



Wildbach- und Lawinenverbau

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

Studienreise 2010 - Risiko im Bereich Schutz vor Naturgefahren, div. Beiträge

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinenverbauung
österreichs

ISBN: 978-3-9503089-1-4
75. Jahrgang, August 2011, Heft Nr. 167

Heft 167

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: Murgang Dawinbach 12./13.07.2010

Quelle: die.wildbach Gbl Oberes Inntal

Inhalt Heft 167



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

- Rettungsflüge • Film- und Fotoflüge*
- Montagen • Tierbergungen*
- Lawinsprengungen • 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

Seite 09

BLOCK 1: Dokumentation der Studienreise 2010

Alfred Ellmer, Thomas Feda, Thomas Frandl, Hubert Gridling:
**Studienreise 2010, Beschreibung der Exkursionspunkte
in den Gemeinden Altlenzbach und Weißenkirchen**

Seite 10

Thomas Perz:
**Restgefährdung und Restrisiko anhand des
Hochwasserschutzprojektes Altlenzbach**

Seite 26

Harald Gruber, Franz Anker, Florian Linko:
**Risiko aus Naturgefahren – Grundlagen und Rolle
innerhalb der WLW, Versicherungslösungen**

Seite 36

Hannes Burger, Christoph Skolaut:
**Ist die Gefahrenabwehr der Wildbachverbauung noch zeitgemäß?
Zusammenfassung der Diskussion im Rahmen der Studienreise 2010**

Seite 48

BLOCK 2: Beiträge zur Studienreise 2010

Florian Rudolf-Miklau:
**Die Umsetzung des Risikokonzepts im österreichischen
Naturgefahren-Management: Ein analytischer Streifzug**

Seite 54

Maria Patek, Florian Rudolf-Miklau, Christoph Skolaut:
**„Risiko“ in der Strategie 2015 der Wildbach- und Lawinverbauung:
Fragen an die Abteilungsleiterin**

Seite 68

Markus Holub, Heimo Gruber, Sven Fuchs:
Naturgefahren-Risiko aus Sicht des Versicherers

Seite 74

Herbert Heindl, Helmut Czerny, Bernhard Weichlinger:
Das Sicherheitskonzept für Talsperren im Kontext der Staubeckenkommission

Seite 88



Wildbachschutz Kargraben, Zederhaus

Sicher bauen.

Bauen auf schwierigem Terrain. Am Kargraben im Team erfolgreich:

Nach bestem Wissen

MEVA Schalungs-Systeme, Alzner Baumaschinen und die

und Gewässer.

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



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

Inhalt Heft 166

BLOCK 3: Allgemeine Beiträge

Roland Luzian, Peter Pindur, Kurt Nicolussi, Rudolf Sailer,
Jean-Nicolas Haas, Peter Zwerger:
Holozänes Lawinengeschehen und „Global Warming“

Seite 102

Christian Scheidl:
Methoden zur Bestimmung der Mobilität von Murgängen

Seite 118

Andreas Drexel:
Mur- und Hochwasserereignisse im Juli 2010 - Aufarbeitung und Erkenntnisse aus Sicht des Forsttechnischen Dienstes, Gebietsbauleitung Oberes Inntal

Seite 130

Panagiotis Stefanidis, Stefanos Stefanidis, Fani Tziaftani:
Torrential environment and preliminary assessment of sediment transport to Lake Megdoba (Tavropos) in Greece

Seite 148

Hans Angerer, Robert Hofmann:
Geologische und geotechnische Aspekte bei der Bemessung von Murgang- und Lawinenschutzdämmen


Seite 160

Sylvia Lechner:
Hangwasserableitung mittels Holzkännel

Seite 180

Hanspeter Pussnig:
Studienreise nach Trient – ein Exkursionsbericht


Seite 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...



Holzstützverbauung




Forst- und Güterwegplanung



Alperschönbach

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



CHRISTOPH SKOLAUT

Vorwort des Herausgebers

Risiko – ein allgegenwärtiger Begriff, der nicht zuletzt durch die Berücksichtigung in der EU-Hochwasserrichtlinie auch im Schutzwasserbau immer mehr an Bedeutung bekommt. Grund genug für den Verein der Diplomingenieure die Studienreise 2010 in Niederösterreich dem Thema „Risiko im Bereich Schutz vor Naturgefahren“ zu widmen.

Der erste Teil des vorliegenden Heftes Nr. 167 enthält Beiträge zur Dokumentation dieser Studienreise.

Im zweiten Teil finden Sie weiterführende Beiträge zum Thema Risiko.

Den Abschluss bildet ein Mix aus verschiedensten Beiträgen des Naturgefahrenmanagements.

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

Vorschau Heft 168 (Erscheinungstermin Ende 2011):

Studienreise Island

Richtigstellung zu Heft 166:

Beim Artikel auf Seite 198ff wurde versehentlich nur ein Autor (Gilbert Pomaroli) angeführt. Richtigerweise haben die folgenden acht Autoren bei diesem Beitrag mitgewirkt.

GILBERT POMAROLI, RAINER BELL, THOMAS GLADE, GERHARD HEISS,
PHILIP LEOPOLD, HELENE PETSCHKO, HERWIG PROSKE, JOACHIM SCHWEIGL

ALFRED ELLMER, THOMAS FEDA, THOMAS FRANDL, HUBERT GRIDLING

Studienreise 2010, Beschreibung der Exkursionspunkte in den Gemeinden Altlenzbach und Weißenkirchen

Study trip 2010, description of the excursion to the municipality Altlenzbach and Weißenkirchen

Zusammenfassung:

Im Zuge der Studienreise 2010 in Niederösterreich wurden einige Hochwasserrückhaltebecken der Gemeinde Altlenzbach sowie der mobile Hochwasserschutz der Donau in der Gemeinde Weißenkirchen besichtigt. Weiters wurde ein unverbauter Bach (Unflathgraben) begangen, wobei hier über mögliche Verbauungsvarianten ausführlich diskutiert wurde.

Summary:

In the course of the study trip 2010 to Lower Austria, we visited some flood-retarding basins in the community Altlenzbach and the mobile flood control of the Donau (community Weißenkirchen). Furthermore an unspoilt torrent (Unflathgraben) was inspected, whereby possible mitigation measures were discussed.

1. Rückhaltebecken Lengbachl

Das Lengbachl ist ein orographisch linker Zubringer des Lengbaches mit einem Einzugsgebiet von 4,85 km². Es entspringt auf einer Seehöhe von ca. 560 m und mündet nach einer Gesamtlauflänge von ca. 2,3 km in den Lengbach.

Im Zuge des Gesamtprojektes Hochwasserretention Lengbach wurde von der WLW die Teilmaßnahme „Hochwasserrückhaltebecken Lengbachl“ errichtet. Verbauungsgrundgedanke ist die Reduktion des Durchflusses in der Hochwasserspitze des HQ_{100} von 17,4 auf 9,5 m³/s.

Das Retentionsbecken liegt etwa bei hm

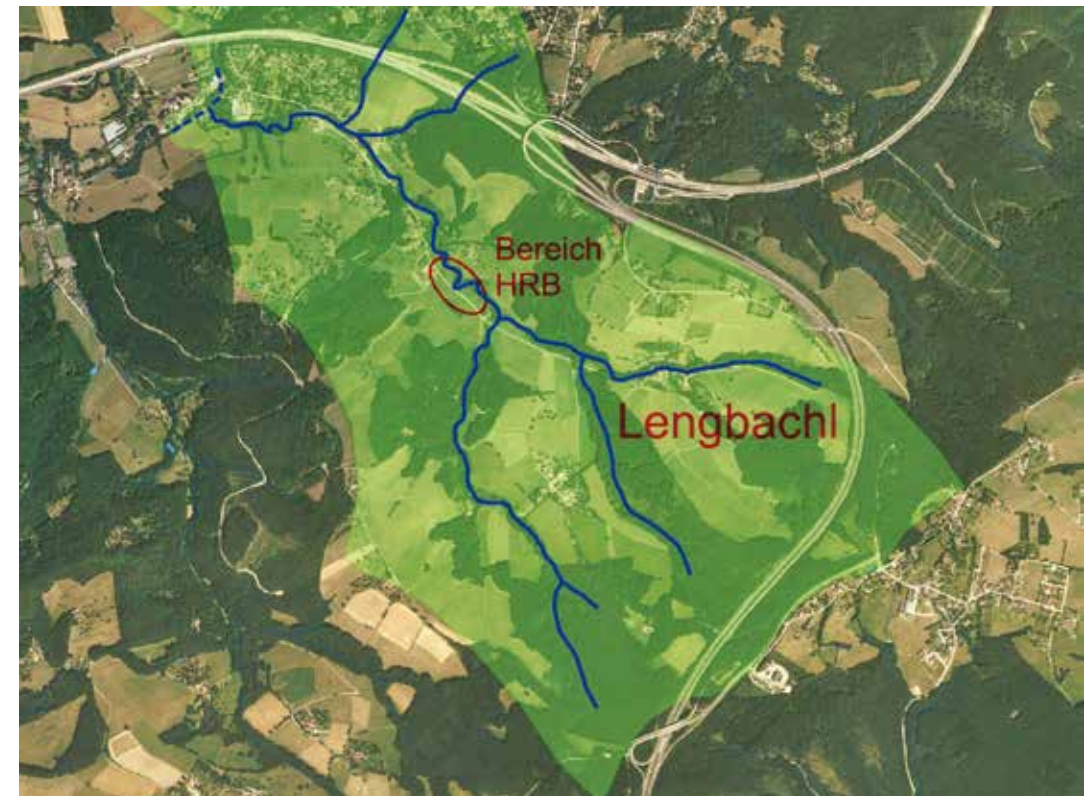


Abb. 1: Lageübersicht Lengbachl

Fig. 1: Location map Lengbachl

Ein besonderes Problem stellen die abflusserhöhenden Autobahnen dar, welche das Einzugsgebiet, ausgenommen gegen Südwesten, umgeben. Die rasch abfließenden Oberflächenwässer der versiegelten Fahrbahnflächen haben großen Einfluss auf das Abflussverhalten der Zubringergräben. So erhöht sich im Lengbachl das HQ_{100} durch den Autobahnabfluss um rund 8%.

