wasserhaltung
- Abfallentsorgung, Wasserversorgung und Entsorgung
- Großgeräte (z.B. Seilbahn)

3. Baustelleneinrichtung bei ber Lawinerverbauung

3.1 Allgemeines

Ein mögliches Anbruchgebiet von Lawinen ist im Allgemeinen freies, zwischen 30° und 50° steiles Gelände. Die generell exponierte Lage, die Witterungseinflüsse, die Geländegegebenheiten sowie eine kurze Einsatzzeit während der Sommermonate (ca. 3 Monate) im Hochgebirge sind kennzeichnend für die Baufelder einer Lawinerverbauung. Die Anforderungen betreffend Baustelleneinrichtung sind dementsprechend hoch.

Die Baustelleneinrichtung und damit verbunden die Baustellennebenkosten einer Lawinerverbauung sind mit einem üblichen Baustellenbetrieb kaum oder nur schwer zu vergleichen. Als Richtwert für den Anteil an den Gesamtkosten werden in der Bauleitung Bludenz zwischen 10 und 20% für die Baustelleneinrichtung einkalkuliert. Aufgrund des hohen Kostenanteils ist auf eine ständige Weiterentwicklung aus logistischer und finanzieller Sicht ein besonderes Augenmerk zu legen.

Die Einrichtung und Aufschließung einer Lawinenaustelle ist eine schwierige Aufgabe, die vom Planer, Partieführer und Lokalbaufüh-

rer genaue Überlegungen erfordert. In gemeinsamen Begehungen werden die Möglichkeiten und Erfordernisse besprochen. Nach technischen, sicherheitstechnischen und ökonomischen Gesichtspunkten wird dann eine möglichst optimale Entscheidung getroffen. Überlegungen betreffend Einrichtung und Situierung der Verbauungsmaterialien wie auch Unterbringung und Versorgung der Arbeitskräfte sind von großer Bedeutung.

Bei den Baustellen im Bereich Lawinerverbauung ist die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen besonders wichtig. Gefährdung durch Witterung (Blitzschlag, Wind, Schnee, Vereisung), Absturz oder Steinschlag sind so weit wie möglich zu minimieren. Trotz stetig steigendem Kostendruck muss die Sicherheit der Beschäftigten an erster Stelle stehen. In zweiter Linie ist auf Wirtschaftlichkeit und Effizienz in Bezug auf die Einrichtung zu achten. Wird jedoch der Aufwand für die Sicherheitsmaßnahmen unverhältnismäßig hoch, können ganze Bauvorhaben unrentabel werden (z.B. Lawinerverbauungen in extremen Steinschlag- und Felssturzgebieten).

4. Maßnahmen zur Optimierung

4.1 Allgemeines

Auf den Baufeldern von Lawinerverbauungen sind nur kurze Einsatzzeiten während der Sommermonate (2-4 Monate/Jahr) möglich. Besonders größere Bauvorhaben machen daher ein häufiges Einrichten und Absiedeln der Baustelle erforderlich.

Die exponierten Standorte von Lawinerverbauungen führen zu aufwendiger Einrichtung durch hohe Transportkosten. Die Materialtransporte für Baustoffe sind ebenfalls ein hoher Kostenfaktor. Zudem erhöhen lange, unproduktive Anmarschzeiten der Beschäftigten den Bruttomittellohn.

4.2 Erschließung/ Infrastruktur

4.2.1 Wegebau

In der Vergangenheit wurden die Lawinenaustellen meist durch Wege erschlossen. Beispielsweise werden zur Überwindung von 1.000hm (800-1800m SH) etwa 8km Wegebau benötigt. Bei Durchschnittskosten von € 100,-/lfm Wegebau ergibt dies eine Summe von € 800.000,- für die Erschließung durch die Straße.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die laufenden Instandhaltungskosten (ca. 0,1 €/lfm/Jahr) während der Bauzeit.

Die Erschließung durch eine Straße ermöglichte die Manipulation der in der Vergangenheit höheren Transportgewichte. Die ehemals erstellten Betonfundamente benötigten ca. 0,5t Beton je lfm Schneebrücke.

Weiters ist der Bau von Weganlagen oft wichtig für die künftige forstliche Betreuung des Einzugsgebietes aber auch für die tägliche Anfahrt der Arbeiter.

Optimierungsmöglichkeiten

- Minimierung des betreuungsintensiven Wegebbaus (Verzicht bei großen Eingriffen)
- Vollständiger Verzicht bei kleinen Baufeldern

4.2.2 Seilkran

Zur unmittelbaren Erschließung der Baustelle wird im Regelfall im Anschluss an den Weg ein Seilkran verwendet.

Die Herstellungskosten für den Seilkran liegen bei etwa € 60,- bis 80,- je lfm. Zur Überwindung von 500 Höhenmetern sind ca. 1.500 lfm nötig.

Durch die hohen Fixkosten (Herstellungskosten) eines Seilkranes stellt sich nur bei großen Transportmengen eine Amortisation desselben ein. Je geringer die Menge der Stützver-

bauungen, desto unrentabler der Seilkran (siehe Tabelle 2).

Die Vorteile beim Seilkran sind die Witterungsunabhängigkeit sowie die Unabhängigkeit von der Helikopter Verfügbarkeit. Zudem sind Transporte von höheren Lasten möglich. Der Seilkran ist aufgrund der Lärmvermeidung auch für Verbauungen in Vogelschutzgebieten nach FFH-Richtlinie oder in Siedlungsnähe von Vorteil.

Ein Nachteil von Seilkranen ist die mögliche Lawinengefährdung der Anlage und ein daraus resultierender Schaden, da diese meist nur beschränkt auf Schneebelastungen (hangparalleler Schneedruck, Eisanhang) bemessen ist. Ein weiterer Nachteil ist die hohe Belastung der Arbeiter bei der Montage (Teilgewichte von bis zu 250kg/Stk.) Zudem stellt die Belieferung mittels Seilkran bei stark zergliederten Baufeldern nicht unbedingt die optimale Lösung dar (Quertransporte).

Optimierungsmöglichkeiten

- Verwendung von ferngesteuerten Seilwinden (Einsparung der Maschinisten an der Seilwinde)
- Verwendung von ferngesteuerten Laufwagen zu Verringerung der Schaltwege und Schaltzeiten (höhere Transportleistung)
- Vollständiger Verzicht bei kleinen Baufeldern
- Verzicht bei zergliederten Baufeldern
- Zusätzliche Holzbringungen mit derselben Seilkrananlage

4.2.3 Hubschrauber

Bei sämtlichen Maschinen und Konstruktionen, welche für die Lawinenaustellen erforderlich sind, wird darauf geachtet, das Gesamtgewicht von 900 kg nicht zu überschreiten. Dadurch ist bei den meisten Transportflügen der Einsatz der günstigeren Hubschrauber möglich.

TYP	NUTZLAST	ANZAHL in Vorarlberg	KOSTEN
BELL 205 A1 T53/17a	ca.1200 kg	1	€ 45/min
AS 315 B3 Equireuil bzw. SA 315 B3 Lama	ca. 900 kg	7	€ 28/min

Tab. 1: Vergleich Hubschrauber

Tab. 1: Comparison of helicopters

Wie in der Tabelle 1 ersichtlich können von den lokalen Helikopteranbietern 7 Hubschrauber mit Nutzlasten bis 900kg und nur 1 Hubschrauber bis 1200kg bereitgestellt werden.

Ausgehend von einem Höhenunterschied von 400m wird beim Helikopter eine Rotation mit 4 Minuten angenommen. Eine Rotation ist jene Zeit, welche für das Anhängen der Last am Lagerplatz, den Flugtransport zur Baustelle inkl. Aushängen der Last und den Rückflug zum Lagerplatz benötigt wird.

Die Vorteile beim Arbeiten mit dem Hubschrauber sind die geringen Kosten für die Baustelleneinrichtung (Erschließung) und die Möglichkeit zur raschen Belieferung. Die Montagearbeiten für die Arbeiter der Wildbach- und Lawinerverbauung sind zudem relativ schonend. Wenn im Herbst aufgrund von Schneefall ein Zu- und Abtransport über die Straße oder den Seilkran nicht mehr möglich ist, können mit dem Hubschrauber noch Transporte durchgeführt werden (längere Bausaison). Händisches Manipulieren und Montieren von Stahlteilen auf der Baustelle wird minimiert, da vielfach die Schneebrücke im Tal mit LKW-Kran montiert werden kann. Dies führt zu einer Entlastung der Arbeitskräfte (Wirbelsäule). Die Schneebrückenteile wiegen zwischen 50 und 250kg.

Nachteil beim Hubschrauber ist die Abhängigkeit von der Witterung. Weiters besteht für die Arbeiter ein Risiko durch das Arbeiten unter schwebenden Lasten. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass

die Arbeiter bei Einsatz des Hubschraubers unter sehr großem Stress stehen, da die Montage bei extremem Lärm und Luftverwirbelungen durch den Abwind des Hubschraubers erfolgt. Die Abwinde führen

auch zu erhöhter Steinschlaggefahr.

Zudem ist der Hubschrauber mit der schwebenden Last bei dem ständig vorhandenen Wind im Hochgebirge instabil, was zu Schwierigkeiten beim Setzen der Schneebrücken führt.

Optimierungsmöglichkeiten

- Gewichtsabstimmung der Einzelteile auf den günstigsten Hubschrauber (Container, Kompressoren, Tanks usw.)
- Verbesserung der Paketierung
- Vermeidung von Leerflügen durch verbesserte Einsatzplanung
- Vermeidung von Umsetzflügen durch technische Verbesserungen (z.B.: Schlauchlängen)

4.2.4 Polaris – Geländefahrzeug

(Variante zu Wegebau)



Abb. 1: Polaris Ranger 700 - 4x4 (typisiert für 6 Personen)

Fig. 1: Polaris Ranger 700 - 4x4 (adapted for 6 people)

Dieses Geländefahrzeug wurde von der Bauleitung Bludenz als Transportmittel für die Arbeiter auf diverse Höhenbaustellen angeschafft. Im Fahrzeug können bis zu 6 Personen transportiert werden. Der Tagessatz für den Polaris liegt bei € 120,-.

Die Kosten für den Bau von Wegen bzw. Begehungssteigen entfallen ebenso wie deren ständige Betreuung. Es ist jedoch eine für das Fahrzeug befahrbare Trasse (z.B.: Viehtriebweg, Wanderweg, Alpflächen) notwendig. Die maximale Steigleistung beträgt ca. 30-50%.

Der Flurschaden durch den Polaris ist relativ gering, es sind meist keine Sanierungen erforderlich.

Optimierungsmöglichkeiten

- Gerätmietung statt Ankauf
- Trassenverbesserung durch geringfügige Geländeingriffe

4.2.5 Vergleich Erschließungsmethoden am Beispiel der Erzberglawine Klösterle

Personal	40	€/h		
Polaris Geländefahrzeug	120	€/Tag		
Hubschrauber	28	€/min		
Seilkran Erstellung	80	€/lfm		
Wegebau Erstellung	100	€/lfm		
Seilkran Betrieb	240	€/h		
Wegebau Erhaltung	0,1	€/lfm Weg/Jahr		
Jahresbauvolumen	500	lfm/Jahr		
Zeitraum	60	AT		
Arbeiter	6	Personen		
Angang	1	h/300 hm		
Anfahrt Weg	0,1	h/300 hm		
Anfahrt Polaris	0,35	h/300 hm		
Seilbahntransport	12	lfm Werke/h		
Höhenunterschied bis Baufeld	430	m		
Mittlere Resthöhe Baufeld	150	m		
	1	2	3	4
Varianten	1000	2000	2700	6000

	Weglänge [lfm]	Seilbahn [lfm]	Hub-schrauber [min/lfm]	Aufwand Personal [h/lfm]	Aufwand Personal Anreise p.p [h/lfm]	Gesamtkosten Variante 1 [€/lfm]	Gesamtkosten Variante 2 [€/lfm]	Gesamtkosten Variante 3 [€/lfm]	Gesamtkosten Variante 4 [€/lfm]
Wegebau & Hubschrauber	4300		0,3	0,2	0,5	466	250	195	107
Wegebau & Seilkran	4300	429	0,1	1,0	0,5	526	294	234	139
Seilkran		1657	0,1	1,0	1,4	234	166	149	121
Hubschrauber			2,5	0,2	1,4	134	134	134	134
Seilkran & Polaris		1657	0,1	1,0	0,7	221	154	136	109
Hubschrauber & Polaris			2,5	0,2	0,7	121	121	121	121

Tab. 2: Vergleich Erschließungsmethoden Erzberglawine

Tab. 2: Comparison of methods for construction preparations, Erzberglawine

In der Tabelle 2 werden die verschiedenen Erschließungsmöglichkeiten am Beispiel Erzberglawine bei unterschiedlichen Varianten (1.000 lfm – 6.000 lfm) gegenübergestellt. Es zeigt sich hierbei, dass Wegebau und Seilkranbau erst bei wirklich großen und langjährigen Verbauungen (z.B.: Variante 4 – 6.000 lfm) kostenmäßig interessant werden können. Im Regelfall bleibt die Erschließung mit dem Hubschrauber (in diesem Beispiel in Kombination mit Geländefahrzeug Polaris) die kostengünstigste Variante.

Eine Entscheidung über die Erschließungsmethode ist jedoch individuell zu betrachten. Je nach zusätzlichem öffentlichem Interesse (forstliche Betreuung, usw.) kann die Entscheidung trotzdem zu Gunsten einer Weganlage gefällt werden.

4.3 Unterkünfte

4.3.1 Stationäre Arbeiterlager mit Schlafmöglichkeit und Küche

Seit dem Jahre 1995 werden im Bezirk Bludenz keine stationären Arbeiterlager mehr gebaut, seit 1999 gibt es auch keine Baustellenküchen mehr.

Die Errichtungskosten für ein befestigtes Arbeiterlager belaufen sich auf € 70.000,- bis € 100.000,-. Das Lager ist nicht für ein weiteres Baufeld verwendbar. Grund dafür sind die fortwährend schrumpfenden Partiegroßen (5-8 Mann pro Baustelle) durch die fortschreitende Mechanisierung. Weiters konnte festgestellt werden, dass auf-



Abb. 2: Helikoptertaugliche Mannschaftscontainer

Fig. 2: Helicopter transported shelters

grund der verbesserten Mobilität der Arbeitnehmer die Bereitschaft zur Übernachtung auf den Baustellen gesunken ist.

4.3.2 Leichtbaucontainer

Nunmehr werden transportierfähige, mehrfach verwendbare Leichtbaucontainer verwendet. Die Mannschaftscontainer der Bauleitung Bludenz sind Sonderanfertigungen, welche für den Flugtransport geeignet sind. Die Außenabmessungen liegen bei l-3m, b-1,96m, h-2,43m. Diese Abmessungen ermöglichen auch den Transport auf Lastkraftwagen bei geschlossenen Bordwänden.

Die seit 1999 angeschafften Hubschraubercontainer verfügen über akzeptable Wärmeisolierwerte, Ent- bzw. Belüftungsschieber für eine Diagonaldurchlüftung sowie einen freitragenden verschweißten Stahlrahmen mit Hebelaschenanschlag (Faradayscher Käfig – Schutz vor Blitzschlag).

Das Eigengewicht eines solchen Flugcontainers inkl. aller Einbauten (Sitzbänke, Heizung, Tisch, Aufstiegsleiter, usw.) liegt bei 750 kg. Dadurch ist die Manipulation mit dem kostengünstigeren, kleinen Hubschrauber (€ 28,-/min) möglich.

Optimierungsmöglichkeiten

- Gewichtsangepasste Container verwenden
- Beschränkung auf unbedingt notwendige Behausungen
- Vermeidung von Übernachtungen auf Baustellen

4.4 Hanggerüste

In der Vergangenheit wurden die Gerüste vor Ort komplett aus Holz erstellt. Dies verursachte einen hohen Montage- und Transportaufwand sowie hohe Verschnittkosten. Eine Weiterentwicklung wurde durch die Konstruktion von vorgefertigten verstellbaren Holzböcken erreicht.



Abb. 3: Früher: Holzgerüste

Fig. 3: Previous: wooden scaffolding



Abb. 4: Heute: Konsolengerüst

Fig. 4: Current: truss scaffolding

Die heute bei der GBL Bludenz eingesetzten Hanggerüste bestehen aus Aluminium-Stahl-Konsolen. Sie verfügen über Absturzsicherungen mit abnehmbaren Geländerstützen (bemessen auf 600 kg/Konsole). Diese ermöglichen eine schnellere Montage. Zusätzlich sind die Konsolen für verschiedene Hangneigungen variabel einstellbar.

Optimierungsmöglichkeiten

- Verwendung standardisierter Gerüstböcke
- Vermeidung von übermäßigem Einsatz von Gerüstholz
- Verwendung variabel einstellbarer Konsolen in gegliedertem Gelände

4.5 Maschinen

Die wichtigsten Geräte im Lawinenverbau sind

- Ankermörtelpumpe
- Bohrgeräte
- Hydraulikaggregate
- Kompressoren

4.5.1 Ankermörtelpumpe

Die luftbetriebenen Ankermörtelkolbenpumpen sind Voraussetzung für die moderne Schneebrückenfundierung mit Ankern und Mikropfählen (Einführung in VlbG. 1990). Sie ermöglichen die erforderlichen Einpressdrücke zum Einbringen des Ankermörtels über die Anker in das Bohrloch. Die immer häufiger verwendeten Ankermörtelpumpen in der Bauleitung Bludenz sind Kolbenpumpen mit hydraulischem Antrieb.