14,5 bis 17,5 mit einem Stauvolumen von ca. 27.000 m³, davon waren rund 10.000 m³ Erdaustrub erforderlich. Die Stauhöhe beträgt 7 m. Das Abschlussbauwerk wurde als geschütteter Erdamm mit 9 m Höhe und ca. 60 m Breite ausgeführt. Die Dammkrone ist befahrbar.

In der Planungsphase wurde auch ein geotechnisches Gutachten in Auftrag gegeben.



Abb. 2:
RHB
Lengbach:
Dammkrone,
Ein- und Aus-
laufbauwerk

Fig. 2:
Flood-
retarding
basin
Lengbach:
Dam crest,
intake
structure
and outlet
structure



Abb. 3:
Tiefdrainage-
gerät

Fig. 3:
Low drainage
equipment

4 m. Die Ableitung erfolgt mittels einer Transportleitung, welche in das Rückhaltebecken entwässert.

Der neue Bachverlauf wurde als naturnahes Gerinne mit Trapezprofil hergestellt. Als Auflage seitens des Naturschutzes musste dabei der mäandrierende Charakter beibehalten werden. Boden

und Seitenböschungen des Beckens können auch künftig als Mähwiese genutzt werden.

2. Exkursionspunkt: Rückhaltebecken Böhmerhofgraben, Verbauung Lengbach

Für den Lengbach wurde 2004 ein Projekt von der Firma Perzplan ausgearbeitet. Grund dafür waren die Hochwässer in den Jahren 1991, 1997,

Aufgrund der Ergebnisse von Bohrungen und Probeschürfungen wurde der linksufrige gelegene Hang als Kriechhang charakterisiert. Nach einem Variantenstudium entschied man sich aufgrund der einfachen Umsetzung und der geringen Kosten für eine Tiefendrainage zur Fassung und kontrollierten Ableitung der Hangwässer. Diese wurde mit einer Bodenfräse in mehreren Schlitzen in Y-Form durchgeführt, die Tiefe erreichte dabei rund



Abb. 4:
RHB
Lengbach:
Beckenmulde

Fig. 4:
Flood-
retarding
basin
Lengbach:
Basin hollow

1999 und 2002. Das Einreichprojekt wurde im Auftrag der Bundeswasserbauverwaltung Niederösterreich und des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinerverbauung erstellt.

Das Projekt dient dem Hochwasserschutz am Lengbach in der Gemeinde Alt Lengbach, Bezirk St. Pölten. Der Hochwasserschutz wurde in Form einer Kombination von Rückhaltemaßnahmen

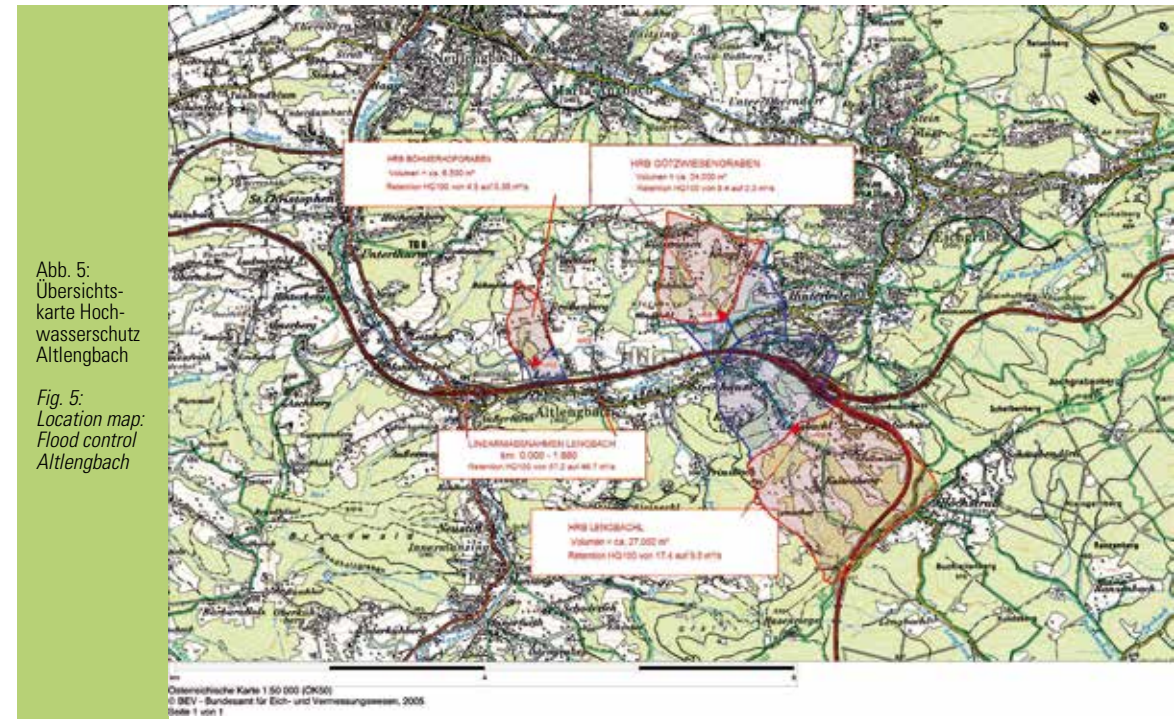


Abb. 5:
Übersichts-
karte Hoch-
wasserschutz
Alt Lengbach

Fig. 5:
Location map:
Flood control
Alt Lengbach



Abb. 6:
RHB Böhmerhofgraben,
Absperrbauwerk mit
Rechen

Fig. 6:
Flood-retarding
basin Böhmerhofgraben,
screen dam

men und Linearmaßnahmen erreicht, wobei die Becken im Oberlauf im Kompetenzbereich der WLV liegen.

Das Projekt umfasst folgende Maßnahmen:

- Hochwasserrückhaltebecken Lengbachl
- Hochwasserrückhaltebecken Götzwiesengraben
- Hochwasserrückhaltebecken Böhmerhofgraben
- Linearmaßnahmen Lengbach

Rückhaltebecken Böhmerhofgraben

Das Ziel der Rückhaltemaßnahme am Böhmerhofgraben ist die Abminderung der Hochwasserspitze aus dem 0,45 km² großen Einzugsgebiet von 4,5 auf 0,35 m³/s. Dafür wird ein Rückhaltewolumen von 6.500 m³ benötigt. Das Abschlussbauwerk wurde 2009 als Erddamm errichtet. Der Damm ist 7,6 m hoch, die Stauhöhe im Bemessungsfall beträgt 6,5 m.

Im unteren Bereich quert die Autobahn A1. Durch die Überlagerung von Beckenausfluss und Autobahnabfluss ergibt sich eine maßgebliche 100-jährliche Abflussspitze von ca. 1 m³/s für den Ortsbereich. Weiters kann im nicht gesicherten Unterlauf des Baches Material und Wildholz mobilisiert werden, wodurch eine Verklausung der Verrohrungsstrecke DN 1000 unter der Autobahn nicht ausgeschlossen werden kann.

Dieses Hochwasserrückhaltebecken wurde von der Bundeswasserbauverwaltung Niederösterreich an einem WLV-Gerinne hergestellt. Das Bauwerk wurde auf ein 100-jährliches Hochwasser dimensioniert. Es ergibt sich somit eine Abweichung zum Bemessungsereignis im Sinne der Gefahrenzonenplanung der WLV. Eine mögliche Lösung ist die Kompetenzbereinigung, d.h. Übergabe des Gewässers an die Bundeswasserbauverwaltung NÖ (Kompetenzgrenze z. B. Stauwurzel) und Verzicht auf Zonenausweisung unterhalb des Beckenstandortes.

Die ASFINAG hat im Zuge des dreistreifi-



Abb. 7: Unterlauf im Waldbereich, Mobilisierung Wildholz

Fig. 7: Lower reach in the forest, mobilization woody debris



Abb. 8: Bach im Ortsbereich

Fig. 8: Torrent in the area of the village

gen Ausbaus der A1 Absetzbecken vorgeschrieben bekommen. Die Becken sind auf Niederschlagsjährlichkeiten von 1 bis 5 ausgelegt. Diese Becken werden also kaum Einfluss auf ein Bemessungsereignis im Sinne der Gefahrenzonenplanung haben. Als weiterer Aspekt ist die Bewertung bzw. der Umgang bei einem Versagen eines solchen Beckens in der Gefahrenzonenplanung. Sollte es sich dabei um ein wesentliches Szenario handeln, so könnte sich dadurch die maßgebliche Abflussspitze deutlich erhöhen.

Hinweis: Für jedes Rückhaltebecken der WLV ist ein Beckenbuch zu erstellen. Ein Beckenbuch ist eine geordnete Sammlung aller relevan-

ten rechtlichen und technischen Unterlagen eines Hochwasserrückhaltebeckens. Es dient dem ordnungsgemäßen Betrieb und der Instandhaltung eines Hochwasserrückhaltebeckens. Das Beckenbuch umfasst folgende Bestandteile: Melde- und Alarmplan, Betriebsvorschrift, Projektunterlagen, Betriebstagebuch. Die Empfänger des Beckenbuches sind der Beckenbetreiber, der Beckenwärter, der Beckenverantwortliche, die zuständige Gebietsbauleitung der Wildbach- und Lawinenverbauung und die zuständige Wasserrechtsbehörde.

Linearmaßnahmen Lengbach (km 0,000–1,880)

Das Ziel der Maßnahme am Lengbach ist der Schutz der Ortschaft vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis. Das Gesamteinzugsgebiet beträgt 19,5 km². Der Hochwasserwert wird durch die Rückhaltemaßnahmen an den Zubringern von 57,2 auf 46,7 m³/s reduziert. Der Lengbach ist in diesem Bereich in der Zuständigkeit der Bundeswasserbauverwaltung.

Die Linearbauten umfassen auch Damm- und Mauerbauwerke, dadurch ergeben sich Schwierigkeiten bei der Binnenentwässerung („Polder“) durch Abtrennung vom Umland. Für den Fall eines Einstaus im Polder hinter Mauern und Dämmen wurden 3 Hochwassersiele in Form von Dammbalkenschlüssen möglichst am tiefsten Punkt des Dammes vorgesehen. Die Dammbalken haben eine Länge von 3,0 m und werden in vorgefertigte U-Profile mit Dichtungen eingesetzt. Im Regelfall ist das Siegel geschlossen. Die Öffnung erfolgt nur im Falle eines Rückstaus im Polder. Dies kann z. B. sein, wenn ein Zubringer Hochwasser führt, nicht aber der Vorfluter Lengbach. Als Restrisiko ist ein gleichzeitiges Auftreten von Bemessungsereignissen am Vorfluter und Zubringer zu erwähnen. Damit ist aber mit einer sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit zu rechnen. Für die „normale“ Polderentwässerung

dient ein Regenwasserkanal, der über eine Entlastungsleitung bachabwärts verzogen wurde, so dass eine Ausmündung über dem HW100-Spiegel möglich ist.



Abb. 9: Hochwassersiel aus Dammbalken

Fig. 9: Flood control – dam beam

3. Exkursionspunkt: Unflathgraben, Gde. Altlenzbach

Allgemeines

Der Unflathgraben ist ein rechtsufriger Zubringer zum Laabenbach, das Einzugsgebiet weist eine Größe von ca. 1,82 km² auf und reicht bis auf eine Seehöhe von 454 m. Die Mündung in den Laabenbach liegt auf einer Höhe von 259 m. Das HQ₁₅₀ beträgt 12,0 m³/sec., die Geschiebefracht wurde mit 850 m³ geschätzt. Die Gefällsverhältnisse sind wie folgt gegeben: OL: 10–20 %, ML: 5–10 % und UL: 2–5 %.

Geologisch gesehen befindet sich das Einzugsgebiet des Unflathgrabens in der Flyschzone, es sind Gesteine der Altlenzbacher Schichten der oberen Kreide vorhanden.

Das Klima ist feucht bis sehr feucht subozeanisch, der mittlere Jahresniederschlag beträgt 841 mm, der max. Einzelniederschlag (Station Brand-Laaben; Messung seit 1899) 136 mm am 08.07. 1914.



Abb. 10:
Situation an
der B 19
(Tullner
Straße)

Fig. 10:
Situation on
the B 19
(Tullner street)



Abb. 11:
Unflathgraben bau-
aufwärts der
Spitzmühle

Fig. 11:
Unflathgraben
upstream of
Spitzmühle

Folgende Hochwässer sind dokumentiert: 1991, 6. – 8. Juli 1997, August 2002 und 06.07. 2009.

Für die Gemeinde Altlenzbach ist ein ministeriell genehmigter Gefahrenzonenplan vorhanden, im Gefährdungsbereich des Unflathgrabens kommen einige Objekte und die B 19 (Tullner Straße) zu liegen.

Problematik

Im Zuge der Studienreise wurde ein mögliches Verbauungskonzept für den Unflathgraben vor Ort diskutiert. Dabei sind folgende Varianten vorgeschlagen worden:

- Geschiebeauffangbecken oberhalb der Spitzmühle und Ausbau des Gerinnes bis in den Vorfluter Laabenbach
- Geschiebe- und Hochwasserretention oberhalb der Spitzmühle
- Geschiebeauffangbecken oberhalb der Spitzmühle und Hochwasserretention oberhalb der B 19 auf dem GST 2729



Abb. 12: Künette im Unterlauf

Fig. 12: Paved channel in the lower reach

Entscheidend bei der Auswahl einer Verbauungsvariante sind folgende Aspekte:

- Positive Kosten-Nutzen-Untersuchung
- Finanzierbarkeit
- Zustimmung der Grundeigentümer
- Gefahrenzonenreduktion nach erfolgter Verbauung

Weitere Vorgehensweise

- In der Gebietsbauleitung überlegen, welche Variante bevorzugt wird bzw. machbar ist
- Die ausgewählte Variante mit der Gemeinde abstimmen
- Grobplanung durchführen
- Zustimmungen der betroffenen Grundeigentümer einholen
- Wenn Grundeigentümer zugestimmt haben, Detailplanung in Angriff nehmen
- Bürgerinformation
- Projekt einreichen und Bewilligungen erwirken
- Umsetzung der Verbauungsmaßnahmen



Abb. 13:
Bereich
Spitzmühle

Fig. 13:
Situation in
Spitzmühle

4. Exkursionspunkt Weissenkirchen: Mobiler Hochwasserschutz Donau

Nach zahlreichen periodisch auftretenden Hochwässern der letzten Jahrzehnte wurde nach intensiven Planungsarbeiten des Ziviltechnikerbüros Retter & Partner, gemeinsam mit den Verantwortlichen der Gemeinden, am 5. März 2008 der Spatenstich für den Hochwasserschutz von Weissenkirchen durch Herrn Landesrat Dipl.-Ing. Josef Plank vorgenommen.

Die Planung der orts- und landschaftsbildverträglichen Gestaltung der Hochwasserschutzanlage erfolgte im Einvernehmen mit Vertretern der Weltkulturerbe-Behörde und des Bundesdenkmalamtes.

Bis Ende 2009 wurden Hochwasserschutzwände mit einer Länge ca. 3.000 Metern errichtet, die künftig die Ortschaften Wösendorf, Joching und Weissenkirchen vor einem hundertjährigen Hochwasser schützen sollen (siehe Abb. 14).

Die Gesamtkosten für die Anlage betragen 22 Millionen Euro, die zu 50 Prozent vom Bund, zu 30 Prozent vom Land Niederösterreich



Abb. 14: Hochwasserschutzmauer entlang der Donau

Fig. 14: Flood control wall along the Donau

und zu 20 Prozent von der Gemeinde Weissenkirchen finanziert wurden. Das Hochwasser im August 2002 hat in den drei Ortsteilen Schäden in einer Höhe von 6,1 Millionen Euro verursacht.

Bis 2016 werden in Niederösterreich mehr als 550 Millionen Euro in den Hochwasserschutz investiert. Im Rahmen des Sonderfinanzierungspaketes hat das Land Niederösterreich das Budget im Bereich Wasserbau auf insgesamt 17 Millionen Euro pro Jahr verdoppelt.

Nach 2 Jahren Bauzeit wurde der Hochwasserschutz Weissenkirchen am 11. März 2010 offiziell den Einsatzorganisationen übergeben. Das Hochwasserschutzkonzept besteht aus Hochwasserschutzmauern entlang des linken Donaufufers, deren Mauersockel 80 cm über das natürliche Gelände herausragen, mobilen Elementen (Steher, Stützen und Dammbalken), die auf die Hochwasserschutzmauer montiert werden, vier Pumpstationen im Bereich Wösendorf, Joching und Weissenkirchen, drei druckdichten Gerinneindeckungen (Wösendorfer Ortsgraben, Seibererbach, Grubbach) und einem Hochwasserschutzlager zum Einlagern der mobilen Elemente. Die Baumaßnahmen der 2918 Meter langen Hochwasserschutzmauern erfolgten durch die Firma Strabag. Die Untergrundabdichtung der Hochwasserschutzmauern besteht aus einer MIP-Wand (mixed in place).

Technische Details des mobilen IBS-Aluminium-Hochwasserschutzsystems:

1419 Steher und Stützen – fünf verschiedene Arten:			
60 Stk.	MS5	3,5 m	185 kg
1 Stk.	Winkelstütze	90°	490 kg
3 Stk.	Winkelstütze	115° 1,25 m	380 kg
151 Stk.	MS4	2,5 m	94 kg
283 Stk.	MS3	2,25 m	88 kg
159 Stk.	MS2	2 m	73 kg
180 Stk.	MS1	1,5 m	53 kg
582 Stk.	MS7	2 m	44 kg
5978 Stk.	Mauer-Dammbalken	3,6 m	21,6 kg
1407 Stk.	Durchgangs-Dammbalken	2,75 m	16,2 kg

Die Lagerung des mobilen Hochwasserschutzsystems erfolgt in einer eigens dafür gebauten Lagerhalle zwischen Joching und Wösendorf. Sämtliche Einzelteile des mobilen Hochwasserschutzsystems werden in Paletten gelagert. Die Paletten sind eindeutig farblich und schriftlich gekennzeichnet und somit für die vorgesehenen Standorte leicht zuordenbar. Auch das durchdachte Konzept der Lagerung ermöglicht jederzeit Zugriff auf die nach Aufbauphasen geordneten Paletten.

Im Hochwasserereignisfall wird der Aufbau des mobilen Hochwasserschutzsystems in fünf Phasen, laut Einsatzplan, eingeteilt (siehe Tabelle 1).

In Phase 1 werden alle Durchlässe geschlossen. Dies ist mit einer niedrigen Mannschaftszahl und geringem Zeitaufwand zu erledigen. Jede aufgebaute Phase ist immer mit 0,5 m über der Prognose angesetzt. Bei der Anordnung der nachfolgenden Phasen (Phase 2 bis Phase 5) kann je nach Bedarf auf Einsatzkräfte – laut Ein-

	HQ	Bereich						ca. Aufbau ab einer Prognose- höhe Pegel Kienstock, steigende Tendenz	Gesamt- anzahl der zu mon- tierenden Damm- balken	
		Weißenkirchen		Joching		Wösendorf				
		Wand- höhe	Kienstock	Wand- höhe	Kienstock	Wand- höhe	Kienstock			
Schutz bis ca. Pegel Kienstock	Phase 0	Vorwarnstufe								
	Phase 1	15	202,34	9,04	202,96	9,16	202,96	8,96	6,76	0
	Phase 2	20	202,84	9,54	203,46	9,66	203,46	9,46	8,06	2
	Phase 3	30	203,34	10,04	203,96	10,16	203,96	9,96	8,56	4
	Phase 4	79	203,84	10,54	204,64	10,66	204,64	10,46	9,06	7
	Phase 5	100	204,34	11,04	204,96	11,16	204,96	10,96	9,86	10

Tab. 1: Phasen-Einsatzplan

Tab. 1: Phases-Plan of application

satzplan – und mehrere Hinterlandfeuerwehren, die in Reserve stehen, zugegriffen werden (Habruck, Groß Heinrichschlag, Weinzierl/ Walde, Nöhagen, Stixendorf, Ostra, Reichau). Auch das Österreichische Bundesheer ist mit drei Lkws und sechs Mann integriert. Je nach Bedarf an Ein-

satzkräften kann diese Zahl gesteigert werden. Die Leitung des Einsatzes wird von den Einsatzleitungsräumen im Hochwasserschutzlager und zum Teil vor Ort ausgeführt. Der Einsatzleiterstab besteht aus dem Einsatzleiter (Bürgermeister), Einsatzleiter-Stellvertreter, Technischen Leiter,

Einsatz STAB (ALARM)