Die neuen Ankermörtelpumpen mit reinem Hydraulikbetrieb sind zudem ökologisch verträglicher. Die Pumpen werden mit biologisch abbaubarem Hydrauliköl betrieben.

Vergleich der techn. Daten – siehe Tabelle 3.



Abb. 5: Ankermörtelpumpe mit hydr. Antrieb

Fig. 5: Grout pump with hydraulic propulsion

In Vorarlberg wurden bisher ausschließlich Kolbenpumpen zum Verpressen der Anker und Mikrospfähle verwendet. Dies hat den Vorteil gegenüber den vielfach verwendeten Schneckenpumpen, dass wesentlich höhere Verpressdrücke und damit eine höhere Qualität der Verankerungen erzielt wird. Die verwendeten Kolbenpumpen haben einen gesonderten Mischbehälter mit Rührwerk. Dadurch können einwandfreie Mischergebnisse erzielt werden. Die chemischen Zusätze des Mörtels erfordern oft lange Mischzeiten, um wirksam zu werden (Verflüssiger, Porenbildner, etc.). Diese Zeiten werden bei Schneckenpumpen, wo der Mörtel erst in der Pumpschnecke vermischt wird, nicht erreicht.

Vorteile der hydraulischen Kolbenpumpen:

- Höhere Mischleistung
- Höhere Pumpleistung
- Fernsteuerungen erübrigen den teuren Einsatz von Funkgeräten (viele Schäden durch Staub) und ermöglichen eine bessere Dosierung
- Frostunempfindlich bei niedrigen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit
- Minimale Lärmentwicklung
- Geringer Treibstoffverbrauch

	Hydraulische Pumpe	Pneumatische Pumpe
Mörteldruck	120 bar	100 bar
Förderleistung	30 l/min	10 l/min
Antriebsleistung gesamt	17 Kw	30 Kw
Reichweite	200 m	80 m
Quirlbedienung	beidseitig drehbar	einseitig drehbar
Vorratsbehälter	220 l	70 l
Kippbarkeit Vorratsbehälter	ja	ja
Mischbehälter	190 l	70 l
Funkfernbedienung	ja	nein
Geräuschentwicklung	beinahe geräuschlos	100 dBA
Gewicht	300 kg	130 kg

Tab. 3: Vergleich Ankermörtelpumpensysteme

Tab. 3: Comparisons of anchor grout systems

4.5.2 Bohrgeräte

Die Löcher für die Trägerverankerungen von Stahlschneebrücken werden in der Regel mit Bohrgeräten, die wie folgt aufgebaut sind, gebohrt.

- Lafettenkörper mit hydraulischem Vorschub
- Sattel
- Drehmotor
- Imlochhammer
- Befestigungselement mit Stützfuß

Bei geologisch ungünstigen Verhältnissen (Bohrloch fällt zu) wird ein verstärkter Drehmotor mit einer Verrohrung verwendet. Alternativ kann bei Hangschutt ohne zu große Hohlräume mit selbstbohrenden Ankern gearbeitet werden. Dazu wird ein leistungsfähiger Außenlochhammer benötigt.

	Hydr. Drehmotor	Pneum. Drehmotor
Drehmoment	930 Nm	400 Nm
Antriebsleistung Hydraulikaggregat	17 Kw	
Antriebsleistung Kompressor		35 Kw

Tab. 4: Vergleich hydraulische vs. pneumatische Drehmotoren

Tab. 4: Comparison of hydraulic-pneumatic rotation motor

	Hydr. Außenlochhammer	Pneum. Außenlochhammer
Drehmoment	370 Nm	85 Nm
Schlagenergie	85 Joule	ca. 45 Joule
Antriebsleistung	26 Kw	40 Kw

Tab. 5: Vergleich Außenlochhammer

Tab. 5: Comparison of anchor drill bits

In der Vergangenheit wurden pneumatische Bohrgeräte verwendet. Für den Vorschub, den Drehmotor, den Hammer (Schlagbewegung) und auch die Spülung des Bohrhammers wurde Druckluft verwendet. Dabei waren zwei Kompressoren mit einer Leistung von je 5,5m³/min erforderlich.

Parallel dazu wurde auch mit Hydraulikantrieb gearbeitet. Dabei wird der Vorschub wie auch der Drehmotor des Bohrgerätes hydraulisch betrieben. Ebenfalls hydraulisch betrieben wird der Stützfuß, welcher zur Einstellung der richtigen Höhe der Lafette benötigt wird.

Je nach Beschaffenheit des Gesteins wird das Bohrsystem hydraulisch betrieben (bei Bohrung mit Selbstbohrankern im Lockergestein). Verrohrte Bohrungen und Bohren mit Selbstbohrankern sind nur mit hydraulischem Antrieb sinnvoll. Die hydraulischen Drehmotoren haben wesentlich höhere Drehmomente bei ähnlichem Gewicht und geringerem Energieeinsatz.

Generell ist das flüssige Medium (hydraulisch) zur Energieübertragung wesentlich effizienter (höhere Bohrleistung bei geringerem Energieverbrauch).



Abb. 6: Bohrgerät im Einsatz

Fig. 6: A hole-borer in use

Gewichtsoptimierung bei Bohrgeräten

Eine deutliche Erleichterung für die Arbeitskräfte wird durch die Gewichtsreduktion von häufig verwendeten Baugeräten erreicht. Jahrelanges Heben von schweren Lasten führt häufig zu Rückenproblemen der Arbeiter. Durch die Gewichtsoptimierung von Baugeräten bzw. Materialien sollen Langzeitschäden an der Wirbelsäure verringert werden.

Zur Gewichtsreduktion wurden im Bauhof der Gebietsbauleitung Bludenz ein Rollensattel in Aluminium sowie eine Stützfußbefestigung in Aluminium entwickelt. Zusätzlich werden teils dünnwandige Stahlbleche (Hardoxblech) verwendet, was eine Gewichtsreduktion von 40kg bei der Lafette bewirkt.

Der Steuerstand ist durch eine Ausführung in Alu 5 kg leichter. Dadurch wird eine Schonung der Arbeitskräfte und Steigerung der Leistung erreicht.



Abb. 7: Hydraulischer Außenlochhammer beim Einbau von Selbstbohrankern

Fig. 7: Use of hydraulic anchor drill bits to assemble self-drilling-anchors

4.5.3 Hydraulikaggregate

Bei den Hydraulikaggregaten erfolgte in den letzten Jahren eine Optimierung.

	Aggregate Neu	Aggregate Alt
Pumpenleistung	80 l/min	40 l/min
Maximaldruck	200 bar	160 bar
Gewicht	500 kg	300 kg

Tab. 6: Vergleich Hydraulikaggregate

Tab. 6: Comparison of hydraulic alternators

4.5.4 Kompressoren

Auch bei den Kompressoren hat die Bauleitung Bludenz begonnen auf leistungsfähigere Geräte umzustellen. Moderne Motoren ermöglichen eine größere Leistung bei gleichem Gewicht.

Aus der Tabelle 7 ist ersichtlich dass durch die Verwendung von leistungsstärkeren Kompressoren eine gravierende Treibstoffeinsparung und eine Reduktion der Flugzeiten erreicht werden konnte.

	Kompressor Neu	Kompressor Alt
Luftmenge	6,5 m ³ /min	3,5 m ³ /min
Maximaldruck	10 bar	10 bar
Motorleistung	63 kW	35 kW
Verbrauch	9,8 l/h	6 l/h
Gewicht	ca.900 kg	ca.800 kg
Benötigte Anzahl	1	2

Tab. 7: Vergleich Kompressoren

Tab. 7: Comparison of compressors

Der neue Kompressor reagiert zudem schneller, da die Synchronisation zweier Kompressoren wegfällt. Weiters sind die neuen Kompressoren mit Wasserabscheider und Druckluftheizung ausgestattet, wodurch besonders bei Frost und feuchter Witterung ein störungsfreier Betrieb gewährleistet ist.

Die Kompressoren verfügen über 2 Druckausgänge: 1x10 bar ohne Öler und 1x7 bar mit Druckluftöler. Der Vorteil liegt darin, dass es keiner separaten Druckminderer und Öler bedarf. Es wird somit ein gleichzeitiges Arbeiten von Bohrlafette (10 bar) und Handbohrgeräten wie Schrämhämmer (max. 7 bar) ermöglicht.

Um die Effizienz noch zusätzlich zu verbessern, wurden mehrere betriebsinterne Adaptationen an den Geräten vorgenommen:

1. Auspuffe: Kompressoren. Der Auspuff zeigt nach oben - das Abgas wird in die Abluft des Kompressors geführt. Dadurch wird der Brandschutz auf der Baustelle erhöht und Abgase können nicht vom Motor des Kompressors angesaugt werden. Dies hat früher oft zu raschen Verrußungen der Filter und Betriebsausfällen geführt.

2. Gestell: Während die serienmäßige Ausführung 60kg wiegt, liegt das Gewicht der Eigenkonstruktion (in Aluminium) bei 8 kg.



Abb. 8: Kompressoren

Fig. 8: Compressors

4.6 Treibstoffversorgung

Die in der Bauleitung Bludenz verwendeten Treibstofftanks erfüllen alle notwendigen Sicherheitsvorschriften und haben ein Eigengewicht von 350 kg. Mit einer Tankfüllung (550l) beträgt das Gesamtgewicht ca. 900 kg. Die Betankung wird vom jeweiligen Öllieferanten in der Talstation durchgeführt. Dieses Gewicht kann ebenfalls mit dem kleinen Hubschrauber auf die Baustelle geflogen werden.



Abb. 9: Treibstofftank: Gesamtgewicht von 900kg

Fig. 9: Fuel tank: total weight 900 kg

4.7 Wasserversorgung

Um die Transportkosten für die Wasserversorgung auf der Baustelle zu minimieren, werden auf den Höhenbaustellen Regenwasser und Schmelzwasser gesammelt. Dabei werden mittels einer Plane die Niederschläge bzw. Schmelzwässer in die Kunststofftanks geleitet.

Dadurch konnte auf diversen Baufeldern bei entsprechender Witterung der Wasserbedarf für die gesamte Sommersaison sichergestellt werden. Die Transportflüge dafür können entfallen oder zumindest reduziert werden.



Abb. 10: Mit Kunststoffplanen werden die Niederschläge gesammelt

Fig. 10: Collection of precipitation with a plastic awning

5. Anteil der Baustellenebenkosten

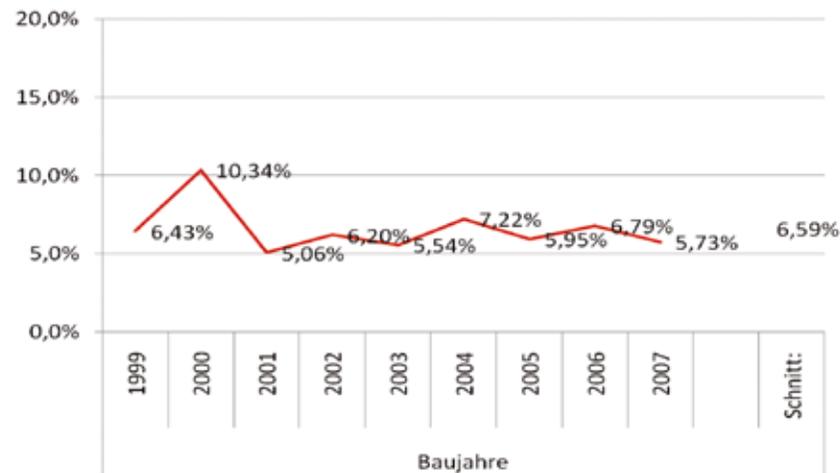


Abb. 11: Anteil der stark beeinflussbaren Nebenkosten

Fig. 11: Percentage of the manageable auxiliary costs

Eine Auswertung der letzten Jahre hat ergeben, dass in der Gebietsbauleitung Bludenz der Anteil der Baustellenebenkosten der entscheidenden BAS-Nummern (111_Unterkünfte, Übersiedlung, Infrastruktur sowie 112_Baugeräte aufstellen, abtragen) zwischen **6% und 7%** liegt. Seit Mitte der 90er Jahre wurden keine Erschließungsstraßen mehr gebaut, seit 2001 wurde auch kein Seilkran mehr errichtet.

Die weiteren BAS-Nummern bzw. Kosten, welche ebenfalls in die Baustelleneinrichtung fallen, wurden bewusst nicht berücksichtigt, da diese je nach Baustelle sehr individuell und schwer vergleichbar sind (z.B. Wegebau temporär, Schneeräumung, Ausholzen, usw.). Unter Berücksichtigung sämtlicher BAS-Nummern liegt der Anteil der Baustelleneinrichtung bei etwa **12%** der Gesamtkosten.

6. Übersicht Einsparungsmöglichkeiten

Kategorie	Optimierungsmaßnahme	Einsparung
Erschließung	Minimierung von Wegebauten	◦ Einsparung Wegebau- und Erhaltungskosten
	Minimierung von Seilkranbauten	◦ Einsparung Seilkranbau- und Erhaltungskosten
	Hubschraubereinsätze	◦ Einsparung Montage- und Transportkosten
	Polaris: geländegängiger Personaltransporter – Variante zu Wegebau und Fußmarsch	◦ Kein Wegebau inkl. Betreuung ◦ Reduktion der Gehzeiten ◦ Erhöhung Arbeitsleistung
Unterkünfte	Unterkünfte/Container: Reduktion Gewicht und Abmessungen	◦ Keine aufwendigen Baulager ◦ Leichte Flugcontainer (günstiger Hubschrauber, Manipulation kostengünstig)
Sicherheitseinrichtungen	Hanggerüste: Konsolen inkl. Absturzsicherung aus Aluminium	◦ geringer Holzbedarf ◦ raschere Montage ◦ variabel einstellbar (-65° Hangneigung) ◦ Sicherheitsfaktor
Geräte	Ankermörtelpumpe: hydraulischer Antrieb	◦ höhere Misch- und Förderleistung ◦ geringerer Verbrauch (Treibstoff) ◦ hohe Reichweite (weniger Manipulation) ◦ betriebssicher bei niederen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit ◦ geräuscharm ◦ bessere Dosierung durch Fernsteuerung
	Bohrgeräte: hydraulische Bohrsysteme	◦ höhere Bohrleistung ◦ keine Frostprobleme (Vereisungen) ◦ geringerer Verbrauch (Treibstoff) ◦ Gewichtersparnis (Umbauten)
	Hydraulikaggregat: Leistungssteigerung	◦ durch erhöhte Leistung (80l/min bei 200 bar) Bohrsystem mit Selbstbohranker möglich
	Kompressor: Reduktion Leistungsgewicht, Wasserabscheider, Luftheizung	◦ höhere Leistung ◦ weniger Kompressoren im Einsatz (platzsparend) ◦ geringerer Verbrauch ◦ höhere Betriebssicherheit, weniger Ausfälle ◦ kaum Vereisungen der Werkzeuge
Treibstoff	Treibstoffversorgung: neue Tanks	◦ doppelwandige Tanks (absturzsicher bis 2m) ◦ leicht (günstiger Hubschrauber)
Wasser	Wasserversorgung: aus Niederschlägen	◦ weniger Flugminuten für Wassertanks

Tab. 8: Übersicht Einsparungsmöglichkeiten

Tab. 8: Overview of options for cost reductions

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Ing. Alexander Battisti
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gbl. Bludenz
Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz
E-Mail: alexander.battisti@die-wildbach.at

DI Johann Kessler
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gbl. Bludenz
Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz
E-Mail: johann.kessler@die-wildbach.at

MATTHIAS GRANIG

10 Jahre Lawinenprävention mit modernster Technik

10 Years of Avalanche Prevention with High Technology

Zusammenfassung:

Anlässlich des zehnjährigen Bestehens der Stabstelle Schnee und Lawinen (SSL) in Schwaz fand am 16. März 2010 eine Rückschau auf das erste Dezennium der Dienststelle statt. Als Konsequenz der tragischen Ereignisse des Lawinenwinters 1999 wurde von der Wildbach- und Lawinenverbauung eine Stabstelle zum Themengebiet Schnee und Lawinen eingerichtet. Die Aufgabe der Stabstelle Schnee und Lawinen ist die österreichweite fachliche Unterstützung und Beratung der regionalen Gebietsbauleitungen der Wildbach- und Lawinenverbauung in schnee- und lawinenrelevanten Fragestellungen. Die SSL führt als Kernaufgabe mit Unterstützung modernster Technologien die Analyse von Lawinenszenarien anhand von Simulationsberechnungen durch. Mit ausgeklügelten Modellen als zusätzliche Werkzeuge zur Gefahrenbeurteilung und mit viel Know-how werden heute Lawinen auf Basis von hochauflösenden 3D-Geländeoberflächendaten simuliert und ausgewertet. Die Simulationen werden in der Gefahrenzonenplanung, bei Gutachten sowie für die Planung und Optimierung von Schutzmaßnahmen eingesetzt. Der vorliegende Bericht gibt Einblick in die Arbeit der SSL und einen Überblick über die wesentlichen Entwicklungen seit der Gründung vor 10 Jahren.

Summary:

The Centre for Snow and Avalanches (SSL) in Schwaz/Tyrol has been in existence for 10 years. To mark this occasion, on March 16, 2010 a review of the last 10 years showcased the work and developments in the centre, which is also the topic of this paper. The SSL was founded on April 4, 2000 as a consequence of the tragic avalanche events in 1999. It serves as a competence centre of the Austrian Service for Avalanche and Torrent Control to support the regional construction management in special questions of snow and avalanches. One of the main tasks is to develop avalanche models and to execute avalanche simulations with up-to-date and elaborate technologies. The data are used as an additional source of information in avalanche hazard mapping, in technical expertises as well as in the planning and optimisation of avalanche protection measures.

Einleitung

Das 10-jährige Bestehen der Stabstelle Schnee und Lawinen (SSL) wird zum Anlass genommen, um die Arbeit und Entwicklungen der Dienststelle näher vorzustellen. Als Konsequenz der tragischen Ereignisse des Lawinenwinters 1999 wurde von der Wildbach- und Lawinenverbauung eine Stabstelle zum Themengebiet Schnee und Lawinen eingerichtet. Diese Dienststelle wurde am 4. 4. 2000 in Schwaz in Tirol offiziell eröffnet. Die Aufgabe der Stabstelle Schnee und Lawinen ist die fachliche Unterstützung und Beratung der regionalen Gebietsbauleitungen der Wildbach- und Lawinenverbauung in schnee- und lawinenrelevanten Fragestellungen. Einen Kernbereich der Aufgaben stellen die Entwicklung von Lawinenmodellen und die Durchführung von Lawinensimulationen dar. Im Lawinenkataster sind 6018 Lawineneinzugsgebiete für ganz Österreich verzeichnet, wobei sich der Schwerpunkt auf die westlichen Bundesländer verteilt. Das Team der SSL besteht aktuell aus vier Mitarbeitern, wobei einer als externer Mitarbeiter für die Modellentwicklung angestellt ist. Pro Jahr werden 40-50

Lawinenprojekte mit bis zu 2000 Simulationen bearbeitet. Für die Gesamtübersicht der durchgeführten Simulationen wurde eine Lawinensimulationsdatenbank geschaffen, die mit dem Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) kompatibel ist. Diese Datenbank ermöglicht eine statistische Auswertung nach Lawinencharakteristika aller analysierten und eingegebenen Lawinen.



Abb. 1: Staublawinenabgang im Arlberggebiet

Fig. 1: Powdersnow avalanche (Arlberg)

Rückblick der Modellentwicklungen

Im Jahr **1999** wurde das Modell Samos mit einer Benutzeroberfläche für erste praktische Anwendungen freigegeben bzw. wurden Nachrechnungen der Galtürlawine durchgeführt. Das Modell Samos 99 ermöglichte erstmalig die Berechnung von gekoppelten Fließ- und Staublawinen durch den geschulten Praktiker.

Der Einsatz des Modells zur Unterstützung der Gebietsbauleitungen begann mit der Einrichtung der SSL im Jahr **2000**. Die zusätzliche Schneeaufnahme entlang der Sturzbahn konnte erst ab der Version aus dem Jahr 2001 berücksichtigt werden. Das numerische 2D-Modell Elba auf ArcView-Basis wurde im Rahmen einer Entwicklungszusammenarbeit an der Universität für Bodenkultur erarbeitet und von Beginn an in der SSL für die Berechnung von trockenen Fließlawinen eingesetzt. Für einfache Fragestellungen zur Lawinenausläufe wurde das Alpha-Beta-Modell nach Lied et al. 1995 verwendet.

Im Herbst **2001** wurde das Modell Aval1D aus der Schweiz beschafft. Die ersten praktischen Erfahrungen mit den vier Lawinenmodellen wurden in gebündelter Form auf der Interpraevent **2002** präsentiert.

Nach persönlichen Umbesetzungen in der Stabstelle konnten **2004** wieder

einige Akzente im Rahmen der Weiterentwicklung von Elba und Samos gesetzt werden (Elba+ und SamosAT). Seit Oktober 2004 findet jährlich ein Lawindynamik-Workshop in Schwaz statt.

Mitte **2005** wurde die Weiterentwicklung von Elba+ für die Anwender freigegeben. Das Lawinenmodell Elba+ wurde in die ArcGIS-Oberfläche implementiert und ermöglicht eine effiziente Datenein- und -ausgabe für die Simulationsberechnungen. Das Fließlawinenmodell hat sich seither aufgrund der benutzerfreundlichen Plattform, der hohen Sensitivität auf das Gelände und der plausiblen Ergebnisse bewährt.

Das auf Excel basierende Alpha-Beta-Modell wurde **2006** im Rahmen eines Entwicklungsprojektes der Stabstelle auf eine eigene übersichtliche Benutzeroberfläche gestellt und um eine Anwendermatrix zur näheren Bestimmung der Lawinencharakteristik erweitert.

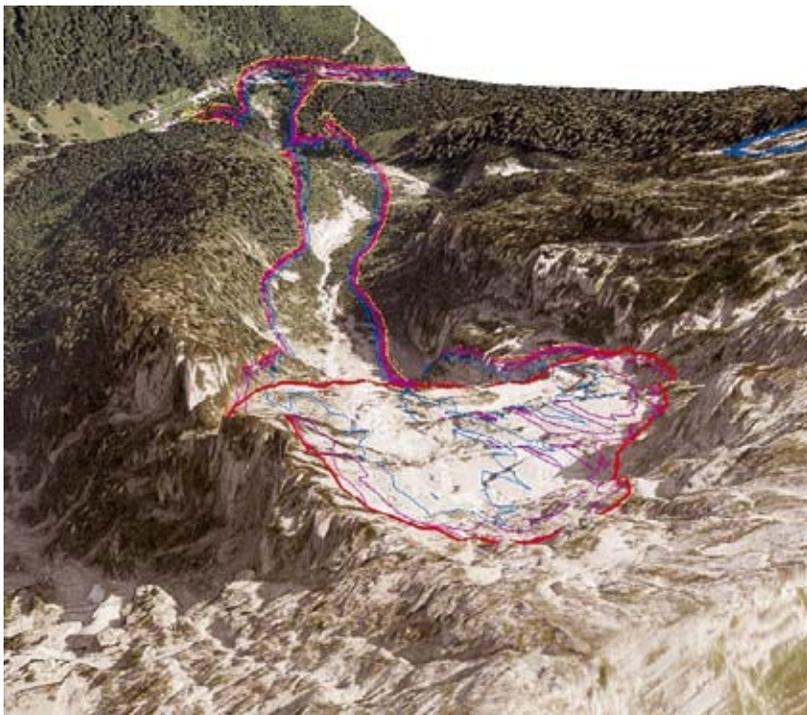


Abb. 2: Fließsimulation mit dem Lawinenmodell Elba+

Fig. 2: Dense flow simulation with Elba+

Ende **2007** konnte die intensive Entwicklungsarbeit von SamosAT fertiggestellt werden. Das Modell Samos wurde völlig überarbeitet und auf eine neue Berechnungsplattform gestellt, da sich aufgrund der technologischen Fortschritte neue Möglichkeiten für die Lawinenanalyse ergeben haben. Sowohl im Bereich der Fließlawinen als auch im Sektor der Staublawinen wurden substantielle Modifikationen und Verbesserungen vorgenommen. Seither können z.B. auch sekundäre Lawinenanbruchgebiete ausgelöst oder unterschiedliche Arten von zusätzlicher Schneeaufnahme in der Sturzbahn berechnet werden.

Die Ergebnisse der Kalibrierungsarbeit von SamosAT an 22 Referenzlawinen wurde im Rahmen der Interpraevent in Dornbirn im Mai **2008** vorgestellt. Um verbesserte Datengrundlagen für die Dimensionierung von Stützbauwerken im Lawinenanbruchgebiet und für die Ein-

gangsdaten der Lawinensimulationen zu erhalten, wurde mit der ZAMG Innsbruck ein Projekt zur Kartierung der Gesamtschneehöhenverteilung in Westösterreich gestartet.

Das Jahr **2009** war geprägt durch die Dokumentation der großen Lawinenereignisse im Februar und März, die Tagung in Galtür über die Prävention von Katastrophenlawinen sowie die Entwicklung des Dammtools zur Dimensionierung von Lawinenleit- und Auffangdämmen auf Basis der Schockwellentheorie (SATSIE, 2009). Die praktischen Erfahrungen mit SamosAT der letzten 2 Jahre wurden im Rahmen der Tagung ISSW09 in Davos dem internationalen Fachpublikum präsentiert. Mit dem Institut für Naturgefahren (BFW) in Innsbruck als Partner wurde das dreijährige Projekt „Optimos“ gestartet, um die nächsten Entwicklungsschritte für SamosAT zu erarbeiten. Dabei werden auch dynamische Lawinendaten von

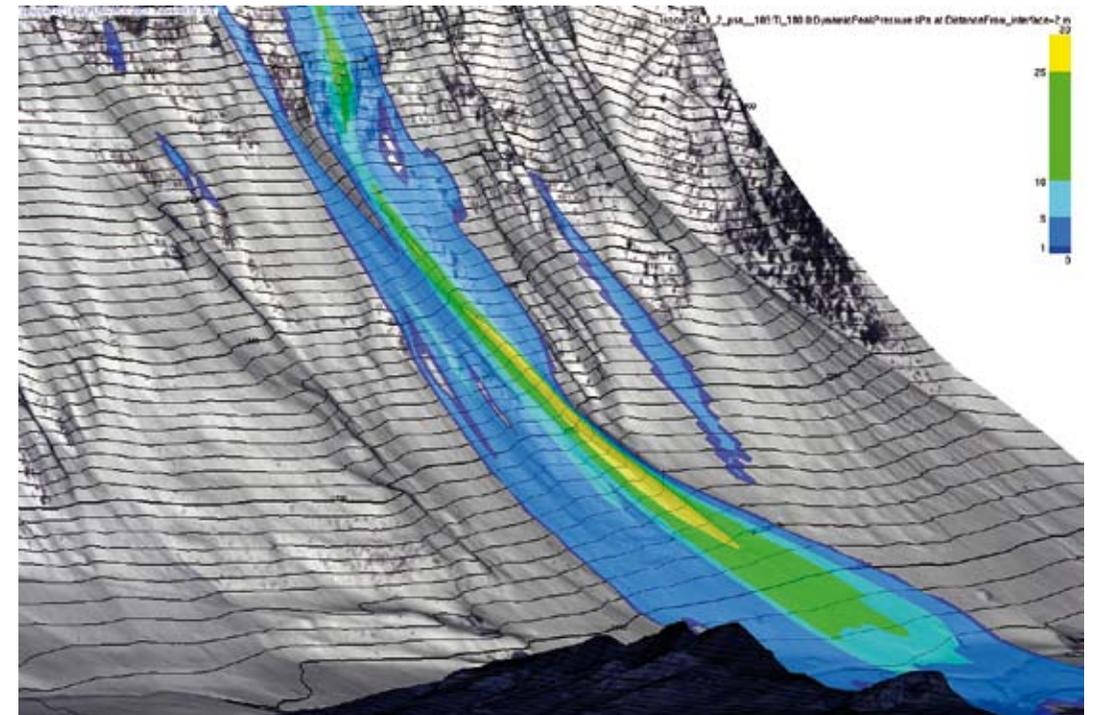


Abb. 3: Staublawinensimulation SamosAT

Fig. 3: Powder snow avalanche simulation with SamosAT

z.B. Lawinenradarmessungen zur Validierung des Modells eingesetzt. Das Alpha-Beta-Modell 06 wurde um drei Regressionsgleichungen und um die Eingabe von Monitoring-Punkten erweitert. Seit dem Release der ersten Version `06 wird das Modell in der Wildbach- und Lawinerverbauung für erste rasche Einschätzungen eingesetzt.



Abb. 4: Berechnungsplattform Alpha-Beta-Modell 09

Fig. 4: User interface of the Alpha-Beta-Model09

Im April **2010** wurde der Bericht über die Kalibrierung des neuen Suspensionsmodells von SamosAT fertiggestellt und die Ergebnisse im Rahmen der diesjährigen EGU in Wien vorgestellt. Das Modell RAMMS (Rapid Mass Movements) wurde vom SLF im Frühjahr für den allgemeinen Benutzer nach einer entsprechenden Einschulung freigegeben und erweitert das Repertoire der SSL.

Verbindung aus Technik und Lawinen

Mit Hightech und viel Know-how werden heute Lawinen auf Basis von 3D-Geländeoberflächen-daten aus hochauflösenden Laserscandaten simuliert. Bedenkt man, dass vor einigen Jahren noch eigene fotogrammetrische Auswertungen mit Bruchkanten notwendig waren, um ausreichend

genaue digitale Geländedaten mit 5-10-m-Raster zu erhalten, so kann heute in den meisten Fällen (über 92%) bereits auf airborne Laserscandaten mit 1-m-Punktraster zurückgegriffen werden.

Heute stehen eine Reihe von Lawinenmodellen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen bzw. spezifischen Einsatzgebieten zur Verfügung, die bei entsprechender Verwendung in Kombination mit den Erhebungen vor Ort und der Chronik ein umfassendes Bild des Gefahrenpotenzials einer Lawine ergeben. Die Datenermittlung im Gelände vor Ort ist ein wesentlicher Bestandteil für die Durchführung von Simulationen. Damit werden die für Siedlungen gefährlichen Lawinen genau analysiert und ausgewertet und so wird in Folge die Prävention der Lawinengefahren ermöglicht. Im Allgemeinen werden die Simulationen der SSL von den Gebietsbauleitungen in der Gefahrenzonenplanung, in der Sachverständigentätigkeit oder für die Planung und Optimierung von Schutzmaßnahmen eingesetzt. Lawinendämme und Anbruchverbauungen können mithilfe der Modelle grundsätzlich überprüft werden, um einen effizienten Ressourceneinsatz zu unterstützen. Mit dem Programm Civil3D werden die Lawinendämme konstruiert und schließlich in das digitale Geländemodell für die weiteren Untersuchungen integriert. Die Stabstelle Schnee und Lawinen führt als Unterstützungsleistung die Erstellung von Gefahrenzonenplänen (Lawinenteil) aus, wie in Brandberg, Sölden, Mayrhofen, Flattach oder Nauders.

In den letzten 10 Jahren konnte ein großes Maß an Wissen und Erfahrung gesammelt und in der täglichen Arbeit mit Lawinen umgesetzt werden. Dieses Know-how wird sowohl österreichweit als auch international im Rahmen eines fachlichen Austausches eingesetzt.

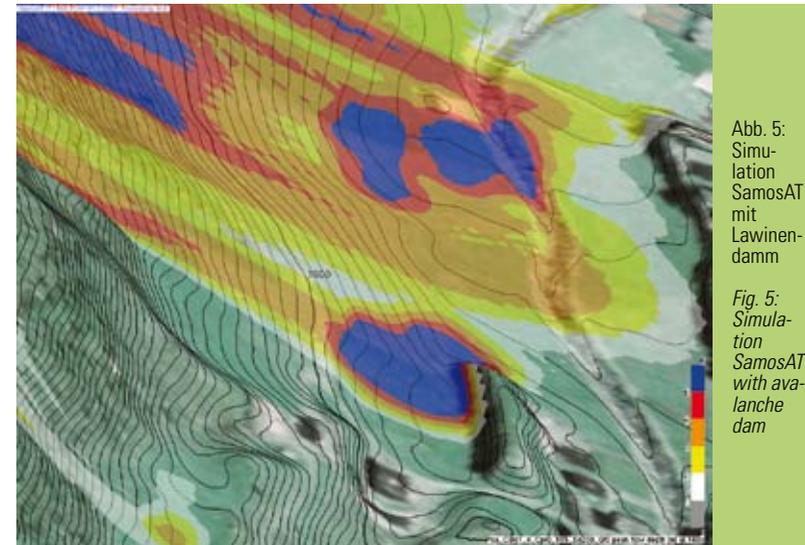


Abb. 5: Simulation SamosAT mit Lawinendamm

Fig. 5: Simulation SamosAT with avalanche dam

Um den Wissenstransfer zu fördern, werden die neuesten Erkenntnisse am Sektor Lawinensimulation und Modellentwicklung im Rahmen von Schulungen und Workshops weitergegeben. Die SSL veranstaltet dazu einmal jährlich Mitte Oktober einen Lawindynamik-Workshop in Schwaz mit rund 50 Teilnehmern aus Österreich, Bayern, Südtirol und der Schweiz, um die aktuellsten Fragestellungen auf diesem Sektor im Fachkreis zu diskutieren.

Spezielle Fragestellungen

Die Stabstelle befasst sich weiters mit speziellen Fragestellungen wie der Standardisierung des permanenten technischen Lawinenschutzes (ON-Regel) in Bezug auf grundsätzliche Definitionen und Berechnungsmethoden, der Dimensionierung von Schutzbauwerken (z.B. Lawinendämme), sowie der Wartung und Instandhaltung der Bauwerke. Im Rahmen des Projektes Schneenetze wurde mit den Projektpartnern (BFW und Universität Innsbruck) eine umfassende Studie über die Belastungen, die Dimensionierung, die Eignung und die Lebensdauer von unterschiedlichen Schneenetzen erarbeitet. In Kooperation mit der

Universität für Bodenkultur und der Universität Innsbruck wurden Diplomarbeiten über Lawinenmodellierungen betreut. Im Auftrag der Abt. IV 5 des BMLFUW wurde die Dokumentation und Analyse der größeren Lawinenereignisse im Februar und März 2009 ausgeführt. Diese Studie mit neuen Referenzlawinendaten gab

wiederum Anstoß zu einer Weiterentwicklung (z.B. vertikales Staubgitter, Kalibrierung Suspensionsmodell 10) des Modells SamosAT.