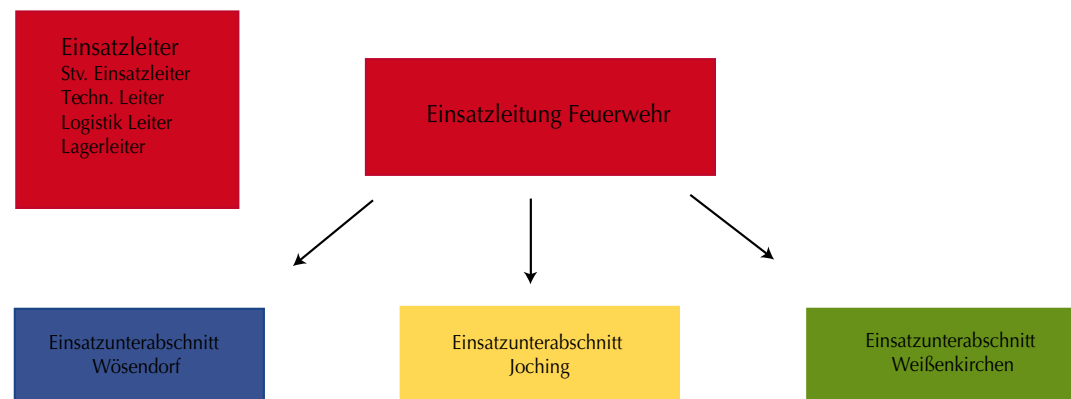


Abb. 15: Organigramm der Hochwassereinsatzleitung Weißenkirchen

Fig. 15: Organisational chart for the flood operations headquarters

Logistik-Leiter, Lagerleiter sowie den drei Feuerwehrkommandanten, die jeweils ihre Katastralgemeinde leiten (siehe Abb. 15).

Aufbau des Hochwasserschutzsystems:

Beim Ausruf der ersten Phase setzt sich ein Voraustrupp mit zwei bis drei Mann in Bewegung und entfernt die Blindschrauben im Mauersockel. Die Buchse wird mit Druckluft gereinigt. Währenddessen werden die Durchgangssteher mit Tiefladeanhänger herangeschafft und mithilfe eines Krans oder Staplers aufgestellt (siehe Abb. 16).



Abb. 16: Aufbau der Durchgangssteher

Fig. 16: Montage of the supports

Die Befestigung der Durchgangssteher erfolgt immer zuerst wasserseitig, da sich der Steher dann selbstständig zentriert. Es ist auch nicht möglich, einen Steher falsch zu positionieren oder an einer anderen Stelle anzuschrauben. Pro Verschraubungs-Trupp werden zwei Mann eingesetzt. Gearbeitet wird hier mit Power-Hilti-Akkuschrauber mit 250 kN pro Umdrehung. Danach werden schon die ersten Dammbalken eingeschoben und mittels Verspannschlitten niedergeschraubt, damit die unterste Dichtung auf ca. 30 mm niedergedrückt wird. Je nach Prognose der Einsatzleitung können die Mauersteher gesetzt werden und die Dammbalken nach den ausgerufenen Phasen (zwei bis fünf) erhöht werden (siehe Abb. 17).

Am 07. April 2010 wurde im Rahmen einer Übung der Vollaufbau des 850 m langen



Abb. 17: Vollaufbau des Hochwasserschutzsystems (Phase 5)

Fig. 17: Building of the flood control system (phase 5)

Hochwasserschutzsystems in der Gemeinde Weißenkirchen innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne von 7 Stunden aufgebaut. Es wurden ca. 10.000 Einzelteile von den Einsatzkräften zusammengesetzt, abgebaut, gereinigt und wieder in die dafür vorgesehenen Paletten sortiert und eingelagert.

Das erste Mal hat sich der Donauhochwasserschutz am 03.06.2010 bewährt.

Nach lang anhaltenden Regenfällen in ganz Mitteleuropa und ständig ansteigendem Wasserpegel der Donau wurde alarmplanmäßig die Phase 1 von den Einsatzkräften aufgebaut.

Das mobile IBS-Aluminium-Hochwasserschutzsystem in Weißenkirchen wurde für ein 100-jährliches Hochwasserereignis konzipiert.

Schon allein mit der Mauerhöhe von 85 cm können bis zu 60 % aller Hochwässer abgehalten werden. Bei Ereignissen > HQ₁₀₀ gibt es die Möglichkeit, Sandsäcke auf die Dammbalken aufzulegen.

5. Exkursionspunkt Weißenkirchen: Grubbach und die Auswirkungen des mobilen Donau-Hochwasserschutzes

Das gesamte Einzugsgebiet des Grubbaches bis zu seiner Vorflut, der Donau, hat eine Fläche von 8,52 km² (siehe Abb. 18). Der Hochwasserspitzenabfluss HQ₁₅₀ beträgt 33,20 m³/sec.



Abb. 18: Übersicht über das Einzugsgebiet des Grubbaches

Fig. 18: Overview of the catchment area of Grubbach

Die Wasserscheide liegt auf einer Seehöhe von rund 678 m, die Mündung auf 192 m, die gesamte Bachlaufänge beträgt ca. 5,2 km.

Die Geländeneigung des Rohprofils ist im Oberlauf (hm 23,0–52,0) mit 10–15 % anzusetzen, im Mittellauf (hm 7,0–23,0) mit 5–10 %. Im bereits zur Gänze verbauten Unterlauf (hm 0,0–7,0) beträgt die Sohlneigung 2–5 %.

Geologie

Geologisch gehört das Gebiet zum moldanubischen Gneisgebiet (= strukturelle Großeinheit der südlichen Böhmisches Masse). Wie aus Abb. 19 ersichtlich besteht das Einzugsgebiet des Grubbaches im Ober- und Mittellauf einerseits aus Paragneis und andererseits aus kristallinem Schiefer (mannigfache Variationen). Vereinzelt werden Paragneisschichten von Amphibolit und Dioritgneisbändern durchschnitten. Im Unterlauf überlagern Lehm – Löss, Tonmergel – Sand – Schotter und Gföhler – Gneiswerk – Blockwerk von Rutschmassen diese Schichten.

Oberflächlich ist das Gestein oft vergrust oder zersetzt und stellenweise tiefgründig zu Kolin bzw. Ton umgewandelt. Das Niederschlags-



Abb. 19: Auszug aus der geologischen Karte der Republik Österreich 1 : 50.000 (Mautern)

Fig. 19: Excerpt from the geological map of the Republic of Austria 1 : 5000 (Mautern)

Braun (42):	Paragneis, örtlich Glimmerschiefer
Grün (38 bzw. 34):	Amphibolit bzw. Migmatitamphibolit
Blau: (18):	Tonmergel, Sand, Schotter
Weiß (25):	Gföhler – Gneis – Blockwerk von Rutschmassen
Gelb (6):	Löss – Lehm

Legende zu Abb. 19

Legend for Fig. 19

wasser vermag gut in die tiefgründigen und fruchtbaren Böden einzudringen, sofern Ton und Lehm dies nicht verhindern.

Das Geschiebepotenzial beim Bemessungsereignis wird auf ca. 3.000 m³ (Uferanrisse und Sohleintiefungen) geschätzt. Die Geschiebe-

bilanz der fein- bis mittelkörnigen Struktur wird mit ca. 300 m³ angegeben. Im Ereignisfall ist auch mit größeren Mengen an Holz zu rechnen.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag (Messstation Großheinrichschlag) beträgt 667 mm, das größte Tagesmaximum (24h-Niederschlag) erreichte 128,0 mm, beobachtet am 23.07. 1987.

Das Einzugsgebiet ist von den forstlichen Verhältnissen her gesehen dem nördlichen Alpenvorland – Buchen, Mischwaldgebiet, östlicher Wuchsbezirk (außeralpine [böhmisches] Fichten, Tannen, Buchenwaldbereich) – zuzuordnen (Mayer 1974). Der Waldanteil beträgt rund 80 %. Bei fast vollständiger Bewaldung des Mittel- und Oberlauf Einzugsgebietes sind die Einhänge entlang des Unterlaufes, soweit sie nicht im Ortsgebiet von Weißenkirchen liegen, fast ausschließlich durch Weingärten genutzt.

Der Grubbach liegt zur Gänze im Kompetenzbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung.

Bach- und Verbauungsgeschichte sowie Schäden und deren Ursachen:

Schweres Hochwasser im Jahr 1950:

1951 wurde daraufhin von der NÖ Landesstraßenbauabteilung 7 die Bachstrecke von hm 2,723–3,880 eingedeckt.

Im gleichen Jahr wurde die Mündungsstrecke des Grubbaches von hm 0,000–0,208 von der Bundesstrombauabteilung Krems verbaut.

Die daran anschließende Bachstrecke bis hm 2,172 wurde dann in den Jahren 1952, 1953 und 1957 vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung verbaut, wobei das geregelte Gerinne von der NÖ Bundesstraßenverwaltung (hm 0,208–0,799) und von der Gemeinde Weißenkirchen (0,799–2,172) mit einer Stahlbetonplatte eingedeckt wurde. Weiters wurde in den Jahren 1955–1956 die von der NÖ

Landes-Straßenverwaltung 7 durchgeführte Verbauung von deren oberem Ende, bei hm 3,880 bis hm 5,053 fortgesetzt, wobei auch diese Strecke auf Kosten der Gemeinde Weißenkirchen eingedeckt wurde. Im Mittel- und Oberlauf sowie im linken Zubringer (Simbach) wurden im Jahr 1951 und 1954/55 zusätzlich zu kürzeren Teilregulierungen 5 Sperren (Konsolidierungssperren) zum Zwecke des Geschieberückhaltes errichtet. Die von der Wildbachverbauung ausgeführten Bauten wurden am 19.3.1959 kollaudiert, wobei die Notwendigkeit der Fortsetzung der Verbauung festgestellt wurde.

Ergänzungsprojekt 1959:

Es wurden in den Jahren 1960–1964 folgende Maßnahmen ausgeführt:

- Schließung der Verbauungslücke und Verlängerung des gemauerten Gerinnes bis hm 10,156
- Eindeckung bis hm 6,460
- Errichtung einer Sperre mit Gegensperre bei hm 24,290

Schweres Hochwasser am 15.7.1985

Ergänzungsprojekt 1985:

Von den projektierten Maßnahmen wurden in den Jahren 1985–1989 folgende Maßnahmen ausgeführt:

- hm 10,156–13,500: Es wurden lokale Ufersicherungen in Form von Mauerwerk bzw. GSS sowie zur Sohlsicherung 2 GS und 11 SG errichtet

Beim Hochwasser am 7.8.2002 sind im Bereich von hm 13,449 bis hm 15,215 wiederholt Uferanrisse (teilweise Zerstörung der Landesstraße) feststellbar gewesen; das nicht im Bachprofil abgeleitete, geschiebeführende Wasser hat sich entlang der Landesstraße in den Siedlungsbereich der Gemeinde Weißenkirchen ausgebreitet.