Abb. 6: Analyse einer Lawine im Gelände

Fig. 6: Field survey of an avalanche

Resümee und Ausblick

In den vergangenen 10 Jahren wurde besonders die rasche Durchführung von Simulationsprojekten und die Modellentwicklung forciert. Die Erfahrungen aus der praktischen Anwendung der Simulationen wurden in die Verbesserung der Modelle SamosAT, Elba+, aber auch in das einfach handhabbare Alpha-Beta-Modell 09 reinvestiert. Somit wird eine schrittweise Annäherung und Verbesserung der Berechnung an die komplexen Prozesse in der Natur erreicht. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Modellierung eine Abstraktion der Wirklichkeit darstellt und letztlich immer der Mensch für die Berechnungen verantwortlich ist. Aufgrund der enormen Komplexität der Massenbewegungen muss auf das Hilfsmittel der Modellrechnung zurückgegriffen werden, um für den Menschen die Rechenleistung von tausenden Knotenpunkten zu übernehmen.

Die Entwicklung der nächsten (vierten) Generation der Modelle Elba+ und SamosAT ist bereits in Arbeit, um die neuen Erkenntnisse aus den Lawinenradarmessungen aus der Schweiz und Norwegen zu berücksichtigen. Der Blick zurück auf die vergangenen 10 Jahre der SSL soll die einzelnen Entwicklungsschritte verdeutlichen und den Blick nach vorne für die nächsten Projekte schärfen, um das erworbene Wissen und die Erfahrung in der täglichen Arbeit mit Lawinen gezielt einsetzen zu können.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl. Ing. Matthias Granig
Wildbach- und Lawinenverbauung
Stabstelle Schnee und Lawinen
Swarovskistrasse 22a
6130 Schwaz
matthias.granig@die-wildbach.at

Literatur / References:

CHRISTEN M., BARTELT P. und GRUBER U. (2002):
AVAL-1D: Numerische Berechnung von Fließ- und Staublawinen. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos.

GRANIG M. (2009):
Handbuch zum erweiterten Alpha-Beta-Modell09. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Stabstelle Schnee und Lawinen, Schwaz.

GRANIG M., SAUERMOSE S. (2009):
Ein Erfahrungsbericht über die Lawinenmodellierung aus der aktuellen praktischen Arbeit der WLW. Wildbach und Lawinenverbau, 73. Jahrgang, Heft Nr. 163., pp. 142-151, Salzburg.

JOHANNESON T., GAUER P., ISSLER D., LIED K. (Eds.) (2009):
The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments (SATSIE-Report), European Commission.

LIED K. et al., (1995):
Methoden zur Berechnung der Ausläuflängen von Fließlawinen im österreichischen Alpenraum. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung & Norwegisches Geotechnisches Institut NGL.

SAMPL, P., GRANIG M. (2009):
Avalanche Simulation with SamosAT. International Snow Science Workshop, ISSW09, Davos.

SAMPL, P. (2007):
SamosAT – Modelltheorie und Numerik. AVL List GmbH, Graz.

SAUERMOSE S., ILLMER D. (2002):
The Use of Different Avalanche Calculation Models Practical Experiences. International Congress Interpraevent 2002 in the Pacific Rim, Matsumoto, Japan, Congress publication, Volume 2, pp. 741-750.

SAUERMOSE S., HERBERT A., HAGEN F. (2003):
Recalculation of the Galtuer Avalanche with different simulation models – a comparison of the results. IGS Tagung, Davos.

STABSTELLE SCHNEE UND LAWINEN (2009):
Lawinen Ereignisdokumentation `09 - Bericht der Lawinenereignisse vom Februar/ März 2009 in Österreich. BMLFUW. 62pp. Wien.

VOLK, G. (2005):
Handbuch ELBA+. NIT Technisches Büro GmbH, Pressbaum.

ZWINGER, T. (2000):
Dynamik einer Trockenschneelawine auf beliebig geformten Berghängen. Dissertation Technische Universität, Wien.

Ihr verlässlicher Partner

GeoExpert



- ✓ unterstützt bei Gefahrenzonenplanung
- ✓ schützt vor Lawinen, Steinschlag und Muren
- ✓ begeistert mit aktueller GIS-Technologie

GeoExpert Research and Planning GmbH

Ingenieurbüro für Forstwirtschaft und Geologie

Brunhildengasse 1 - 1150 Wien - Tel. 01/367 44 05 - office@geoexpert.at - www.geoexpert.at



ZIVILTECHNIKERBÜRO DI WERNER TIWALD

staatl. beeid. u. bef. Ingenieurkonsulent f. Forst- und Holzwirtschaft,
Wildbach- und Lawinenverbauung
allg. beeid. u. gerichtlich zertifizierter Sachverständiger



Langseitenrotte 19
A-3223 Wienerbruck

Zweigstelle: Saurweinweg 5
A-6020 Innsbruck

Tel.: +43 (0) 2728 20404
Handy: +43 (0) 664 204 72 40
Fax: +43 (0) 2728 20408
E-mail: buero@tiwald.at
Home: www.tiwald.at

SIEGFRIED SAUERMOSER

Lawinenwinter 1999 – Zusammenfassung der Tagung in Galtür 2009

Avalanche Winter 1999 – Summary of the Conference in Galtür 2009

Zusammenfassung:

Im Juni 2009 wurde vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung und dem Land Tirol eine Tagung mit dem Titel „Lawinenwinter 1999 – Erfahrungen, Konsequenzen“ organisiert. Es wurden Autoren hauptsächlich aus den betroffenen Ländern Frankreich, Schweiz und Österreich eingeladen zu berichten, wie das Ereignis dort stattgefunden hatte und was sich seither im Lawinenschutz in den jeweiligen Ländern verändert hat. Die Tagung war in drei Teile gegliedert, der erste Tag galt dem Technischen Lawinenschutz und der Gefahrenzonenplanung, am zweiten Tag wurde eine Exkursion in das Anbruchgebiet der Wasserleiterlawine und zur Jamtalhütte durchgeführt und der dritte Tag war der Lawinenwarnung und der organisatorischen Katastrophenvorsorge gewidmet. 170 Experten aus 16 Nationen nahmen an dieser Tagung teil. Im Rahmen dieses Beitrages werden die wesentlichsten Neuerungen, welche insbesondere für die Praxis der Lawinenvorsorge in Österreich wichtig sind, zusammengefasst. Vorweg sei erwähnt, dass die größten Neuerungen nicht im Bereich des baulichen Lawinenschutzes und der Gefahrenzonenplanung, sondern im Bereich der Organisation der Frühwarnung und des Katastrophenmanagements durchgeführt wurden. In diesen Bereichen hatten sich auch die größten Lücken im Jahre 1999 gezeigt.

Summary:

In June 2009 a conference was organised together with the Provincial Government of Tyrol in Galtür. The topic of the conference was the extraordinary avalanche winter 1998/99 and the experiences and consequences of this events within the Alps. Authors from the most affected countries of Austria, Switzerland and France were invited to report how the avalanche winter was experienced in the countries and what has changed in avalanche protection since then. The conference was split up into three parts, the first day was dedicated to technical avalanche protection and avalanche hazard mapping, on second day a field trip was organised and the topic of the third day was catastrophe management and avalanche warning. 170 experts from 16 different countries took part at this conference. The following report summarises the most important results. It has to be mentioned that most of the innovations since 1999 were made in avalanche warning and catastrophe management and not in hazard mapping or technical avalanche protection. In the field of catastrophe management, the greatest slips occurred in the winter of 1998/1999.

1. Einleitung

Der Lawinenwinter 1999 ist jener, der neben den Wintern 1935, 1951, 1954, 1968 und 1970, in die Chronik der extremen Lawinenwinter im Alpenraum des 20. Jahrhunderts eingegangen ist. Dies gilt für alle betroffenen Länder, das sind insbesondere Frankreich, die Schweiz und Österreich. Insgesamt waren bei dem Ereignis im Februar 67 Todesopfer zu beklagen. Die Lawinenchronik des 20. Jahrhundert zeigt kein Ereignis, bei dem alle drei genannten Länder mit gleicher Wucht betroffen waren, dies zeigt auch den Umfang des Niederschlagsereignisses, welches sich in drei Phasen beginnend Ende Jänner 1999 bis in die letzte Februarwoche mit den katastrophalen Lawinenereignissen in Evolène am 21.2., in Galtür am 23.2. und in Valzur am 24.2. erstreckte. Nur die katastrophale Lawine von Montroc in Frankreich mit 12 Todesopfern ereignete sich bereits am 9.2.1999. Bereits nach den Lawinereignissen vom Jänner 1951, welche die Schweiz und Österreich betrafen, und auch jenem vom

Jänner 1954, welches hauptsächlich Vorarlberg betraf, begannen umfangreiche Aktivitäten im permanenten Lawinenschutz. Basis dafür war die bahnbrechende Arbeit von VOELLMY in der Lawinendynamik, der die aufgetretenen Schäden der Ereignisse 1954 nachrechnete und so möglich auftretende Lawinenkräfte bestimmen konnte. Die ersten Richtlinien für den Stützverbau im Anbruchgebiet wurden am 15. Juli 1955 erlassen. Der Lawinenwinter 1999 war ein Prüfstein für die umfangreichen Verbauungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte

2. Ereignisanalyse

Vom SLF wurde eine umfangreiche Ereignisanalyse für die Schweiz ausgearbeitet, welche im Jahr 2000 publiziert wurde (Der Lawinenwinter 1999 – Ereignisanalyse). Dies wurde sowohl in Österreich als auch in Frankreich nicht in dem Maße durchgeführt. In Österreich wurden zwar nach dem Ereignis zahlreiche Daten von unterschiedlichen Institutionen gesammelt - dies geschah aber weder koordiniert noch nach klaren

Vorgaben. Ein Auftrag für die Auswertung dieser Daten wurde erst im Jahre 2007 an die Universität für Bodenkultur vergeben; die Ereignisanalyse wird derzeit erarbeitet und Teile davon wurden von WALTER und BACHER bei der Tagung präsentiert. In der Schweiz wurden 1200 Schadlawinen mit einem Gesamtschaden von 600 Mio. SFR (RHYNER 2009) registriert, in Österreich wurden in Vorarlberg und den westlichsten drei Bezirken Tirols 708 Schadlawinen aufgenommen. Nach MAYR (2000) wurden im Winter 1998/99 in Österreich 81 Gebäude, 125 Fahrzeuge und ca. 1055 ha Wald zerstört, was einem Schaden von ca. 50 Mio. € entspricht. Schadensangaben aus Frankreich sind keine bekannt. Es zeigt sich bei der derzeitigen Aufarbeitung der Daten, dass bereits zehn Jahre nach einem Ereignis, auch wenn es die Dimension des Lawinenwinters 1999 hat, die Erinnerungen bereits deutlich verschwommen sind und alles, was nicht sofort aufgezeichnet wird, im Nachhinein nicht mehr oder nur mehr mit einem sehr großen Unsicherheitsfaktor zu rekonstruieren ist. Gott sei Dank wurden unmittelbar nach dem Ereignis mehr als 1600 Fotos, vornehmlich im Rahmen von Befliegungen, gemacht, welche nun im Zuge der Ereignisanalyse ausgewertet werden und auch in eine Ereignisdatenbank übernommen werden konnten. Die Wirkung von temporären Maßnahmen wie künstliche Lawinenauslösung oder Straßensperren sind im Nachhinein überhaupt nicht mehr rekonstruierbar, da keine Protokolle über die Entstehung von Entscheidungsprozessen zur Verfügung stehen und es diese auch nicht gibt. Mangelnde Dokumentation von Entscheidungsprozessen wurde auch im Rahmen der gerichtlichen Untersuchungen nach den Ereignissen von Galtür und Valzur seitens der Gerichtsachverständigen festgestellt.

3. Bauliche Maßnahmen

Schutzmaßnahmen werden in Frankreich, der Schweiz und in Österreich seit dem Ereignis 1951 bzw. 1954 systematisch errichtet. In der Schweiz wurden seit 1951 1,5 Milliarden SFR (MARGRETH 2009) in den technischen Lawinenschutz investiert. Für Österreich wird der investierte Betrag in einer ähnlichen Größenordnung liegen. Für Frankreich sind keine Werte bekannt.



Abb. 1: Begrüßung

Fig. 1: Welcome address

Die Stützverbauung im Anbruchgebiet hat sich überall gut bewährt und es sind in keinem der betroffenen Länder große Abbrüche aus den Verbauungsflächen bekannt. Dies wird in der Analyse des Lawinenwinters 1999 in der Schweiz auch damit begründet, dass die Schneeverhältnisse für die Wirkung des Stützverbaus geradezu modellhaft gewesen sind (MARGRETH 2000). Durch das hohe Maß an Schneeverfrachtung, welche nach Analyse in der Schweiz hauptverantwortlich für die Überschneidung von Werksreihen war, bestand ein kompakter, schichtenförmiger Schneedeckenaufbau, der der Wirkung Stützverbauung entgegenkommt. Bei lockerem „Wildschnee bzw. kohäsionslosem Altschnee“ könnte die Wirkung der Stützverbauung anders verlaufen, was bei der generellen Berücksichtigung der Wirkung von Stützverbauungen zu berücksichtigen ist. In Österreich waren im Bezirk Landeck 34 % der Stützverbau-

ungen und im Bezirk Bludenz 42 % der Stützverbauungen überschneit, was aus Luftbildern (BACHER, WALTER 2009) ermittelt werden konnte. Die Schäden an Stützverbauungen betragen in der Schweiz ca. 8 Mio. SFR, was einem Prozent der Investitionssumme entspricht, detaillierte Erhebungen wurden diesbezüglich in Österreich und in Frankreich nicht durchgeführt, die Höhe der Schäden wird in ähnlicher Größenordnung liegen. Begehungen der Stützverbauungen in Österreich im folgenden Sommer bestätigen dies. Eine detaillierte dokumentierte Erhebung wurde nicht durchgeführt. Vielfach wurde der Standpunkt diskutiert, ob der Lawinenwinter 1999 der 1:1-Feldversuch für die ausreichende Stabilität der Stützverbauung war. Diese Diskussion wurde auch vielfach vor dem Hintergrund der Anwendung verschiedener in Österreich verwendeter Ankertypen geführt. Dazu müsste abgeklärt werden, ob die Belastungen des Lawinenwinters auf die Stützwerke jenen der Richtlinien entsprochen haben oder nicht. Nach Untersuchungen in der Schweiz (SLF 2000) entsprach die Belastung auf den Schneebrücken nicht jenen der Richtlinien, obwohl das Niederschlagsereignis und die Gesamtschneehöhe nach MAIR (2009) eine Jährlichkeit von mehr als 200 Jahren aufwies. An fünf vom SLF instrumentierten Versuchswerken in der Schweiz wurden in keinem Fall die Werte nach Richtlinien erreicht (SLF 2000). Der größte Schneedruck wurde an einem 3,0 m hohen Stützwerk in der Lawinerverbauung Stelli oberhalb von Untervaz gemessen. Am 20. April 1999 betrug der resultierende Schneedruck 46,1 kN/m², dieser Wert entspricht rund 87% des Dimensionierungsschneedrucks von 53 kN/m². Für ein 3,5 m hohes Stützwerk und einen Gleitfaktor N von 2,5 berechnet sich nach den Richtlinien für den Stützverbau im Anbruchgebiet ein resultierender Schneedruck von 73 kN/m², an einem SLF-Versuchswerk in der Lawinerverbauung Hi-

mezli bei Elm, Kanton Glarus wurde im Jahr 1999 am 24. 3. 1999 ein Wert von 39 kN/m² und am 20. April ein Wintermaximum von 40 kN/m² erreicht, was bei Weitem nicht den Richtlinienwerten entspricht. Bemerkenswert ist dabei auch die Tatsache, dass die Maximalwerte erst Wochen nach den extremen Niederschlägen, zum Zeitpunkt der spätwinterlichen Erwärmungen, aufgetreten sind. Grundsätzlich kann man also nicht davon ausgehen, dass der Lawinenwinter 1999 der Dimension eines Bemessungswinters für die Stützverbauung entsprochen hat, obwohl dies punktuell der Fall gewesen sein kann. Die Gründe dafür sind in dem wie bereits erwähnt modellhaften Schneedeckenaufbau zu sehen.



Abb. 2: Olivier Marco, Grenoble

Fig. 2: Olivier Marco, Grenoble

Deutlich zeigt sich die Problematik des Rückschlusses von dem Niederschlags- auf das Belastungsereignis, welches nicht zulässig ist. Tatsächlich auftretende Belastungen können nur gemessen werden, die Einrichtung von mindestens zwei instrumentierten Schneebrücken an repräsentativen Stellen in Österreich ist zumindest zu diskutieren. Die in der Schweiz ermittelten Messwerte zeigen auch, dass die in den Richtlinien gewählten globalen Sicherheitsfaktoren von 2 notwendig und berechtigt sind.

Auf Basis der Erfahrungen des Lawinenwinters 1999 wurden in der Schweiz die Technischen Richtlinien für die Stützverbauung im An-

bruchgebiet überarbeitet und diese wurden im Jahre 2007 neu publiziert. Darin wurde die Karte der Flächenmittel der extremen Schneehöhe überarbeitet, ein Hinweis auf sekundäre Lawinen gemacht, welche oberhalb von bestehenden Verbauungen anbrechen können und die statischen Nachweise wurden an die aktuellen Tragwerksnormen angepasst (MARGRETH 2009). Auch in Österreich wurde der Lawinenwinter 1999 zum Anlass genommen, einheitliche Richtlinien für den Stützverbau basierend auf ÖNORMEN einzuführen. Dies ist deshalb notwendig, da sich die Schweizer Richtlinien auf SIA-Normen beziehen und sich die künftige Bemessung im Stützverbau auf das EUROCODE-System inklusive aller nationalen Anhänge zu beziehen hat. In Österreich hat sich auch deutlich gezeigt, dass die Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Lawinenschutzwerken nicht eindeutig und klar geregelt ist. Sind vornehmlich die Interessentengemeinden die Instandhaltungsverantwortlichen, so werden laufende Kontrollbegehungen von Organen des Dienstzweiges durchgeführt, was aber bei der zunehmenden Anzahl von Verbauungen immer schwieriger ist und auch nicht in jeder Region mit der gleichen Konsequenz durchgeführt wird. Eine klare Regelung ist hier vonnöten und diese wurde bereits im Rahmen des Normenpaketes für den Technischen Lawinenschutz ausgearbeitet. Die ONR 24807, welche im Jahre 2009 erlassen werden konnte, regelt die Instandhaltung und Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit im Bereich des permanenten technischen Lawinenschutzes.

Sowohl in der Schweiz als auch in Österreich erwiesen sich zahlreiche Lawinengalerien als zu kurz bemessen und dies wird bei künftig zu errichtenden Galerien zu berücksichtigen sein. Auch wird bei künftig notwendigen Sperren von Straßen die Länge einer Galerie mehr Beachtung zu finden haben. Es ist nachvollziehbar, dass Lawinengalerien aufgrund der hohen Kosten nur auf

ein 30- oder 50-jähriges Ereignis dimensioniert werden, dies muss aber klar definiert sein und die für eine allfällige Schließung verantwortlichen Stellen sollten darüber Bescheid wissen. Bezüglich der Ermittlung der notwendigen Länge einer Lawinengalerie gibt es erst seit der Anwendung von zweidimensionalen Simulationsmodellen einigermaßen zuverlässige Methoden. Vorher war die Bestimmung der Breitenentwicklung von Lawinen eine reine gutachtliche Festlegung und es gab keine nachvollziehbaren Methoden, wie diese bestimmt werden konnte.



Abb. 3: Jakob Rhyner, Davos

Fig. 3: Jakob Rhyner, Davos

In der Schweiz wurde auf Basis der Erfahrungen aus dem Jahre 1999 eine neue Richtlinie zur Bemessung von Lawinengalerien erlassen (MARGRETH 2009, ASTRA/SBB 2007), in Österreich werden die Erfahrungen in die ONR 24806 eingearbeitet werden, welche im Jahre 2011 erlassen werden wird.

Aus der Schweiz wird berichtet (Margreth 2009), dass zwei Lawinendämme in Sturzbahnen von Lawinen überfahren wurden und vor allem die Mehrfachabgänge von Lawinen die Kapazität von vorhandenen Dämmen überforderte. Diesbezügliche Erfahrungen konnten in Österreich ebenfalls gemacht werden, im Tiroler Außerfern wurde ein Lawinendamm vom Staubanteil einer Lawine überfahren (mündl. Mitt. Dragosits), obwohl das Becken, welches für die Ablagerung des Fließ-

anteiles der Lawine vorgesehen war, bei Weitem noch nicht aufgefüllt war. Dieses Ereignis muss noch einer genaueren Untersuchung zugeführt werden, da es Aufschlüsse über den Winkel der Sturzbahn und des Dammvorfeldes in Zusammenhang mit der Wirkung von Dämmen insbesondere auf den Staubanteil von Lawinen bringen kann. In Hochfügen im Zillertal wurde ein Ablenkdamme überfahren, welcher einen Ablenkwinkel von 35° aufweist. Dass dieser Winkel zu hoch ist, wurde durch das Ereignis bestätigt, bis dato waren allerdings keine Methoden bekannt, wie der zulässige Ablenkwinkel eines Dammes bestimmt werden könnte und in der Literatur wurden unterschiedliche Werte genannt. Erstmals wird von SATSIE (2007) eine Methode vorgestellt, wie der zulässige Ablenkwinkel eines Ablenkdammes berechnet werden kann.

SCHILCHER (2009) berichtet von einem Lawinenabgang im Bereich der Burtschakopflawine, wobei ein Auffangdamme, welcher zur Sicherung einer Stützverbauung vorgesehen war, überfahren wurde und die Lawine Schäden innerhalb der Verbauung anrichten konnte. Damit bestätigten sich deutlich die Schwächen von Lawinenauffang- oder Ablenkdammen, welche auch in der Literatur häufig beschrieben werden. Einerseits ist es die Berücksichtigung des Staubanteiles bei der Wirkung von Dämmen, andererseits ist es, wie bereits erwähnt, die Wahl des Ablenkwinkels bei der Situierung von Lawinenablenkdämmen. Mehrfachabgänge wie in der Gemeinde Goms traten in Österreich nicht auf, was wahrscheinlich auf die Morphologie der Anbruchgebiete zurückzuführen ist. Diese sind besonders bei den Lawinen in der Gemeinde Goms extrem verzweigt und umfassen ganze Seitentäler mit unterschiedlichen Expositionen, sodass Mehrfachabgänge eher zu erwarten sind. Bei der künftigen Projektierung von Lawinendämmen ist auf diesen Umstand jedenfalls Rücksicht zu nehmen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich die Technischen Schutzbauten in allen betroffenen Ländern bestens bewährt haben, dies aber bei anderer Schneekonsistenz nicht immer so sein muss. Eine laufende Beobachtung der Schneequalität empfiehlt sich vor allem in Hinblick auf die Wirkung der Stützverbauung. Essentielle Neuerungen im Bereich des Permanenten Technischen Lawinenschutzes hat es in den Jahren seit dem Lawinenwinter 1999 nicht gegeben, wenngleich in der Schweiz die Richtlinien in mehreren Bereichen angepasst wurden und in Österreich solche derzeit formuliert werden. Eine konsequente Vorgehensweise bei der Bemessung von Dämmen und die Berücksichtigung von potenziellen Vorverfüllungen in Abhängigkeit von der Geländemorphologie erweist sich aber als sehr notwendig.



Abb. 4: Maria Patek, Wien

Fig. 4: Maria Patek, Wien

4. Gefahrenzonenplanung

Nach WALTER und BACHER (2009) sind 2,1% der Lawinen erheblich und 6,7% der Lawinen geringfügig in den untersuchten Gebieten in Österreich über die ausgewiesenen Gefahrenzonen vorgeordnet. In der Schweiz waren es ca. 3% aller Lawinen, welche die Gefahrenzonen überfahren. Dies ist damit interpretierbar, dass in Österreich ein ca. 150-jähriges und in der Schweiz ein ca. 300-jähriges Ereignis ausgeschieden wird, wes-

halb die Gefahrenzonen in der Schweiz zumindest geringfügig größer sein müssen. Insgesamt kann aber festgestellt werden, dass die Qualität der Gefahrenzonenplanung eine sehr hohe war und diese in Zukunft durch die vermehrte Anwendung von Berechnungsmodellen noch besser werden wird.

Bemerkenswert ist, dass die Bedeutung des Gefahrenzonenplanes als Informationsinstrument für die Sicherheitsverantwortlichen in einer Gemeinde durch das Urteil des Kassationsgerichtes in der Schweiz bezüglich des Lawinenereignisses in Evolène erheblich gestärkt wurde. Die Verurteilung der Sicherheitsverantwortlichen erfolgte auch deshalb, da ihnen vorgeworfen wurde, dass sie trotz höchster Gefahrenstufe Gebäude in Roten Gefahrenzonen nicht evakuiert hatten. Nach SCHWEIZER (2008) ist dies der erste Gerichtsentscheid, bei dem dezidiert auf die Bedeutung des Gefahrenzonenplanes bei der Beurteilung der Sicherheit hingewiesen wird und besonders dessen Nichtbeachtung als fehlende Sorgfalt interpretiert wird. Das Urteil bedeutet nach SCHWEIZER (2008) aber nicht, dass nun in Zukunft generell bei jeder Schneesituation, welche mit Lawinewarnstufe 4 oder 5 bewertet wird, alle Gebäude in diesen Gefahrenstufen evakuiert werden müssen. Ein besonderer Hinweis, warum diese Gebäude nicht betroffen sind, ist aber auf jeden Fall in der Dokumentation der Sicherheitsdienste (Lawinenkommissionen) vorzusehen. Für die Bedeutung des Gefahrenzonenplanes ist das erwähnte Gerichtsurteil mit der dazu erwähnten Begründung von enormer Bedeutung. Das Instrumentarium des Gefahrenzonenplanes erlangt somit in Bereichen eine Bedeutung, die weit über jene hinausgehen, welche im FG 1975 aufgezählt sind.

Änderungen in den Gefahrenzonenplanrichtlinien wurden nach dem Ereignis nur in Österreich vorgenommen. Die Kriterien für die Lawinengefahrenzonen wurden erheblich verschärft,

die Abgrenzung der Roten Gefahrenzone erfolgt bereits bei einem Lawinendruck von 10 kN/m² gegenüber der bis dahin gültigen Abgrenzung von 25 kN/m². Dieser Schritt führte neben mangelnder Akzeptanz durch viele Gemeinden auch zu nicht unerheblichen technischen Erschwernissen. Die Rote Gefahrenzone mit einer Grenze von 25 kN/m² ist nämlich wesentlich leichter abzugrenzen als jene mit 10 kN/m². Dies ist damit begründet, dass der Lawinendruck von 25 kN/m² größtenteils aus dem Fließlawinendruck resultiert und der Staubanteil der Lawine bei der Abgrenzung der Roten Gefahrenzone eine untergeordnete Rolle spielt. Dies ist nicht so bei der Abgrenzung der 10-kN/m²-Grenze, welche sich teilweise erheblich im Bereich des Staubanteiles einer Lawine befinden kann und somit mit den gängigen Fließlawinenmodellen nicht mehr zu berechnen ist. Für diese Berechnung verbleibt derzeit als einziges Modell nur noch SAMOS mit all den derzeit vorhandenen Schwächen des Modells. Immerhin ist es das einzige Modell, welches in der Lage ist überhaupt Staublawinendrucke in zwei Dimensionen darzustellen und somit „wohl oder übel“, insbesondere dort wo es um die Abgrenzung von Roten Gefahrenzonen im Siedlungsbereich geht, zwingend anzuwenden. Auf den ersten Blick ist es auch nicht offensichtlich, bei welchem Lawinentyp oder besser gesagt bei welchem Sturzbahn- und Auslaufbereichstyp der Staubanteil oder der Fließanteil einer Lawine der für die Abgrenzung wesentliche ist. Es zeigt sich anhand von Berechnungen mit SAMOS, dass bei einer abrupten Änderung der Neigung von der Sturzbahn zum Auslaufbereich eher dem Staubanteil eine dominante Wirkung zukommt und bei langsam verflachenden Sturzbahnen der Fließanteil der dominante Prozess für die Abgrenzung darstellt.

Neben den erwähnten technischen Problemen bei der neuen Abgrenzung sind auch noch die administrativen zu erwähnen, welche zu einer

erheblichen Mehrbelastung der Mitarbeiter in den letzten Jahren geführt hat, da zahlreiche rel. neue Gefahrenzonenpläne wieder überarbeitet werden mussten. Zum Teil kam es dabei auch zu Ausweitungen von Gefahrenzonen in besiedelte Gebiete, in welchen mit Genehmigung der Baubehörde und mit pos. Gutachten der WLW gebaut werden durfte. Diesen Bewohnern die Sinnhaftigkeit der neuen Gefahrenzonenabgrenzung zu erklären, war nicht immer ganz leicht.



Abb. 5: Charly Wuilloud, Sion

Fig. 5: Charly Wuilloud, Sion

Ein deutlicher Innovationsschub im Bereich der Lawinensimulationsmodelle wurde durch den Lawinenwinter 1999 in allen betroffenen Ländern ausgelöst. Vor allem die Entwicklung von mehrdimensionalen numerischen Modellen wurde intensiv vorangetrieben und auch in der Schweiz wurde die Notwendigkeit der Betrachtung der Staublawine für die Gefahrenzonenplanung erkannt. So wurde im Rahmen des eindimensionalen Modells AVALD-1D auch ein Staublawinenmodul entwickelt, welches sich in Österreich aber nie wirklich in der Anwendung durchsetzen konnte. Dass die Anwendung von Modellen generell und die Interpretation der Ergebnisse im Vergleich mit der historischen und morphologischen Methode eine zwingende Notwendigkeit in der Abgrenzung von Gefahrenzonen ist, diese Erkenntnis hat sich auch in Österreich seit dem Lawinenwinter 1999 durchgesetzt.

5. Organisatorische Maßnahmen

SCHWEIZER (2009) berichtete, dass der Lawinenwinter 1999 zahlreiche Präventionsanstrengungen wesentlich vorangetrieben – ja sozusagen ausgelöst – hat. STUCKI (2009) weist darauf hin, dass der größte Innovationsschub nach dem Lawinenwinter 1999 im Bereich der organisatorischen Maßnahmen wie Lawinenwarnung und Katastrophenprävention geschehen ist, genauso wie jener im Baubereich nach dem Lawinenwinter 1951 und im Planungsbereich nach dem Lawinenwinter 1968, nach dem in der Schweiz die Gefahrenzonenplanung entwickelt wurde.

Tatsächlich erwies sich der Bereich der Kommunikation und Organisation bei dem Ereignis als ein wesentlicher Schwachpunkt in der Bewältigung von Katastrophen derartigen Ausmaßes und in allen betroffenen Ländern sind seitdem wesentliche Verbesserungen durchgeführt worden. Diese wurden natürlich auch durch die modernen technischen Möglichkeiten wie Internetplattformen begünstigt, sowohl IFKIS in der Schweiz (STUCKI 2009) als auch LWDKIP (ZENKE 2009) in Bayern und Tirol sind solche Kommunikations- und Informationsplattformen. Auch im Bereich der Lawinenwarndienste wurden wesentliche Neuerungen in der Organisation, der Informationstechnologien und der Kommunikation mit den Lawinenkommissionen und Sicher-



Abb. 6: Exkursion unter Leitung von Rudi Mair, Innsbruck

Fig. 6: Field trip guided by Rudi Mair, Innsbruck

heitsdiensten entwickelt. BIASI und WALTER berichteten über die neue Integrierte Landesleitstelle Tirol (ILL), das Einsatzinformationssystem Tirol (ESIS) und das digitale Bündelfunksystem (BOS), welche die Krisenkommunikation in Tirol wesentlich verbesserten. Diese Systeme bewährten sich bereits beim Hochwasser 2005 in Tirol.

6. Jährlichkeiten?

Welche Eintrittswahrscheinlichkeit hatte das Lawinenereignis von Galtür? Diese Frage ist bis heute nicht wirklich ausreichend diskutiert und zeigt auch deutlich die Problematik der statistischen Krücke des Rückschlusses von der Jährlichkeit des Niederschlages auf die Jährlichkeit des Abflussereignisses – in dem gegenständlichen Fall in Form einer Lawine. Mag diese statistische Krücke bei hydrologischen Prozessen wie Hochwasser noch eher funktionieren, da das Wasser auf jeden Fall abfließen muss, bedeutet ein 150-jähriges Niederschlagsereignis im Winter noch auf keinen Fall, dass überhaupt ein Abflussereignis – sprich eine Lawine – stattfinden muss, andererseits kennen wir „kleine“ Lawinen, welche bei weit weniger als einem Bemessungsniederschlag trotzdem lange Auslauflängen erreichen. Offensichtlich spielen Randbedingungen wie Stabilität der Schneedecke, Gleitvoraussetzungen in der Sturzbahn und dem Auslaufbereich mindestens die gleiche Rolle wie der Neuschneezuwachs.

Die Jährlichkeit des Niederschlages wurde von MAYR (2009) in Form einer meteorologischen Analyse und Extremwertstatistik intensiv untersucht. Der Dreitagesniederschlag erreicht dabei eine Jährlichkeit von ca. 10 Jahren, während der 10-Tagesniederschlag schon eine Jährlichkeit von mehr als 200 Jahren aufweist.

Die Lawine wurde von den Gutachtern des SLF mit einer Jährlichkeit von ca. 150 Jahren

belegt, McClung ordnet der Auslauflänge der Lawine in einer von der Sektion Tirol beauftragten statistischen Untersuchung der Lawine von Galtür (McClung 1999) eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 100 – 200 Jahren zu. Somit lag die Lawine offensichtlich durchaus im Bereich des Bemessungsereignisses lt. Gefahrenzonenplanrichtlinien.

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die umfassendsten Neuerungen seit 1999 in allen betroffenen Ländern im Bereich der organisatorischen Maßnahmen durchgeführt wurden. Wenn man Ereignissen wie dem Lawinenwinter 1999 eine positive Seite abgewinnen kann, dann jene, dass Katastrophen immer zu wesentlichen Innovationsschüben in der Prävention und Bekämpfung führen. Dies war so nach den Lawinenwintern 1951 und 1954, nach denen im Technischen Lawinenschutz zahlreiche Methoden – als wichtigste die Stützverbauung im Anbruchgebiet – entwickelt wurden oder nach dem Lawinenwinter 1968, nach dem im präventiven Schutz Meilensteine – insbesondere in der Form der Gefahrenzonenplanung – gesetzt wurden.