Projekt 2003 (Planung aus Ergänzungsprojekt 1985):

- hm 13,500–15,215: lineare Maßnahmen mit zahlreichen Sohlsicherungen

Ausgaben:

Kollaudierung 1951–1957:	ATS 1.150.000,–	(65% Bund)
Kollaudierung 1960–1964:	ATS 2.241.850,–	(65% Bund)
Kollaudierung 1985–1989:	ATS 10.310.000,–	(65% Bund)
Projekt 2003:	€ 554.000,–	(60% Bund)

Verbauungsgrundgedanke und Verbauungsziel der zahlreich getätigten Projekte:

Die Projekte sehen neben einer dauerhaften Sicherung der Ufer die schadlose Ableitung der Hochwässer durch vergrößerte Abflussquerschnitte im Mittellauf vor (das nicht im Bachprofil abgeleitete, geschiebeführende Wasser hat sich bisher unkontrolliert entlang der Landesstraße in den Siedlungsbereich ausgebreitet).

Aufgrund des engen Talbodens verbunden mit steilen Flanken bzw. aufgrund der parallel verlaufenden Landesstraße ist der dafür benötigte Platz beschränkt. Um das Verbauungsziel zu erreichen, wurde nach eingehendem Variantenstudium festgestellt, dass die Ufer der neuen, vergrößerten Abflussquerschnitte einerseits mittels Leitwerk aus ZMM (Bereich der bachbegleitenden Landesstraße bzw. Bereich des rechtsseitig situierten Fischteiches) und andererseits mittels GSS vor Seitenerosion geschützt werden sollen. Zur Sohlstabilisierung wurden Grund- und Sohlschwellen vorgesehen.

Des Weiteren soll sich ein Teil des Geschiebes oberhalb der Ortschaft Weißenkirchen im Ablagerungsraum einer Geschiebestausperre ablagern. Eine Verengung der Abflussquerschnitte infolge temporärer Ablagerungen könnte dadurch ebenfalls verhindert werden.

Um einen konzentrierten Rückstau bei der S-Schwelle (hm 12,883) zu verhindern (Unterlaufverbauung ist auf 25 m³/s ausgelegt, Berechnungsansätze ergaben aber eine höhere Abflussmenge von 27,4 m³/s), soll die Differenzmenge von 2,4 m³/s bereits ab hm 14,615 dosiert auf die Landesstraße geleitet werden.

Resümee:

Bei gleichzeitigem Hochwasserereignis der Donau und des Grubbaches ist die Ortschaft Weißenkirchen vom Donauhochwasser durch den mobilen Hochwasserschutz gesichert. Eine gefahrlose Ableitung des Grubbachhochwassers durch den Ortskern von Weißenkirchen konnte durch die zahlreich getätigten Verbauungsmaßnahmen des Grubbaches nicht erreicht werden. Bei der Einmündung des Grubbaches in die Donau verschärft sich im Hochwasserereignisfall die Gefahrensituation, indem die mobile Hochwasserschutzwand der Donau eine Barriere darstellt und dadurch ein Teil der Hochwassermenge aus dem Grubbach nicht in die Donau eingeleitet werden kann.

Im Ereignisfall der Donau und des Grubbaches schwingt immer ein Restrisiko bezüglich Hochwassersicherheit für den Ortskern Weißenkirchen mit.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl. Ing. Alfred Ellmer
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Steiermark
Conrad-von-Hötzendorferstraße 127, 8010 Villach
alfred.ellmer@die-wildbach.at

Dipl. Ing. Thomas Fedá
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Stabstelle Geoinformation
Stubenring 1, Hochparterre, 1012 Wien
thomas.feda@die-wildbach.at

Dipl. Ing. Thomas Frandl
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Gbl. Bregenz
Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz
thomas.frandl@die-wildbach.at

Dipl. Ing. Hubert Gridling
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Ost- u. Weststeiermark
Conrad-von-Hötzendorferstraße 127
8010 Graz
hubert.gridling@die-wildbach.at

Literatur / References:

ELLMER A., HOCHLEITNER G., SKOLAUT C., WAIBEL M. (2008):
Handbuch zur Erstellung eines Beckenbuches für ungesteuerte Hochwasserrückhaltebecken der Wildbach- und Lawinenverbauung, Fachschwerpunkt Hochwasserrückhaltebecken, BMLFUW – Abteilung IV/5

PERZ T. (2005):
Unterlagen Projekt Hochwasserschutz Altlenzbach, Technischer Bericht und Übersichtskarte

INTERNET (2010):
Diverse Berichte und Bilder zum mobilen Hochwasserschutz Weißenkirchen
<http://www.ff-weissenkirchen.info>
<http://www.fireworld.at/cms/story.php?id=26942>
http://www.noe.gv.at/Presse/Presse/Pressearchive-Suche/75048_Hochwasserschutz.pdf
http://www.noe.gv.at/Presse/Presse/Pressearchive-Suche/75048_Hochwasserschutz.print.html
http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20080305_OTS0291/spatenstich-fuer-hochwasserschutz-weissenkirchen
<http://www.afkdo-kremsland.at/index.php?id=3,381,0,0,1,0>

MAYER H., (1974):
Wälder des Ostalpenraumes, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1974.

WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG, Gebietsbauleitung Wien u. Nördl. NÖ. (2010)
Unterlagen Projekt Hochwasserschutz Grubbach, Technischer Bericht

THOMAS PERZ

Restgefährdung und Restrisiko anhand des Hochwasserschutzprojektes Altlenzbach

1. Allgemeines

1.1 Projektgebiet

In der Marktgemeinde Altlenzbach, Bezirk St. Pölten, wurde ein umfassender Hochwasserschutz durch 3 Hochwasserrückhaltebecken und eine Unterlaufverbauung in den Jahren 2007–2009 errichtet (Projektierung und Baubegleitung: Ingenieurbüro Perzplan). Es handelt sich um ein Gemeinschaftsprojekt in Zusammenarbeit des Forsttechnischen Dienstes, GBL Wien und Nördliches NÖ (HRB Lengbachl und HRB Götzwiesengraben) und dem NÖ Landeswasserbau (Unterlaufverbauung Lengbach und HRB Böhmerhofgraben). Das projektierte Gesamtvolumen der Baukosten betrug rund 4 Mio. Euro.

Nach Umsetzung aller Hochwasserschutzmaßnahmen wurde eine kompetenzübergreifende Revision der bestehenden Gefahrenzonen vom Ingenieurbüro Perzplan im Auftrag der Bundeswasserbauverwaltung und des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung durchgeführt (2010).

Im Kompetenzbereich der Wildbach- und Lawinerverbauung (Lengbachl, Götzwiesengraben, Böhmerhofgraben) wurden die Gefahrenzonen entsprechend den Richtlinien der Wildbach- und Lawinerverbauung revidiert.

Im Kompetenzbereich des Wasserbaus wurden am Lengbach auf Basis einer Vermessung und einer Wasserspiegellagenberechnung Anschlaglinien für HQ_{30ret} und HQ_{100ret} dargestellt und Gefahrenzonen ausgedehnt.

Die Revision des Gefahrenzonenplanes beinhaltet auch eine Restrisikountersuchung HQ_{300} und wurde entsprechend den Richtlinien RIWA-T vom BMLFUW (Stand 2006) ausgearbeitet. Im Zuge der Studienreise wurde anhand der Revision des Gefahrenzonenplanes die Thematik des Restrisikos eingehend beleuchtet und diskutiert.

2. Beschreibung des Arbeitsgebietes

2.1 Lengbach und Zubringer

Der Lengbach ist ein rechtsufriger Zubringer zum Laabenbach in der Marktgemeinde Altlenzbach, Bezirk St. Pölten. Er entspringt ca. 2 km südöstlich von Steinhäusl und fließt von Osten nach Westen. Nach einer Lauflänge von ca. 6,5 km mündet er in den Laabenbach. Das Gesamteinzugsgebiet hat eine Fläche von ca. 19,5 km².

Der Lengbach ist ein ständig fließendes

Knoten Nr.	Name	HQ_{100} m ³ /s	$HQ_{100,ret}$ m ³ /s	HQ_{30} m ³ /s	$HQ_{30,ret}$ m ³ /s
4	HRB L	17,4	17,4	10,4	10,4
5	Auslass HRB L	17,4	9,4	10,4	7,6
6	TEG L	23,2	14,4	14,6	11,3
7	HRB GW	9,4	9,4	5,0	5,0
8	Auslass HRB GW	9,4	2,3	5,0	2,0
9	TEG GW	14,0	8,2	8,1	5,7
13	Zusammenfluss	30,2	19,7	20,5	16,7
14	vor Prinzbach	32,2	21,7	21,5	17,7
15	nach Prinzbach	40,2	29,7	27,5	23,7
16	vor Harterbach	42,2	31,7	28,5	24,7
17	nach Harterbach	47,7	37,2	33,9	30,1
18	vor Böhmerhofgraben	52,7	42,2	37,9	34,1
19	nach Böhmerhofgraben	54,2	43,7	39,4	35,6
20	vor Laabenbach	57,2	46,7	42,4	36,8

Gerinne. Die wichtigsten Zubringer des Lengbaches im Untersuchungsgebiet sind der Böhmerhofgraben, der Harterbach, der Prinzbach, der Götzwiesengraben und das Lengbachl. Der Lengbach liegt von der Mündung in den Laabenbach bis zur Einmündung des Götzwiesengrabens (km 4,028) im Bereich der NÖ Wasserbauverwaltung. Sämtliche Zubringer und die Quellbäche Götzwiesengraben und Lengbachl liegen zur Gänze im Kompetenzbereich des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinerverbauung.

2.2 Hydrographische Daten

Die Wasserführungsdaten des Lengbaches und seiner Zubringer wurden mit Schreiben der NÖ Landesregierung, Abt. Hydrologie (BD1), Zahl WA5-Q-10117/1 vom 15. Jänner 2003 bekanntgegeben. Die bekanntgegebenen Abflusswerte wurden wie folgt um den Oberflächenabfluss der Autobahnen A1 und A21 erhöht.