Vor allem Internetplattformen bieten heute weitgehende Kommunikations- und Dokumentationsmöglichkeiten. Im Kommunikationsbereich waren auch die größten Defizite bei der Bewältigung der Katastrophe aufgetreten. Die Maßnahmen im Technischen Lawinenschutz haben sich weitgehend bewährt, die Anpassung von Richtlinien in verschiedenen Bereichen wurde vor allem in der Schweiz durchgeführt. Deutliche Mängel zeigten sich in der standardisierten Erhebung von Daten als Basis einer Ereignisanalyse. Einen deutlichen Innovationsschub brachte der Lawinenwinter auch im Bereich der Modellent-

wicklung für Lawinensimulationen, in Österreich wurde eine eigene Simulationsstelle eingerichtet, welche sich mit der Entwicklung und Evaluierung von Modellen befasst.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Siegfried Sauer Moser
Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinenverbauung
Sektion Tirol
Liebeneggstraße 11
6010 Innsbruck
e-mail: siegfried.sauer moser@die-wildbach.at

Literatur / References:

- MARGRETH STEFAN (2009):
Permanente Lawinenschutzmaßnahmen in der Schweiz, Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Lawinenwinter 1999; In Wildbach- und Lawinenverbau, 73.Jg. t 162
- BACHER M., WALTER G. (2009):
Analyse der Lawinenereignisse im Winter 1998/1999 und der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen; In Wildbach- und Lawinenverbau, 73.Jg. t 162
- MAIR R. (2009):
Meteorologische Analyse und Extremwertstatistik der Lawinenkatastrophe Galtür 1999; In Wildbach- und Lawinenverbau, 73.Jg. t 162
- STUCKI T. (2009):
Konsequenzen aus dem Lawinenwinter 1999 in der Schweiz – Interkantonales Frühwarn- und Kriseninformationssystem (IFKIS); In Wildbach- und Lawinenverbau, 73.Jg. t 162
- BIASI H., WALTER H. (2009):
Faltür – Entwicklung des Katastrophenmanagements im Land Tirol; In Wildbach- und Lawinenverbau, 73.Jg. t 162
- SCHWEIZER J., SEILER J., STOFFEL L.(2008):
Der Lawinenniedergang in Evolène vom 21. Februar 1999: Gerichtsverfahren und Konsequenzen für Lawinendienste; Sicherheit im Bergland, Jahrbuch 2008
- MCCLUNG D. (1999):
Retur Period Estimates for the Avalanche of 23 Feb. 1999, Galtür, Austria (internal report, WLV)

GERHARD LUFT

Bericht über ein Hochwasserereignis im Juli 2009 in den Waldkarpaten in Rumänien

Nach einem schweren Hochwasserereignis im Juli 2009 wandten sich die Interessenten der Wassertalbahn (Sägewerk, Naturparkverwaltung, Fremdenverkehr, Verein „Hilfe für die Wassertalbahn“ und letztlich auch der Staat Rumänien (als Eigentümer des Gleiskörpers) in einem internationalen Hilferuf u. a. auch an das BMLFUW mit der Bitte um Namhaftmachung von Experten für Wasser- und Hangschutzverbauungen sowie solche auf dem Gebiete des Gleisbaues.

Diesem Aufruf folgend reiste ich vom 25. bis 30. August 2008 nach Rumänien und lege nachstehenden Bericht vor.

Die Wassertalbahn ist die letzte noch in Betrieb befindliche Waldbahn Europas, dient nach wie vor der Holzabfuhr aus einem kaum durch Straßen erschlossenem, 320 km² großen Fluss-/Wildbacheinzugsgebiet. Ausgangspunkt ist ein großes Sägewerk in der Kleinstadt Vișeu de Sus (Ober-Wischau), Bezirk Maramureș, im nördlichsten Teil Rumäniens an der Grenze zur Ukraine in den früher so genannten „Waldkarpaten“ gelegen. Bis 1918 gehörte das Gebiet zur österr.-ungarischen Monarchie. Die Spurweite der Bahn – errichtet ab 1932 – beträgt 760 mm, die Streckenlänge rund 50 km. Gefahren wird mit Diesel- und Dampflokomotiven. Nachdem schon im Mai 2001 die Wassertalbahn durch Hochwasserschäden stark in Mitleidenschaft gezogen worden war, kam es Ende Juli 2008 neuerlich zu einem großräumigen Unwetterereignis, welches nicht nur das Wassertal traf, sondern auch die angrenzende Ukraine. Ein zu diesem Zeitpunkt im Talinneren befindlicher Touristenzug mit über 100 Fahrgästen blieb in einer Mure stecken und Passagiere und Personal konnten zu Fuß das Haltestellenhäuschen Bardău und in den folgenden zwei Tagen mit Hilfe von Bergrettungskräften den 25 km entfernten Ausgangspunkt ihrer Reise – Vișeu de Sus – erreichen.

Meine Aufgabe war es nun, die entstandenen Schäden aufzunehmen und Sanierungsvorschläge auszuarbeiten. An drei Tagen im Gelände konnte ich mir einen Überblick über die entstandenen Schäden verschaffen und von 27 Schadstellen Fotos und Handskizzen – verwendbare Planunterlagen existieren leider nicht – mit dem Schadensausmaß und Vorschläge zu deren Sanierung anfertigen. Einzige Orientierungshilfe war die Naturparkkarte 1:50.000 und die noch teilweise intakte Bahnkilometrierung. Bei meinen zum Teil abenteuerlichen Begehungen im Tal erreichte ich Bahnkilometer 26 oberhalb der Haltestelle Bardău, was bedeutet, dass pro Kilo-

meter eine Streckenunterbrechung vorliegt. Nicht eingerechnet sind Gleisüberschotterungen durch zahlreiche Zubringerbäche zum Hauptfluss, der Vaser (Wasser). Hauptschäden sind die Zerstörung zweier Brücken, Unterwaschungen des Gleiskörpers, Hangrutschungen und Uferanrisse, die eine hohe Gefährdung der noch unbeschädigt gebliebenen Bahntrasse darstellen. Straßen oder Wege gibt es in diesem Talbereich praktisch nicht.

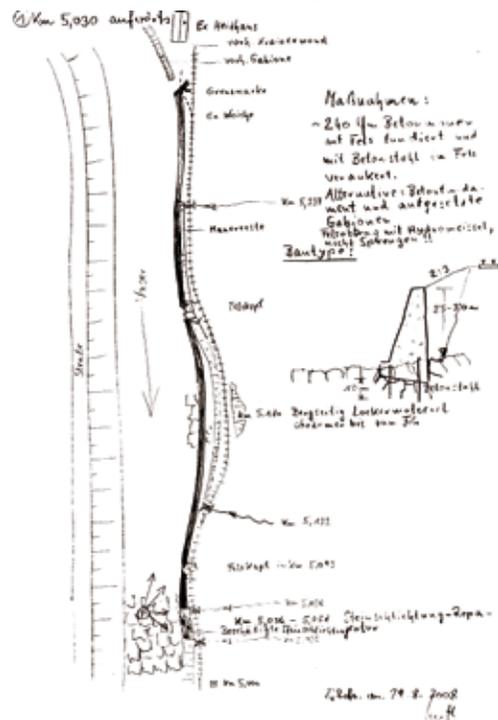


Abb.1-3: Erhebung der Hochwasserschäden im Gelände

Fig. 1-3: Field investigations after the disastrous flood-event

In meinem Erhebungsbereich liegen Streckenunterbrechungen – hier hängen die Geleise in der Luft oder sind völlig verschwunden – im Ausmaße von 2400m vor. Die weiteren Schadensaufnahmen bis zum derzeitigen Streckenende bei Km 45 wurden von einem Kollegen aus der Schweiz durchgeführt und mir sind hierüber noch keine Ergebnisse bekannt. Eine Schadenstelle bei Km 5,0 wurde bereits unter hohem persönlichem Einsatz des Betriebsleiters der Wassertalbahn provisorisch befahrbar gemacht, um der von der Außenwelt abgeschnittenen Bevölkerung in den Morgen- und Abendstunden eine Verbindung in die Stadt (gratis!) anbieten zu können.

Mittlerweile sind die Wiederherstellungsarbeiten auf Basis der von mir gelieferten Baupläne voll angelaufen und die Strecke bis Km 18.6 ist soweit befahrbar, dass die Belieferung des Sägewerkes mit Rundholz wieder aufgenommen werden



konnte. Hauptbaustoffe sind Drahtschotterkörbe (Gabionen), Holz und Beton. Leider sind die bauausführenden Firmen und Personen in der Herstellung von Schutzbauten weitgehend unerfahren.

Kürzlich wurde ich vom Betriebsleiter der Wassertalbahn ersucht, ihm im Frühjahr 2009 bei Entwässerungsarbeiten in Rutschgebieten und begleitenden forstlichen Maßnahmen beratend zur Seite zu stehen. Zum gegebenen Zeitpunkt werde ich über diesen neuerlichen Einsatz Bericht erstatten.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Gerhard Luft
Dammgasse 3
9020 Klagenfurt
gerhard.luft@gmail.com

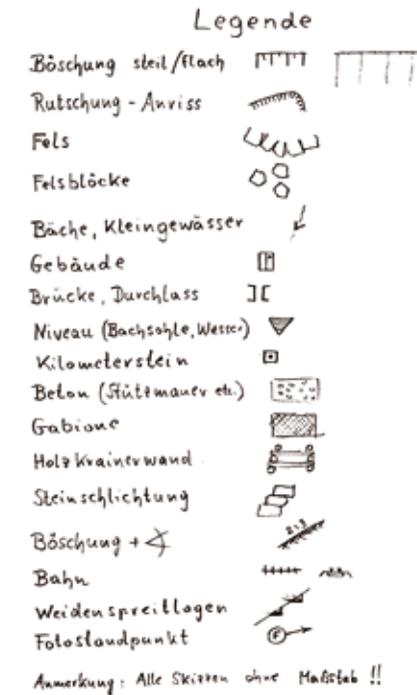


Abb. 4 u. 5: Einfache Maßnahmenpläne

Fig. 4 and 5: Constructional sketches of control measures

Geolith

Consult

Geologie & Geotechnik

Planung
Beratung
Erkundung
Baubegleitung

Büro Graz:
W.-Goldschmidt-G. 35/5
A-8042 Graz
Tel.: 0316 890 327

Deutschlandsberg:
Limberg1
Schloss Limberg
A-8541 Schwanberg
Tel.: 03467 8291 20

www.geolith.at

BAUGEOLOGIE GEOTECHNIK HYDROGEOLOGIE ROHSTOFFGEOLOGIE INGENIEURGEOLOGIE



Mineral Abbau GmbH
Diabas-Hartsteinwerk
Jakominsteinbruch
A-9531 Bleiberg / Kreuth 333
Tel. +43 / 42 44 / 22 22
<http://jakomini.mineralportal.com>
... ROHSTOFF FÜR DIE ZUKUNFT

HELMUT HOCHREITER

Peking: International Conference on Efforts in Response to Forest-Related Natural Disasters - The 1st Forest Science Forum

Vom 12. bis 14. April 2010 fand in Peking eine internationale Konferenz statt, an der Abteilungsleiterin Maria Patek, auch Mitglied des Conference Committee, Sektionsleiter Siegfried Sauer Moser und Helmut Hochreiter von der Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal teilnahmen. Diese Konferenz wurde von der Chinese Society of Forestry (CSF) organisiert und von der International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) und der International Union for Conservation of Nature (IUCN) mitfinanziert. Wie der Titel der Konferenz besagt, stand bei der Konferenz Wald, der durch Naturereignisse gefährdet oder beschädigt wird, im Mittelpunkt. Die Teilnehmer kamen vorwiegend aus China bzw. dem asiatischen Raum, daneben waren auch einzelne Experten aus den USA, Finnland und der Schweiz vertreten, die österreichische „Delegation“ wurde noch von Prof. Hannes Hübl von der BOKU verstärkt.



Abb. 1: In China allgegenwärtig: Mao Zedong 1893 - 1976

Nach dem ersten Tag, der mit Registrierung und organisatorischen Erledigungen gefüllt war, fand am zweiten Tag – vor dem Vollplenum – ein erster Einstieg in die Materie statt. Die Vorträge kamen vor allem aus den Bereichen forest fire, climate

change und global warming oder behandelten einzelne Naturkatastrophen in China, wie den Wintersturm 2008, bei dem knapp 200.000 km² Waldfläche (1/10 der Waldfläche Chinas) geschädigt wurden, 30.000 km² Wald wurden komplett zerstört. An diesem Tag hatte auch Abteilungsleiterin Maria Patek die Ehre, die Schutzkonzepte Österreichs und den Forsttechnischen Dienst vorzustellen.

Am dritten Tag wurden zwei parallele Sessions abgehalten. Die erste Parallelsession behandelte abiotische Einflüsse auf den Wald wie Erdbeben, Vulkane, Klimawandel, Wetterextreme, Tsunami, Rutschungen oder Versteppung und Verwüstung, die zweite Parallelsession vertiefte sich in die Problematik von Wild, Forstschädlingen und Pilzseuchen.

In der abiotischen Parallelsession, die wir vorwiegend besuchten, wiederholten sich öfters die Themen des Vortages, vor allem die für China sehr wichtigen Problematiken des forest fire oder des climate change wurden aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Etwas exotisch, aber



Abb. 1: Gruppenfoto der Konferenz

sicherlich interessant für die asiatischen Experten waren dabei unsere Vorträge über die Wechselwirkung Wald – Lawinen (Sauermoser) oder das Projekt der Integralmelioration Zillertal (Hochreiter), bei dem seit 1953 Hochlagenaufforstungen ausgeführt werden. Hannes Hübl referierte zudem über die Bedeutung der historischen Daten für das Naturgefahrenmanagement.

Sämtliche von uns gehörten Vorträge waren von hoher Qualität, wenngleich auch die englische Aussprache bei den asiatischen Kolleginnen oft schwer verständlich war bzw. unsere Chinesisch-Kenntnisse für rein auf Chinesisch gehaltene Power-Point-Folien oft nicht ausreichend waren. Dank ausgezeichneter Dolmetscher war dies nur ein kleiner Wermutstropfen.



Abb. 3: Weidenspreitlage am Liuli-Fluss

Im Anschluss an die Konferenz konnten wir mit Prof. Jiarong Gao, in den Jahren 1992 bis 1997 Mitarbeiter am Wildbach- und Lawineninstitut der BOKU, eine Exkursion zum Liuli-Fluss, etwa 80 km nordöstlich von Peking, unternehmen. An diesem Fluss initiierte Prof. Jiarong Gao zusammen mit der „Huairou Water Authority“ der Provinz Huairou eine ingenieurbioologische Versuchsstrecke.

Im Bereich eines Erholungsgebietes, an der Mündung in den Baihe-Fluss, wurde dabei versucht, auf eine harte Längsverbauung zu verzichten und die Uferböschungen mit Weidenspreitlagen, Weidenstecklingen und Faschinen zu sichern. Bereits ein Jahr nach Baufertigstellung bestrich ein Hochwasser die ingenieurbio-



Abb. 4: Exkursion zum Liuli-Fluss, v.l.n.r.: Prof. Jiarong Gao, Maria Patek, Xu An und Hongxiang Duan von der Huairou Water Authority, Helmut Hochreiter (man beachte auch die Beton-„Holz“-Steher und den Beton-„Holz“-Boden)

verbauten Bereiche, bis auf kleinere Schäden hielten diese gut stand. Merkwürdig mutet es aber an, wenn gleich neben der ingenieurbioologisch geschützten Fläche die Stege am Ufer und die Steher der Absturzsicherungen mit Beton errichtet werden, diese aber das (täuschend ähnliche) Aussehen von Holz haben (siehe Abb. 4).

Wenige Tage in China ermöglichen nur einen kleinen Einblick in das Land. Insofern bietet eine Konferenz den großen Vorteil, in einem Crash-Kurs zumindest die forstlichen Problematiken eines Landes kennenzulernen. Neben den fachlichen Eindrücken wird uns neben der (teilweise fremden) chinesischen Kultur vor allem die erlebte Gastfreundschaft noch lange in Erinnerung bleiben.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl. Ing. Helmut Hochreiter
Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal
Swarovskistraße 22a
6130 Schwaz
helmut.hochreiter@die-wildbach.at

CHRISTIAN STUNDNER

Das Einzugsgebiet des Kaponigbaches: Geschichte, Maßnahmen, Verbauungsprojekt 1999, Gefahrenzonenplanung

The "Kaponigbach" Catchment area: History, Measures, 1999 Protection Project, Hazard Zone Mapping

Zusammenfassung:

Im Zuge der Studienreise im Herbst 2009 nach Kärnten wurden am konkreten Fallbeispiel Kaponigbach anstehende Fragen bezüglich der Instandhaltung bestehender Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gefahrenzonenplanung diskutiert.

Summary:

Exemplified by the "Kaponigbach" protection concept, questions addressing the maintenance of protection measures in use under consideration of the possible effects on hazard zone mapping have been discussed in the course of the study trip.