Die folgende Tabelle zeigt die maßgeblichen Abflussdaten als Ergebnis der Retentionsberechnungen und des Flussgebietsmodells.

2.2.1 Erhöhung des Abflusses durch Oberflächenentwässerung A1 und A21

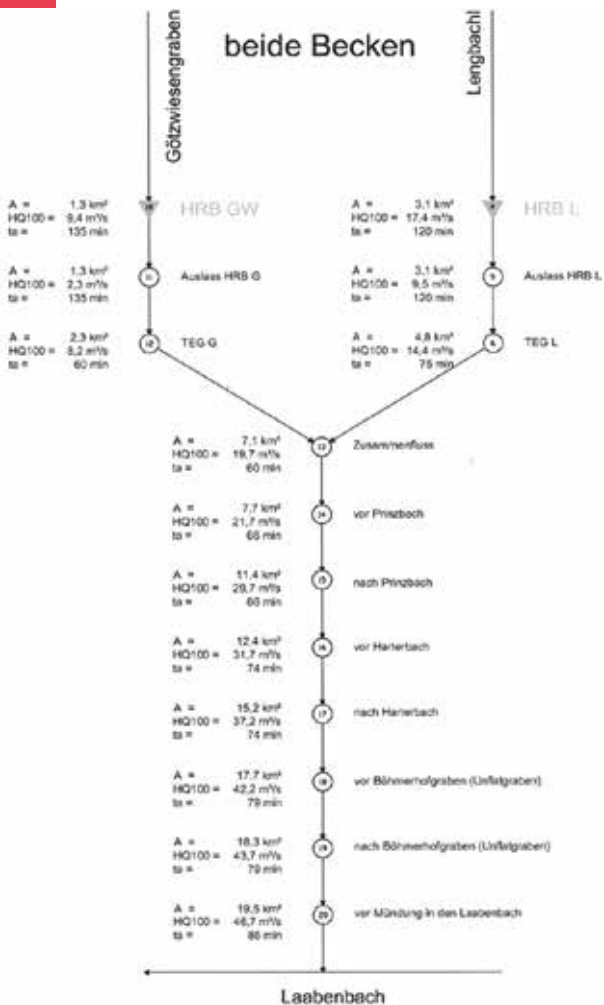
Insgesamt ergibt sich durch den Autobahnabfluss eine Erhöhung des 100-jährlichen Hochwasserabflusses an der Mündung von 53,0 m³/s auf 57,2 m³/s. Das ist eine Zunahme des HQ_{100} um ca. + 4,2 m³/s bzw. ca. + 8 %.

Zusammenfassend ergibt sich durch die geplanten Rückhaltemaßnahmen der Autobahn eine Reduktion des Autobahnabflusses von ca. 4,2 m³/s auf 1,5 m³/s in den Vorfluter Leng-

bach. Da die Umsetzung der Filter- und Retentionsbecken entlang der Autobahn mit heutigem Stand noch nicht zeitlich fixiert ist, wird der Autobahnabfluss im vorliegenden Projekt noch voll berücksichtigt.

2.2.2 Schema: Flussgebietsmodell HQ₁₀₀

Unter Berücksichtigung des Autobahnabflusses und der 3 neuen Retentionsbecken wurde ein Flussgebietsmodell erstellt (siehe Studie 2003 und Detailprojekt 2004).



2.2.3 Abflussdaten Restrisikountersuchung Lengbach

Die Abflussdaten HQ₃₀₀ für die Restrisikountersuchung wurden im Einvernehmen mit der Abteilung Hydrologie der NÖ Landesregierung festgelegt (Schreiben vom 14.09.2007, WA5-Q-3/229-2007).

Die folgende Tabelle zeigt die maßgeblichen Abflussdaten HQ₃₀₀:

Einzugsgebiet km²	Knotenbezeichnung	HQ ₃₀₀ m³/s
0,54	vor Mündung des Götzwiesengr.	31,3
7,10	nach Mündung des Götzwiesengr.	40,8
7,70	vor Mündung des Prinzbaches	43,5
11,40	nach Mündung des Prinzbaches	54,3
12,40	vor Mündung des Harterbaches	57,0
15,20	nach Mündung des Harterbaches	64,4
17,70	vor Mündung des Unflatgrabens	71,1
19,50	vor Mündung in den Laabenbach	77,2

2.3 Geschiebe

Insgesamt ist das Lengbachl als schwach geschiebeführend mit einem mäßigen Unholzanteil einzustufen. Die maßgeblichen Geschiebequellen befinden sich in der Erosionsstrecke im Ober- und Mittellauf mit Tiefen- und Seitenschurf. Das Geschiebegrößtkorn im Oberlauf weist Durchmesser von 20 cm bis 50 cm auf. Aufgrund des geringen Gefälles ($J_m = 10 ‰$) verlandet das Geschiebe und wird großteils im Mittellauf zurückgehalten. Im Unterlauf ist vor allem Feingeschiebe kleiner 10 cm zu beobachten. Der Geschiebeanteil an der Abflussfracht wird laut Gefahrenzonenplan der Wildbachverbauung auf ca. 3 % geschätzt und ist vernachlässigbar klein.

3. Beschreibung der Maßnahmen

3.1 Projektgrundsätze

Neben den Auflagen in den Bewilligungsbescheiden wurden im Einvernehmen mit Wasserbau, Wildbachverbauung, Naturschutz und Gemeinde folgende Ausbaugrundsätze der Projektierung zugrunde gelegt:

1. Schutz vor 100-jährlichen Hochwässern im Ortsgebiet (Freibord mind. 50 cm)
2. Maximale Hochwasserretention im Oberlauf, Minimum an Maßnahmen im Unterlauf
3. Berücksichtigung des Oberflächenabflusses der Autobahnen A1 und A21
4. Restrisikobetrachtung hinsichtlich Rückstau hinter Dämmen im Ortsgebiet
5. Herstellung eines durchgehenden Längskontinuums für Fischeaufstieg
6. Weitgehende Erhaltung der Uferbestände

3.2 Linearmaßnahmen Lengbach (Wasserbau)

Die Linearmaßnahmen am Lengbach (Kompetenzbereich Wasserbau) umfassten drei Bauabschnitte mit Dämmen, Aufweitungen, Ufersicherungen, Sohlrampen und 5 Brücken:

1. Bauabschnitt 1: km 1,647–1,747 (Schwimmbad)
2. Bauabschnitt 2: km 0,944–1,333 (Brücke Sulzer – Burggasse – Steg Krieger)
3. Bauabschnitt 3: km 0,000–0,944 (Mündung – Futterwiesensiedlung)

Weiters wurde vom Wasserbau ein Rückhaltebecken am rechtsufrig einmündenden Böhmerhofgraben errichtet.

3.3 HRB Böhmerhofgraben (Wasserbau)

Der Böhmerhofgraben ist ein orographisch rechter Zubringer des Lengbaches beim Hotel Steinberger mit einem Einzugsgebiet von 0,54 km². Das Hochwasserrückhaltebecken Böhmerhofgraben liegt am Grabenausgang ca. 200 m oberhalb der A1-Westautobahn. Das Retentionsbecken hat einen geschütteten Erddamm mit einem Stauvolumen von rund 6.200 m³. Ein hundertjährliches Hochwasserereignis wird durch das geplante Hochwasserrückhaltebecken unter Berücksichtigung von Zwischeneinzugsgebiet und Autobahnabfluss von 4,7 m³/s auf 1,0 m³/s retendiert. Dadurch kann das Hochwasser vom Durchlass Hauptstraße schadlos abgeführt werden und der Rückstau bei der Mündung in den Lengbach deutlich vermindert werden.

Da ein HQ₁₀₀ am Lengbach ($E = 19,5 \text{ km}^2$) und am Böhmerhofgraben ($E = 0,54 \text{ km}^2$) aufgrund der großen Einzugsgebietsdifferenz selten gleichzeitig auftreten bzw. der retendierte Abfluss verzögert auf die Hochwasserwelle des Lengbaches trifft, hat der Böhmerhofgraben auf die Hochwasserspitze im Lengbach nur einen geringen, vernachlässigbaren Einfluss.

Die Retentionsmaßnahmen am Oberlauf umfassen das HRB Lengbachl und HRB Götzwiesengraben:

3.4 HRB Lengbachl (WLV)

Ein orographisch linker Zubringer des Lengbaches ist das Lengbachl mit einem Einzugsgebiet von 4,85 km². Im obersten Einzugsgebiet quert die Autobahn A21 das Lengbachl und es werden Oberflächenwässer von der Autobahn eingeleitet. Der Abfluss von der Autobahn stellt eine wesentliche Erhöhung des Gesamtabflusses dar und wird bei der hydraulischen Berechnung berücksichtigt. Das Hochwasserrückhaltebecken Lengbachl besteht aus einem geschütteten Erddamm

mit einem Stauvolumen von rund 27.000 m³. Ein hundertjähriges Hochwasserereignis wird durch das geplante Hochwasserrückhaltebecken von 17,4 m³/s auf 9,5 m³/s retendiert.

3.5 HRB Götzwiesengraben (WLV)

Der Götzwiesengraben ist ein orographisch rechter Zubringer des Lengbaches mit einem Einzugsgebiet von 2,40 km². Das Hochwasserrückhaltebecken Götzwiesengraben ist in einer Talaufweitung ca. 200 m oberhalb der Wr. Hochquellenwasserleitung geplant. Das Retentionsbecken hat einen geschütteten Erddamm mit einem Stauvolumen von rund 25.000 m³. Ein hundertjähriges Hochwasserereignis wird durch das geplante Hochwasserrückhaltebecken von 9,4 m³/s auf 2,3 m³/s retendiert.

Durch die beide Rückhaltebecken wird beim HQ₁₀₀ ein Retentionsvolumen von rund 52.000 m³ zur Verfügung gestellt, wodurch die Hochwasserspitze am Unterlauf von HQ₁₀₀ = 57,2 m³/s auf 47,6 m³/s abgemindert werden kann (ca. 9,6 m³/s).

Im Juni und Juli 2009 konnten 3 Hochwässer schadlos abgeführt werden und Schäden im Siedlungsgebiet wirkungsvoll verhindert werden.