Das Einzugsgebiet Kaponigbach kann mit folgenden Kenngrößen kurz beschrieben werden:

- Einzugsgebiet: 23 km²
- Geologie: ostalpine Decke der Reißeckgruppe
- Geologischer Unterbau im Sammelgebiet: feinlassiger, leicht verwitterbarer Glimmerschiefer und Glimmerquarzit – überlagert mit glacialen Schutt- und Lehmschichten (Mächtigkeit bis zu 40 m)
- Stark geschiebeführender Wildbach mit einem HQ150 von 67 m³/sec (lt. GZP), katastrophenrelevante Geschiebemenge: 150.000m³(vor allem aus zwei Seitengraben: Steggraben und Wiltschkitzenbach)
- Murstoßgefahr durch ein eventuelles Einrutschen von Wildholz in die Schluchtstrecke (Sturm „Paula“)

Im 17. Jahrhundert werden mehrmals schwere Überschwemmungen und Vermurungen der Ortschaft Obervellach in den verfügbaren Chroniken (Bergbau) erwähnt. In den Jahren 1717 und 1828 wurden weitere schwere Unwetter dokumentiert. Die Obervellacher Bürger errichteten daher in Eigeninitiative die ersten Schutzmaßnahmen.

Seit der Gründung des Forsttechnischen Dienstes (1884) wurde die Maßnahmensetzung, aufbauend auf die vorhandenen Schutzbauten, systematisch erweitert. Die Verringerung der Erosion in den zwei Teileinzugsgebieten Steggraben und Wiltschkitzenbach stand neben geschiebebewirtschaftenden Maßnahmen im Hauptgraben im Vordergrund. Dieser Grundgedanke wurde auch beim notwendig gewordenen Verbauungsprojekt 1999 beibehalten. Das Projekt sieht vor allem die Konsolidierung der Bachsohle (Baustoff: Gabionen und Beton) als auch die Begrünung der offenen Erosionsflächen in den oben angeführten Teileinzugsgebieten vor.

Im Zuge der Studienreise konnten Teilabschnitte des noch in Umsetzung befindlichen Projektes 1999 begutachtet werden. Nach Fer-

tigungstellung des Projektes werden sich die Gefahrenzonen im Gefahrenzonenplan nicht verändern (das Verbauungsprojekt 1999 wurde aufgrund der Verschlechterung der Zustände in den Teileinzugsgebieten initiiert).

Im Zuge der Studienreise wurden das Verbauungskonzept als auch die technischen und wirtschaftlichen Grenzen der gesetzten / geplanten Konsolidierungsmaßnahmen unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen eingehend diskutiert. Die Frage der Instandhaltung ist aber im Hinblick auf das Versagen von einzelnen Bauwerken in einer Staffelstrecke von zentraler Bedeutung. Dieser Aspekt muss unter der Prämisse der Finanzierbarkeit gesehen werden. Können sich zukünftige Generationen die Instandhaltung überhaupt leisten? Wie würde sich das Gefahrenpotenzial im Ortsbereich bei einem Versagen der Konsolidierungsmaßnahmen verändern?

Eine seitens der Gebietsbauleitung angedachte Projektserweiterung würde sich mit geschiebe- und wildholzbewirtschaftenden Maßnahmen im Nahbereich des Siedlungsgebietes befassen. Einhellig wurde festgestellt, dass ein derartiges Schlüsselbauwerk – auch im Hinblick auf die „möglicherweise erhöhten“ Geschiebeeinträge – notwendig wäre. Die Auswirkungen eines derartigen Bauwerkes auf die Zonenplanung wurden ebenfalls diskutiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Frage der Instandhaltung für die Tätigkeit des Forsttechnischen Dienstes und für die Aufrechterhaltung des angestrebten Schutzzieles von essenzieller Bedeutung ist.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl. Ing. Christian Stundner
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gbl. Wien und Nördl. Niederösterreich
Marxergasse 2, 1030 Wien
E-Mail: christian.stundner@die-wildbach.at

MARTIN STRAUSS, KLAUS WEISSER

Wildbachbetreuung Tirol – 3-Stufen-Modell

Torrent Management in Tyrol – A 3-Level Model

Zusammenfassung:

Im Rahmen der Studienreise 2009 in Kärnten hat Dipl. Ing. Albert Pichler das Projekt „Wildbachbetreuung - Tirol“ vorgestellt. Das dahinterliegende 3-stufige Wildbachbetreuungskonzept überzeugt vor allem durch die konsequente kompetenzübergreifende Zusammenarbeit, durch seine klare Zuordnung von Zuständigkeiten, durch seine durchgängige EDV-basierte und allen Projektpartnern zugängliche Dokumentation und durch den „Mut zur Lücke“. Mit dieser Methode kann dem forstgesetzlichen Auftrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz durch Freihaltung der Wildbachgerinne und der laufenden Überwachung von Schutzbauten bestens entsprochen werden und darüber hinaus werden die handelnden Akteure (Wildbachaufseher, Bürgermeister) durch die klare Dokumentation geschützt.

Summary:

During the educational trip to Carinthia in 2009, Mr. Albert Pichler introduced the project “Wildbachbetreuung - Tirol”. It is based on a three-phased concept with the benefits of consequent cooperation and clear assignment of different responsibilities. The IT-based documentation is available for all partners of the project. Nevertheless, it risks leaving gaps in knowledge. This method fulfills the obligations of the Forest Law concerning preventive flood control by keeping the run off area clear and by using continuous surveillance. Furthermore the persons responsible (torrent-inspectors, mayors) are assured because of the clear documentation.

1. Einleitung

Das Forstgesetz 1975 verpflichtet im § 101 (6) jede Gemeinde, „durch deren Gebiet ein Wildbach fließt, diesen samt Zuflüssen innerhalb der in ihrem Gebiet gelegenen Strecken jährlich zumindest einmal, und zwar tunlichst im Frühjahr nach der Schneeschmelze, begehen zu lassen und dies der Behörde mindestens zwei Wochen vorher anzuzeigen. Die Beseitigung vorgefundener Übelstände (siehe Abb. 1 - 7), wie insbesondere das Vorhandensein von Holz oder anderen den Wasserlauf hemmenden Gegenständen, ist sofort zu veranlassen. Über das Ergebnis der Begehung, über allfällige Veranlassungen und über den Erfolg hat die Gemeinde der Behörde zu berichten.“

Um dieser Verpflichtung bestmöglich nachkommen zu können, wurde in Tirol das Projekt „Wildbachbetreuung“ als Gemeinschaftsprojekt zwischen dem Gemeindeverband, Behörden, Landesdienststellen, dem öffentlichen Wassergut und der Wildbachverbauung Tirol unter der politischen Patronanz von LRin Anna Hosp und LR Anton Steixner erarbeitet. In das Projekt wurden auch die bezüglichlichen Vorgaben der ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung eingearbeitet.



Abb. 1 u. 2: Mangelnde Ufergehölzpflege, Verlegung Hochwasserabflussprofil

Fig. 1 and 2: Inadequate care of riverbank trees



Abb. 3 u. 4: Holz-/Astwerkdeponierungen im Hochwasserabflussbereich

Fig. 3 and 4: Deposited wood and branches in the run off area of the flood



Abb. 5 u. 6: Bauwerksschäden

Fig. 5 and 6: Damages of flood control structures



Abb. 7: Einbauten
Fig. 7: Structures

2. Projektziel

ist die Optimierung des vorbeugenden Hochwasserschutzes durch eine – in einem dreistufigen Verfahren – standardisierte Betreuung der Wildbacheinzugsgebiete und durch eine EDV-basierte Dokumentation. Durch die klare Dokumentation und Zuordnung von Zuständigkeiten ergibt sich auch ein Schutz für die handelnden Akteure (Waldaufseher, Bürgermeister)

3. Das Tiroler 3-Stufen-Modell der Wildbachbetreuung

• Stufe 1 – „Laufende Überwachung“

Umfasst den gesetzlichen Auftrag zur jährlichen Begehung (und tunlichst nach schweren Unwettern) laut Forstgesetz und der Tiroler Waldordnung und zu entsprechenden Veranlassungen; gleichzeitig erfolgt die Gewässerzustandsaufsicht gemäß Wasserrechtsgesetz sowie eine visuelle Kontrolle bestehender Anlagen inklusive Berichtswesen an die Behörden und die Wildbachverbauung.

Die Zuständigkeit für diese Tätigkeiten liegt bei den Gemeinden und wird von den Waldaufsehern nach entsprechender Schulung

durch Fachexperten besorgt. Die Begehungsbefehle, die getroffenen Veranlassungen sowie deren Umsetzung werden EDV-mäßig im Portal Tirol (<http://portal.tirol.gv.at>) erfasst.

Auf dieser Stufe wird besonderes Augenmerk auf die Freihaltung der Wildbachgerinne von schädlichem Uferbewuchs und Gegenständen – insbesondere dem abschwemmfähigen Wildholz – gelegt, welches im Ereignisfall häufig die Funktionsfähigkeit vorhandener Schutzbauten beeinträchtigt und z.T. sogar außer Kraft setzt.

• Stufe 2 – „Kontrolle“

Dient der vertieften Beurteilung des hydromorphologischen Zustandes der Gewässer und ihrer Ufer und der Qualität der Einbauten.

Die Zuständigkeit für diese Tätigkeiten liegt bei den Gemeinden und der Wildbachverbauung und wird von den Waldaufsehern und den Wildbachbetreuern der WLV-Dienststellen standardmäßig in einem 5-Jahres-Rhythmus bzw. nach offensichtlichen Veränderungen im Einzugsgebiet besorgt. Die Dokumentation erfolgt analog zu Stufe 1.

• Stufe 3 – „Prüfung“

Umfasst die externe Qualitätskontrolle von technischen Einbauten in Wildbächen.

In einem Rhythmus von 10 – 20 Jahren sollen alle „wichtigen“ technischen Hochwasserschutzbauten der Wildbach- und Lawinenverbauung (= „Schlüsselbauwerke“) von einer externen Stelle auf ihre Qualität geprüft werden. Die Zuständigkeit für die Veranlassung der „Prüfung“ liegt bei der WLV.

4. Akteure und deren Zuständigkeiten

- Der **Waldaufseher** begeht die Wildbäche, dokumentiert die „Übelstände“ und Mängel an Schutzbauten, erhebt die Grundei-

gentümer/Verursacher, schlägt die Maßnahmen zur Beseitigung der Hindernisse vor und schätzt die Kosten. Der Waldaufseher ist ein Angestellter der Gemeinde und forstfachlich bzw. als Forstschutzorgan der Bezirksforstinspektion unterstellt.

- Der **Wildbachaufseher** bewertet die Beobachtungen des Waldaufsehers (Wichtigkeit und Dringlichkeit), bestätigt oder korrigiert die vorgeschlagenen Maßnahmen und Kosten, befindet über Förderfähigkeit und legt die Durchführung fest. Der Wildbachaufseher ist ein Kollektivvertrags-Mitarbeiter der Wildbachverbauung, zumeist im Rang eines Partieführers mit eigener Betreuungspartei.
- Die **Gemeinde** beauftragt die Maßnahmen, informiert Grundeigentümer, holt Stellungnahmen von den Verursachern ein und erstellt nötigenfalls Räumungsbescheide
- Der Verwalter des **öffentlichen Wassergutes** hat Leserechte für alle Beobachtungen auf den Grundstücken des ÖWG
- Die Bezirkshauptmannschaft/**Naturschutzabteilung** befindet bei Schäden an Regulierungsbauwerken über die Notwendigkeit eines Behördenverfahrens für die Sanierungsmaßnahmen; Naturschutzbescheid wird den Dokumenten hinzugefügt
- Die Bezirkshauptmannschaft/**Wasserrechtsabteilung** leitet auf Basis der dokumentierten Beobachtungen (insbesondere hinsichtlich Wasserein- und -ausleitungen) wasserrechtliche Verfahren ein und schließt die Beobachtung nach Abschluss des Verfahrens auch im System „Wildbachbetreuung“ ab.
- Die Forstbehörde ist auf Bezirkshauptmannschaftsebene für die Umsetzung des Forstgesetzes und der Tiroler Waldordnung

zuständig. Die **Bezirksforstinspektion** begleitet die praktische Umsetzung von Betreuungsmaßnahmen größeren Umfangs bzw. mit mehreren betroffenen Grundeigentümern, zum Teil auch über eigene Projekte.

- Der **Landesforstdienst** unterstützt die Anwendung „Wildbachbetreuung Tirol“ in der digitalen Aufbereitung und Vernetzung in der TIRIS-Anwendung sowie mit den damit verbundenen Schulungen der verschiedenen Nutzer. Das EDV-System „Wildbachbetreuung“ ist Teil des Tiroler Raum- und Informationssystems TIRIS.
- Die **Wildbach- und Lawinenverbauung** ist als ein wesentlicher Projektpartner mit genau abgegrenzten Aufgaben betraut und achtet darüber hinaus besonders darauf, dass die Verwaltungsabläufe nutzerfreundlich, überschaubar und transparent gestaltet werden und klare Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten gegeben sind.

5. Mut zur Lücke

Die vom Forstgesetz geforderte lückenlose jährliche Begehung aller verordneten Wildbäche mit samt deren Zubringer bis in die obersten Quellgebiete ist in der Praxis nicht durchführbar und auch nicht notwendig.

Im Betreuungskonzept werden GIS-basiert durch die Gebietsbauleitungen Begehungsstrecken (siehe Abb. 8) mit jährlicher Begehungspflicht (rot), mit 5-jährlicher Begehungspflicht (gelb) und ohne Begehungspflicht (blau) festgelegt. In Tirol konnte mit diesem „Mut zur Lücke“ die jährlich erforderliche Begehungsstrecke von etwa 16.000 km um nahezu 90 % auf 1.700 km/Jahr reduziert werden.

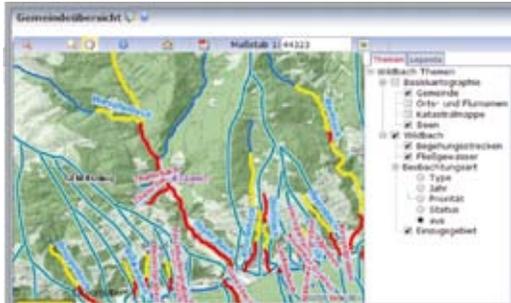


Abb. 8: Festlegung von Begehungstrassen mit unterschiedlicher Dringlichkeit

Fig. 8: Determination of controlling sections with various degrees of urgency

6. Weiterentwicklungen im Jahr 2009

- Wartung der Begehungstrassen durch die Wildbachaufseher
- Implementierung der Förderungsabwicklung in die Förderungsanwendung Internet (FAI)
- E-Mail-Benachrichtigung bei bestimmten Statusübergängen
- Verbesserungen im Workflow

7. Betreuungsdienste in den Gebietsbauleitungen der Sektion Oberösterreich

In den Gebietsbauleitungen Oberösterreichs werden schon seit den 60er Jahren Betreuungsdienste geführt und auf Gebietsbauleitungsebene laufend Systemverbesserungen vorgenommen. Als letzte Neuerung zur Effizienzsteigerung wurden nach dem schweren Hochwasser vom Frühling 2005 durch die Gebietsbauleitung Steyr-Enns-Gebiet im Jahr 2006 Wildbachbegehertage initiiert. Bei diesen gemeinsam mit den Forst- und Wasserrechtsverantwortlichen der Bezirkshauptmannschaften Steyr-Land und Kirchdorf durchgeführten Veranstaltungen werden die Bürgermeister, die Gemeindeamtsleiter sowie die von den Gemeinden im Vorfeld nominierten Wildbachbegeher über die rechtlichen Rahmenbedingungen, die

fachliche Notwendigkeit sowie über eine praktische und effiziente Durchführung informiert. Diese Wildbachbegehertage werden durch praktische Anschauungsbeispiele im Gelände abgeschlossen und es werden periodische Updates zum Erfahrungsaustausch abgehalten.

8. Würdigung und Wertung

Das Tiroler System „Wildbachbetreuung“ ist als ein sehr praxisbezogenes Modell ein Musterbeispiel für eine effiziente und transparente Betreuung/Überwachung von Wildbacheinzugsgebieten. Diese wertvollen Ansätze sollten in anderen Bereichen Österreichs trotz zum Teil anderer Rahmenbedingungen (z.B. fehlende Waldordnung samt Waldaufseher) auf die jeweiligen Verhältnisse und Möglichkeiten angepasst zum Einsatz gebracht werden. Überlegenswert wäre auch die Installation einer Schnittstelle zum Wildbach- und Lawinenkataster.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl. Ing. Martin Strauß
die.wildbach
Gebietsbauleitung Attergau und Innviertel
Atterseestraße 6, 4863 Seewalchen am Attersee
E-Mail: martin.strauss@die-wildbach.at

Dipl. Ing. Klaus Weisser
die.wildbach
Gebietsbauleitung Steyr-Ennsgebiet
Garnisonstraße 14, 4560 Kirchdorf/Kr.
E-Mail: klaus.weisser@die-wildbach.at

Quellennachweis:

Sämtliche Abbildungen und Graphiken stammen aus den Präsentationsunterlagen von:
Dipl. Ing. Albert Pichler
Gebietsbauleitung Osttirol
Kärntnerstraße 90, 9900 Lienz
e-mail: albert.pichler@die-wildbach.at



Ingenieurkonsulent • Ingenieurbüro
Forst- und Holzwirtschaft
Wildbach- und Lawinenschutz
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

DIPL. ING. THOMAS PERZ

www.perzplan.at

2630 Ternitz
8600 Bruck/Mur

office@perzplan.at
bruck@perzplan.at

Tel: 02630-35105
Tel: 03862-52818

CHRISTOPH SKOLAUT, FRANZ ANKER

Maßnahmendatenbank – Ein GIS-Tool mit strategischer Dimension

The Control Measures Database – A Strategical GIS Tool

Zusammenfassung:

Die Einführung einer digitalen Maßnahmendatenbank zur Erfassung sämtlicher Wildbach- und Lawinschutzbauwerke ist ein wichtiges Werkzeug im täglichen Naturgefahrenmanagement mit strategischer Bedeutung. Dieses GIS-Tool zeigt nachvollziehbar vorhandene Defizite und Handlungsbedarf auf und stellt so die Grundlage für zukünftigen Ressourceneinsatz dar.