4. Abflussverhältnisse nach den Maßnahmen

Die Rote Zone bleibt bis zum Mündungsbereich im Profil des Lengbaches. Im Bereich der ausgeführten HW-Schutzmaßnahmen sind durch die Befestigung der Uferbereiche auch keine Uferabbrüche bzw. Nachböschungen zu erwarten.

Im Untersuchungsgebiet sind keine Wohnobjekte bzw. keine Verkehrswege in der Roten Zone, jedoch 1 Wohnobjekt und ca. 140 m Verkehrswege in der Gelben Zone. Im Untersuchungsgebiet besteht bei einem Abflussereignis HQ_{100ret.} bei 4 Brückenobjekten die akute Gefahr einer Verklauung.

5. Restrisiko entlang des Lengbaches

5.1 Kriterien laut RIWA-T

Grundsätzlich sind Betrachtungen für

1. erhöhtes Risiko (Abflüsse über der Ausbaumengenmenge) sowie
2. Restrisiko (Versagen von Hochwasserschutzbauten und -anlagen)

durchzuführen.

Eine Restrisikoabschätzung bildet die Grundlage für eine Beurteilung der Betroffenheit der Marktgemeinde Alt Lengbach bei Hochwasser und gegebenenfalls darauf aufbauend für eine Ermittlung des Hochwasserschadenspotenzials.

Entsprechend den Vorgaben der Richtlinie RIWA-T des BMLFUW erfolgt die Risikoabschätzung in der vorliegenden Untersuchung für ein 300-jährliches Ereignis. Die Betrachtungen beschränken sich dabei auf Gebäude. Lineare Infrastrukturobjekte wie Straßen, Bahnlinien, Hochspannungs- oder Gasleitungen werden nicht gesondert betrachtet.

5.2 Ermittlung des Gefährdungsgrades

Dazu werden generell alle gefährdeten Objekte im GIS abgefragt und entsprechend die für den Ist-Zustand berechneten 300-jährlichen Wassertiefen einem vorgegebenen Gefährdungsgrad zugeordnet. Dieser ist wie folgt definiert:

Gefährdungsgrad	zugeh. Wassertiefenbereich	Bezeichnung
0	0 m	trocken
I	> 0 m und ≤ 0,3 m	Wattiefe
II	> 0,3 m und ≤ 0,7 m	Tischhöhe
III	> 0,7 m und ≤ 1,5 m	Brusthöhe eines Erwachsenen
IV	> 1,5 m	

5.3 Zuordnung der Gebäude zu einer Gebäudeklasse

Die Gebäude innerhalb der 300-jährlichen Überflutungsfläche werden entsprechend ihrer Schadensempfindlichkeit klassifiziert. Unterschieden wird hierbei zwischen den Klassen:

- Wirtschafts- oder Nebengebäude,
- Einfamilien- oder Reihenhauser,
- Industrie- oder Gewerbeobjekt,
- Mehrfamilienhaus oder öffentliches Gebäude.

Die Zuordnung der Gebäude zu einer Gebäudeklasse erfolgte manuell mithilfe der von der NÖ Landesregierung zur Verfügung gestellten Daten. Die Zuordnung erfolgt unabhängig von der Gebäudegröße.

5.4 Matrix der Risikokategorien

Die Risikokategorien sind in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse und dem Gefährdungsgrad durch die unten stehende Matrix definiert.

Gebäudeklasse	Risikokategorie bei einer 300-jährlichen Überflutungshöhe von			
	<0,3 m	0,3 - 0,7 m	0,7 - 1,5 m	> 1,5 m
Wirtschafts- und Nebengebäude	1	1	2	2
Einfamilien- und Reihenhauser	2	2	3	3
Industrie- oder Gewerbeobjekt	2	3	3	3
Mehrfamilienhaus und öffentliche Gebäude	2	3	3	3

Risikokategorie 1	1	mäßiges Hochwasserrisiko
Risikokategorie 2	2	mittleres Hochwasserrisiko
Risikokategorie 3	3	hohes Hochwasserrisiko

5.5 Risikoabschätzung für das 300-jährliche Hochwasser

Ausgehend von dem unten ermittelten Gefährdungsgrad und der Zuordnung zu einer Gebäudeklasse wird für jedes Gebäude die Risikokategorie gemäß der Matrix bestimmt.

Aufbauend auf der Vermessung und der Berechnung erfolgte nach den angetroffenen Geländebeziehungen in der Natur und unter Verwendung der digitalen Orthofotos die Festlegung der wahrscheinlichsten Anschlaglinie für HQ₃₀₀.

Damit können sich in manchen Bereichen Differenzen zum reinen Katasterstand ergeben. Maßgeblich sind daher letztendlich die nach den naturräumlichen Verhältnissen laut Orthofoto dargestellten Anschlaglinien. Neben der Überschreitung des Bemessungsereignisses wurde am Lengbach auch ein Dammbrechenszenario untersucht.

Gebäudeklasse	Anzahl der Gebäude in den Risikokategorien 1-3			
	<0,3 m	0,3 - 0,7 m	0,7 - 1,5 m	> 1,5 m
Wirtschafts- und Nebengebäude	6	4	0	0
Einfamilien- und Reihenhauser	13	6	4	0
Industrie- oder Gewerbeobjekt	5	0	0	0
Mehrfamilienhaus und öffentliche Gebäude	2	1	0	0

5.6 Restrisiko und Polderentwässerung

Laut den neuen Technischen Richtlinien RIWA-T des BMLFUW ist bei Planung und Bau von Hochwasserschutzanlagen das Restrisiko zu berücksichtigen, und zwar für folgende Fälle:

1. Überschreiten des Bemessungsereignisses: > HQ₁₀₀
2. Versagen der Anlage: z.B. durch Verklauung, Anlandung, Dammbrech

Aus diesem Grund wurde für den Fall eines Dammbrechens oder einer Mauerüberflutung ein Alarmplan erstellt. Für die Linearmaßnahmen wurde eine Polderentwässerung für das Hinterland vorgesehen. Dies ist auch unter dem Aspekt zu betrachten, dass die Regenwasserkanäle unter dem HW100-Spiegel in den Lengbach münden und mit Rückstauklappen versehen sind bzw. ausgerüstet werden. Um einen Rückstau und eine Überflutung im Polder zu verhindern, wird der Regenwasserkanal über eine Entlastungsleitung so weit verzogen, bis eine Ausmündung über dem HW100-Spiegel möglich ist.

Für den Fall eines Einstaus im Polder hinter Mauern und Dämmen werden Hochwassersiele

in Form von Dammbalkenverschlüssen möglichst am tiefsten Punkt des Dammes vorgesehen. Im Projektgebiet wurden 3 Hochwassersiele geplant:

Im Regelfall ist ein Hochwassersiel geschlossen. Die Öffnung erfolgt nur im Falle eines Rückstaus im Polder nach Rückgang des Hochwassers im Bachlauf.

6. Gefahrenpotenzial und Restrisiko bei Rückhaltebecken

Grundlage für die Sicherheitsplanung ist nicht nur der Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinerverbauung. Da auch der Überlastfall (Anspringen der Hochwasserentlastung, Versagen einer Systemkette, Überschreiten des Bemessungsereignisses) und bei bestimmten Typen (z.B. Homogendämmen) ein erhöhtes Versagensrisiko zu beachten sind, sollte eine eigene planliche Darstellung (Restrisikoplan) von entsprechenden Risikoflächen (technisches Risiko) erwogen werden. (Basis: z.B. Flutwellenabschätzung entsprechend Vorschlag der Staubeckenkommission oder nach NÖ-Leitfaden: „Überwachung kleiner Staudämme – Flutwellenabschätzung Anhang B“). Diese Risikoflächen wären entsprechend der in der Betriebsvorschrift festgelegten Warnstufen der Sicherheitsplanung im Unterliegerbereich (Absperrung, Evakuierung) auszuweisen.

6.1 Flutwellenabschätzung nach NÖ-Leitfaden

HRB Götzwiesengraben:	
Außergewöhnliches Speichervolumen V_w [m ³]	24.000 m ³
Wassertiefe im Speicher h_w [m]	2,5 m
Spitzenabfluss über HW-Entlastung Q_{max} [m ³ /s]	36 m ³ /s
Zeit t_n [min] (Erreichen des Spitzenabflusses)	1,1 min
Zeit $t_{Q_{max}}$ [min] (Erreichen von etwa Q/10)	23 min

6.2 Konstruktive Maßnahmen betreffend Restrisiko

Am Beispiel des HRB Böhmerhofgraben wurden hinsichtlich einer Restrisikobetrachtung folgende zwei Fälle berücksichtigt:

1. Hochwasserereignis größer Bemessungsereignis HQ_{100}
2. Versagen der Anlage (z.B. Verklausung der Drosselöffnung)

Ad 1. Hochwasserereignis größer Bemessungsereignis HQ_{100}

- Die Standsicherheit des Dammes ist bis zum $BHQ = HQ_{5000} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ gewährleistet, wobei
- noch ein Freibord von 50 cm bis zur Dammoberkante vorhanden ist.
- Zur Energieumwandlung des Überlaufs ist ein Tosbecken vorhanden.

Ad 2. Versagen der Anlage (z.B. Verklausung der Drosselöffnung)

Es sind Rechenbauwerke an der Stauwurzel und an den Einlaufbauwerken von Grundablass und Bypass vorgesehen.

Bei einer Verklausung der Drosselöffnung erfolgt eine gedrosselte Entleerung über den Notablass. Sollte auch diese verklausen, gibt es noch eine separate Bypassleitung.

Die Hochwasserentlastung wird in Form einer Überlaufmulde mit rauer Rampe auf ein HQ_{5000} bemessen.

6.3 Betriebsordnung und Alarmplan

Für die Hochwasserrückhaltebecken in Altlenzbach wurde schon im Rahmen der Projektierung und für die wasserrechtliche Bewilligung ein Sicherheitskonzept mit Alarmplan erstellt.

Zur Risikominimierung ist die Erstellung einer Betriebsordnung (Beckenbuch) und die entsprechende regelmäßige Wartung und Instandhaltung unabdingbare Voraussetzung.

Seitens der Gemeinde sind ein Beckenverantwortlicher und ein Beckenwärter zu bestellen und eine regelmäßige Überprüfung im Beckenbuch schriftlich festzuhalten.