Summary:

The implementation of a database of control measures in torrents is an important day-to-day business tool in the field of protection against natural hazards. This tool is of strategic importance because deficits and needs for action are shown comprehensibly. This instrument will play a key role in the assignment of funds in the future.

Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung hat seit seinem Bestehen eine Vielzahl von Schutzbauwerken in ganz Österreich errichtet. Darunter fallen nicht nur Querwerke der Geschiebemanagement und Hochwasserretention, sondern auch viele Längsbauwerke in Form von Ufersicherungen. Alleine in der Sektion Kärnten wurden seit Gründung im Jahr 1884 geschätzte 120.000 Bauwerke errichtet.

Die Dokumentation dieser Maßnahmen erfolgte bisher in den jährlich zu erstellenden Ausführungsnachweisen, die das Baugeschehen des abgelaufenen Jahres in Plänen und in Form von diversen Kostenaufstellungen und -auswertungen erfassen. Die Übersicht sämtlicher Maßnahmen findet sich nach Bauabschluss in den Kollaudierungsoperaten. Eine systematische Erfassung der Maßnahmen in Form einer digitalen Datenbank fehlte bisher.

Das im Jahr 2008 abgeschlossene Projekt „Volkswirtschaftliche Analyse der WLV“, durchgeführt durch das renommierte österreichische Wirtschaftsforschungsinstitut (WIFO), zeigte u.a., dass die Investitionen in Neubauten zurückgehen, während der Aufwand für Instandhaltungen stetig steigt. So wurde in den 1960er Jahren massiv in Wildbach- und Lawinenverbauungsmaßnahmen investiert (siehe Abb. 1). Seit dem Jahr 1967 nehmen die Ausgaben zu realen Werten laufend ab. Eine Folge davon ist, dass der Kapitalstock schwächer wächst. Neuinvestitionen und Abschreibungen liegen daher derzeit auf annähernd dem glei-

chen Niveau. Ein weiterer Rückgang von Investitionen führt dieser Rechnung zu Folge zu einem Kapitalverzehr und somit potenziell zu einer Verringerung der Schutzleistung.



Abb. 1: Darstellung der Entwicklung der Investitionen in Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung, des Kapitalstocks und der unterstellten Abschreibung (WIFO, 2008)

Dies bedeutet, dass der Punkt, an dem mehr Investitionen in die Erhaltung von Schutzbauwerken als in die Neuerrichtung derselben fließen bereits erreicht wurde bzw. unmittelbar bevorsteht. Dies wird durch eine Darstellung des Verbauungsgrades in den österreichischen Gemeinden bestätigt (siehe Abb. 2). Darin zeigt sich der hohe Mitteleinsatz von durchschnittlich € 120 Mio. jährlich in den letzten Jahren in die Schaffung von langfristigen Schutzsystemen für die Bevölkerung vor Ort.

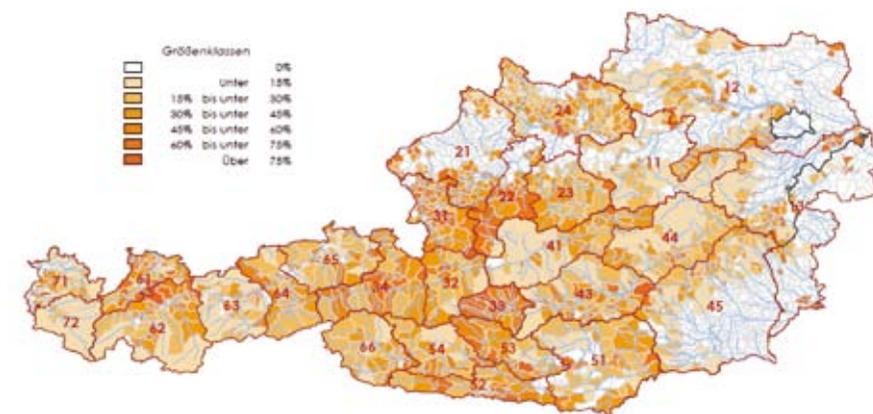


Abb. 2: Der Grad der Verbauung von Wildbacheinzugsgebieten im Jahr 2008 (WIFO, 2008)

Aufgrund der genannten Fakten wird der zukünftige Schwerpunkt im Bereich der Wildbach- und Lawinerverbauung in der Bauwerkserhaltung liegen. Eine genaue Abschätzung des jährlichen Mittelbedarfs für die Erhaltung der Schutzbauwerke und damit des vorhandenen Sicherheitsniveaus ist dzt. aufgrund fehlender Daten nicht möglich. Dies wird jedoch in Zukunft von den Interessenten und politischen Entscheidungsträgern verstärkt eingefordert werden.

Grundlage für eine Mittelabschätzung ist zunächst einmal die Erfassung sämtlicher

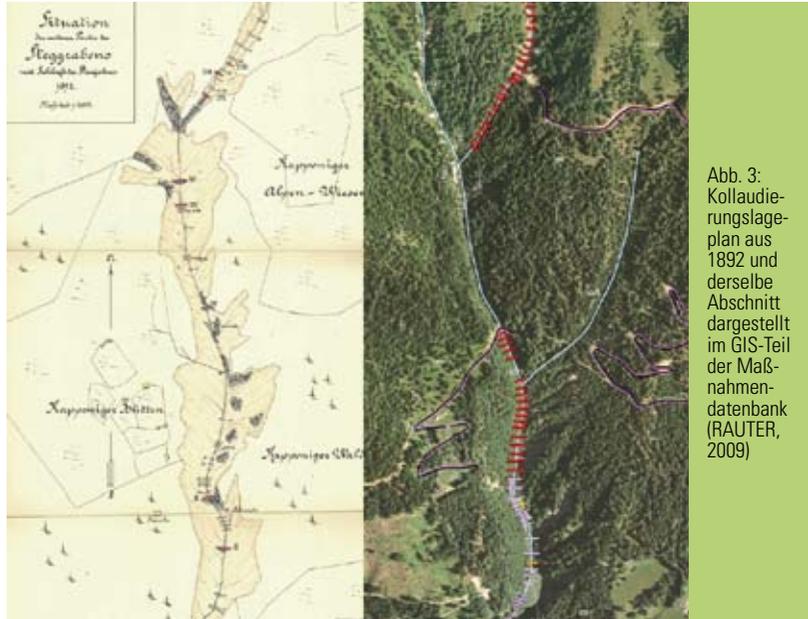


Abb. 3: Kollaudierungslageplan aus 1892 und derselbe Abschnitt dargestellt im GIS-Teil der Maßnahmen-datenbank (RAUTER, 2009)

Schutzbauwerke und in einem weiteren Schritt die Bewertung ihres Zustands. Einen ersten wichtigen Schritt in Richtung systematischer digitaler Bauwerkserfassung hat die Sektion Kärnten der Wildbach- und Lawinerverbauung im Jahr 2005

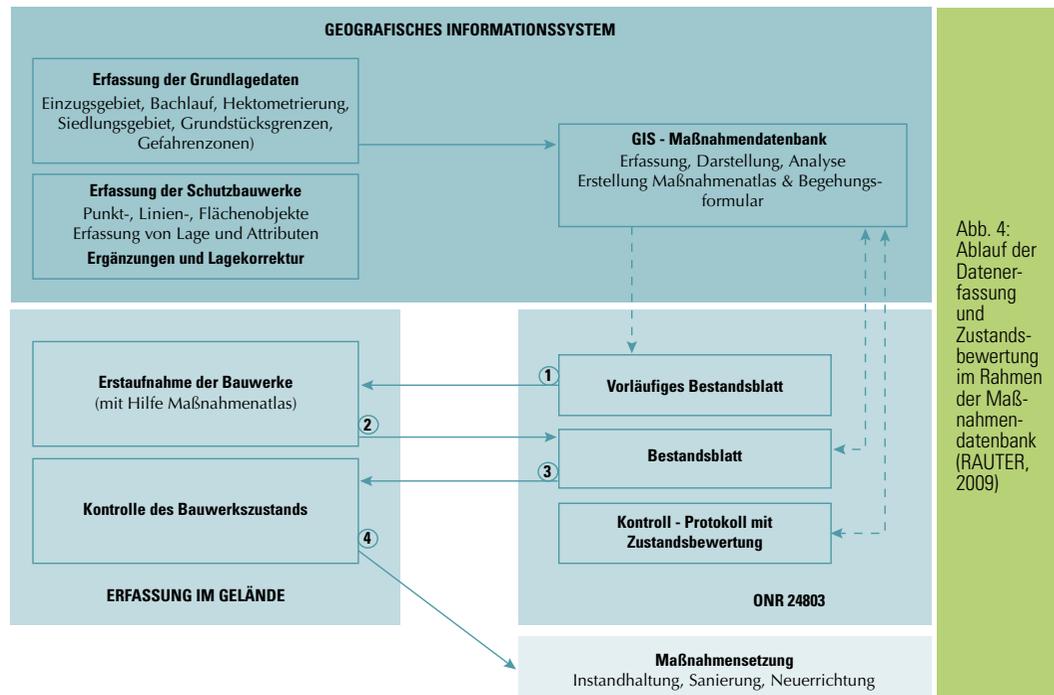


Abb. 4: Ablauf der Datenerfassung und Zustandsbewertung im Rahmen der Maßnahmen-datenbank (RAUTER, 2009)

mit der Erstellung einer Datenbank im Rahmen der Regionalstudie für den Stockenboierbach gemacht. Seither erfolgte eine konsequente Weiterentwicklung des nunmehr als „Maßnahmendatenbank“ bezeichneten Werkzeugs.

Es handelt sich dabei um ein Geografisches Informationssystem (GIS) zur Erfassung, Speicherung und Analyse von Schutzmaßnahmen. Vorhandene Maßnahmen werden zum einen im GIS verortet und zusätzlich werden beschreibende Informationen als Attribute jeder Maßnahme gespeichert. Auswertungen von vorhandenen Daten bzw. Maßnahmen können in Form von Tabellen oder von Karten wie z.B. Kollaudierungslageplan oder Maßnahmenatlas für Wildbachbegehungen erfolgen.

Mit der Veröffentlichung der ONR 24803 „Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung“ zu Beginn des Jahres 2008 wurde das erforderliche

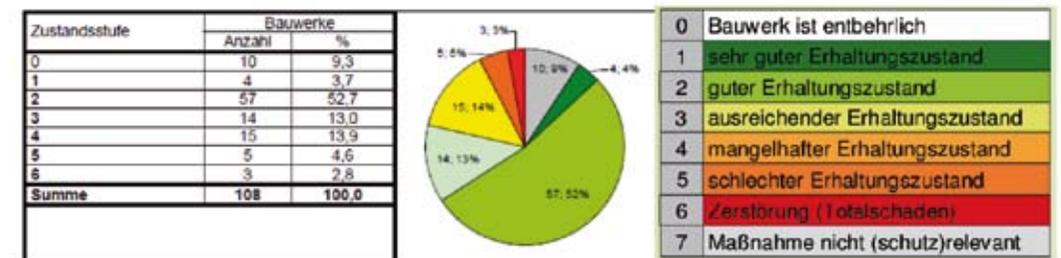


Abb. 5: Auswertungen des Zustandes von Maßnahmen sind wesentliche Entscheidungsgrundlagen für die Prioritätenreihung von Projekten (RAUTER, 2009)

Berichtswesen der laufenden Überwachung, Kontrolle und Prüfung samt Zustandserfassung in die Maßnahmen-datenbank integriert.

Der Ablauf von der Datenerfassung einzelner Schutzbauwerke, deren Zustandsbewertung bis hin zur Auswertung und Darstellung ist in Abb. 4 ersichtlich.

Ziel der Maßnahmen-datenbank ist es, aktuelle Information über die Vielzahl an vorhandenen Schutzbauwerken zu erhalten und diese jederzeit nachvollziehbar darstellen zu können:

- Wo befinden sich die Bauwerke?
- Wie viele Bauwerke sind noch vorhanden?
- In welchem Zustand sind die diese Bauwerke?
- Erfüllen sie die ihnen zugedachte Schutzfunktion?
- Wo ist Handlungsbedarf?

In Abb. 5 ist das Ergebnis einer derartigen Abfrage ersichtlich gemacht. Auf Basis dieser exakt

nachvollziehbaren Daten aus der Maßnahmendatenbank kann in einem weiteren Schritt der Mittelbedarf für die Instandhaltung erhoben und die Priorisierung der durchzuführenden Maßnahmen in der Gebietsbauleitung vorgenommen werden. Für die Kommunikation mit den betroffenen Interessenten und politischen Entscheidungsträgern stellen die vorhandenen Auswertungen aus der Datenbank eine wesentliche und vor allem jederzeit nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage dar.

Die vorhandene Maßnahmendatenbank der Sektion Kärnten kann als Best-Practice-Beispiel für die systematische Erfassung und Auswertung von vorhandenen Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik bezeichnet werden. Sie stellt eine wesentliche Grundlage der zukünftigen Naturgefahrenprävention dar und muss konsequent weiterverfolgt werden.

Wesentlich erscheint aufgrund der großen Anzahl an Bauwerken in ganz Österreich der unverzügliche Start der Erfassung sämtlicher Maßnahmen. Die Datenerfassung sollte projektbezogen bei der Erstellung von Projekten und Gefahrenzonenplänen sowie Kollaudierungen verpflichtend erfolgen. Ein zentraler Punkt in diesem Zusammenhang ist die vorhandene Kompatibilität mit dem kommenden Bauwerkskataster im Wildbach- und Lawinenkataster. Die nun erhobenen Daten können später problemlos in das neue, zentral organisierte System eingelesen werden. Von entscheidender Bedeutung ist die standardisierte Zustandserfassung und Bewertung von Bauwerken im Rahmen der Gefahrenzonenplanerstellung bzw. -überarbeitung aufgrund der Folgewirkungen durch die Gefahrenzonenausweisung. Die konsequente Umsetzung der ONR 24803 im Dienstzweig kann dadurch wesentlich unterstützt werden.

Die Ausführungen haben gezeigt, dass die Maßnahmendatenbank ein wichtiges Werkzeug im täglichen Naturgefahrenmanagement mit

strategischer Bedeutung ist. Dies deshalb, da es nachvollziehbar vorhandene Defizite und Handlungsbedarf aufzeigt und so die Grundlage für zukünftigen Ressourceneinsatz darstellt.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Christoph Skolaut
Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinenverbauung
Sektion Salzburg
Bergheimerstraße 57
5020 Salzburg
e-mail: christoph.skolaut@die-wildbach.at

DI Franz Anker
Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinenverbauung
Sektion Salzburg, Gebietsbauleitung Pinzgau
Schmittenstrasse 16
5700 Zell am See
e-mail: franz.anker@die-wildbach.at

Literatur / References:

RAUTER, Marina:
Aufbau und Funktion der Maßnahmendatenbank der Sektion Kärnten. Präsentation im Rahmen der Studienreise 2009 des Vereins der Diplomingenieure der WLV (unveröffentlicht). 2009

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

WIFO, österreichisches Wirtschaftsforschungsinstitut:
Eine volkswirtschaftliche Analyse der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, 2008.

*Wir machen keinen Beton . . .
. . . aber wir bringen ihn in Form !*

RECKLI®



RECKLI®-Strukturmatrizen für *alle* Bereiche der Wildbachverbauung

- für Hochwasserschutzmauern
- für Einfriedungen und Stützwände
- für Ufergestaltung und Bebauung
- für Wasserstauwände
- für Begrenzungsmauern
- ...

Fordern Sie unseren 435-seitigen Katalog mit Standardstrukturen und zahlreichen Referenzobjekten an und lassen Sie sich von unserem Außendienstmitarbeiter weitere Referenzobjekte „Der Wildbach“ zeigen!

RECKLI GmbH

Eschstraße 30 · 44629 Herne
Tel. +49 2323 1706-0 · Fax +49 2323 1706-50
www.reckli.de · info@reckli.de

RECKLI Austria · Herr Reinhold Wagner
Kreitnergasse 10/18 · 1160 Wien
Tel. +43 17869844 · Fax +43 17869896
rwagner@reckli.at

Inserentenverzeichnis

Firma	Inserat Seite
Alzner-Meva	4
Geobruigg	6
Geoexpert	95
Geolith Consult	109
Heli Austria	8
i.n.n.	73
Klenkhart	23
Krismer	53

Lieco	73
Mair Wilfried	53
Mineral Abbau GmbH	109
Perzplan	121
Reckli Chemiewerkstoff GmbH	127
Sommer-Messtechnik	61
Tiwald	95
Trumer	61
Wucher	U4



Ein eingespieltes Team das extreme und alltägliche Flugeinsätze souverän löst.