7. Restrisiko und Gefahrenzonenplanung

Dass selbst außerhalb der Zone von 100-jährlichem Hochwasser noch Gefahr besteht, erfuhren im Sommer 2002 viele Menschen entlang des Kamps, wo eine Hochwasserkatastrophe eintrat, die einem 500- bis 1.000-jährlichen Ereignis entsprach. Dieses Restrisiko ist im Sinne einer Eigenvorsorge stets zu beachten. Die Hochwasserkatastrophe 2002 war auch der Anlass für die Bundeswasserbauverwaltung (BWV) eine Restrisikodarstellung in die Gefahrenzonenplanung einfließen zu lassen. Eine entsprechende Darstellung des Restrisikos für die Gefahrenzonenplanung im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) wurde in den Technischen Richtlinien RIWA-T (2006) festgelegt. Laut RIWA-T sind Betrachtungen für

1. erhöhtes Risiko (Abflüsse über der Ausbauwassermenge) sowie
 2. Restrisiko (Versagen von Hochwasserschutzbauten und -anlagen)
- Entsprechend den Vorgaben der Richtlinie RIWA-T des BMLFUW erfolgt die Risikoabschätzung für ein 300-jährliches Ereignis. Die Restrisikoabschätzung bildet die Grundlage

für die Ermittlung des Hochwasserschadenspotenzials und die Erstellung des Alarmplanes für die HW-Rückhaltebecken (Evakuierungsmaßnahmen).

Die Technischen Richtlinien für die Gefahrenzonenplanung der WLW legen als Bemessungsereignis ein HQ_{150} zugrunde. Aufgrund der besonderen Charakteristik der Wildbachprozesse im Bereich von Schwemmkegeln ist bei der Gefahrenzonenplanung die Darstellung des Restrisikos in der Ausweisung der gelben Zone inkludiert. In Talbereichen – wie zum Beispiel Altlenzbach – ist jedoch eine Restrisikodarstellung überlegenswert, insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung der oberliegenden HW-Rückhaltebecken.

Darüber hinaus ist im Bereich der Talsperrenkommission das Restrisiko für Stauanlagen (Rückhaltebecken über 15 m Gesamthöhe bzw. über 500.000 m³ Stauvolumen) zu betrachten. Das Restrisiko des Versagens einer Talsperre oder eines Dammes ist nach DIN 19 700 für zwei Gefahrensituationen zu betrachten: für extreme Erdbeben und extreme Hochwasserereignisse. Während der Hochwasserschutz im Flussbau aus wirtschaftlichen Gründen häufig nur auf 100-jährliche Ereignisse ausgelegt wird, werden Talsperren auf ein Sicherheitshochwasser SHQ entsprechend den Richtlinien der Staubeckenkommission bemessen. Für Stauanlagen im Sinne der Talsperrenkommission werden Flutwellenberechnungen durchgeführt. Eine Darstellung der Restrisikogefährdung hat jedoch bisher nicht Eingang in die Gefahrenzonenplanung oder Raumordnung / Flächenwidmung gefunden.

Es wurde diskutiert, ob entsprechend der EU-Hochwassermanagement-Richtlinie die dreistufige Risikodarstellung (extremes – mittleres – geringes Ereignis) in die Gefahrenzonenplanung Eingang finden soll. Im Sinne einer Harmonisierung der Gefahrenzonenplanung von WLW und BWV wäre eine Ergänzung durch die

Ausweisung von Restrisikoflächen zu überlegen. Jedenfalls besteht unterhalb von Rückhalteanlagen ein erhöhtes Restrisiko, was insbesondere in der Betriebsordnung (Beckenbuch, Alarmplan) zu dokumentieren ist.

8. Zusammenfassung

Es gibt keinen hundertprozentigen Schutz vor Hochwasser. Nach den einschlägigen Richtlinien wird daher der Hochwasserschutz für Siedlungsgebiete bzw. höherwertig genutzte Bereiche auf ein Hochwasser, das gemäß der statistischen Wahrscheinlichkeit im Durchschnitt einmal in 100 Jahren anfällt, ausgelegt, wobei Abweichungen aufgrund lokaler Gegebenheiten möglich sind. Dadurch ist der Schutz vor Hochwasserereignissen gewährleistet, was aber nicht bedeutet, dass 100-jährliche Ereignisse nicht auch häufiger auftreten oder hinsichtlich ihrer Abflusswassermengen übertroffen werden können, wie gerade die jüngste Vergangenheit gezeigt hat. Treten also Hochwässer auf, die das Bemessungsereignis übersteigen, muss auch in geschützten Bereichen – „hinter dem Damm“ – mit Überflutungen gerechnet werden. Diese Restgefährdung ist einerseits durch entsprechende Maßnahmen schon im Rahmen der Projektierung und der Betriebsordnung, andererseits durch Information und Eigenvorsorge der Bevölkerung zu berücksichtigen.

Eine entsprechende Darstellung des Restrisikos ist für die Gefahrenzonenausweisung im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) durch die Technischen Richtlinien RIWA-T vorgegeben. Laut RIWA-T sind Betrachtungen für

1. erhöhtes Risiko (Abflüsse über der Ausbauwassermenge), sowie
2. Restrisiko (Versagen von Hochwasserschutzbauten und -anlagen)

durchzuführen. Entsprechend den Vorgaben der Richtlinie RIWA-T des BMLFUW erfolgt die Risi-

koabschätzung für ein 300-jährliches Ereignis. Die Restrisikoabschätzung bildet die Grundlage für die Ermittlung des Hochwasserschadenspotenzials und die Erstellung des Alarmplanes für die HW-Rückhaltebecken (Evakuierungsmaßnahmen).

Im Kompetenzbereich der WLW ist bei der Gefahrenzonenplanung die Darstellung des Restrisikos in der Ausweisung der gelben Zone bisher inkludiert.

Es wurde diskutiert, ob entsprechend der EU-Hochwassermanagement-Richtlinie die dreistufige Risikodarstellung (extremes – mittleres – geringes Ereignis) in die Gefahrenzonenplanung Eingang finden soll. Im Sinne einer Harmonisierung der Gefahrenzonenplanung von WLW und BWV wäre eine Ergänzung durch die Ausweisung von Restrisikoflächen zu überlegen.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI. Thomas Perz
PERZPLAN – Ingenieurbüro
2630 Ternitz
Tel.: 02630 35105



GBE-Steinschlag-Barrieren für 500 bis 5000 kJ bieten Schutz für höchste Sicherheitsansprüche

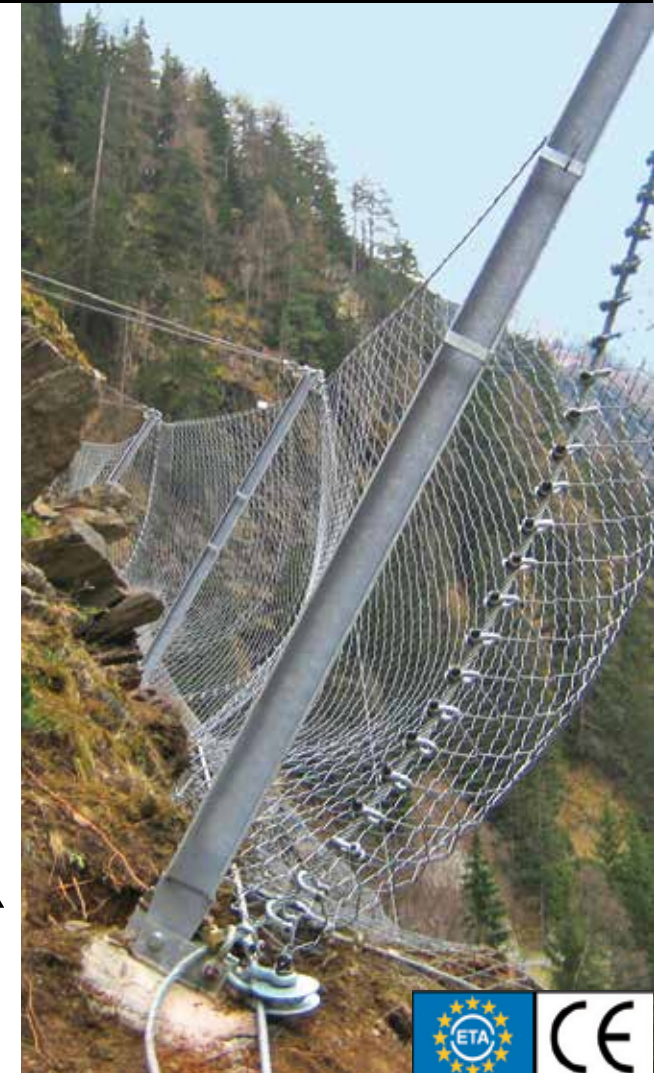
Alle Barrieren wurden unter härtesten Bedingungen im Vertikalwurf nach ETAG 027 getestet:

- Barrieren für Auftreffenergien 500 kJ, 1000 kJ, 2000 kJ, 3000 kJ und 5000 kJ
- über 50 % Restnutzhöhe im Trefferfeld
- schnelle Montage durch modulare Bauweise und leichte Komponenten
- einfache Verankerung dank tiefer Kräfte
- alle Auftreffenergieklassen mit ETA Zulassung und CE-Kennzeichnung (GBE-5000A ETA Zulassung in Vernehmlassung)

Fordern Sie jetzt unseren Steinschlagprospekt an und besprechen Sie Ihre Bedürfnisse mit unseren Spezialisten: info@geobrugg.com

GEOBRUGG®
BRUGG

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



HARALD GRUBER, FRANZ ANKER, FLORIAN LINKO

Risiko aus Naturgefahren – Grundlagen und Rolle innerhalb der WLV, Versicherungslösungen

Zusammenfassung von Vorträgen von PD Dr. Sven Fuchs und DI Markus Holub im Rahmen der Studienreise des Vereins der DI der Wildbach- und Lawinenverbauung am 01.07.2010

Risks from natural hazards - principles and roles within the WLV, insurance solutions

Summary of presentations by Dr. Sven Fuchs and DI Markus Holub during the study trip on 01 July 2010

Zusammenfassung:

Grundsätzliche Überlegungen zum Risikobegriff in unterschiedlichen Kontexten (Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften und in der Ökonomie) sowie im Bezug zur Wildbach- und Lawinenverbauung bilden den ersten Teil dieses Berichtes. Im zweiten Teil wird der Frage nachgegangen, inwieweit Schäden aus Naturgefahren versicherbar sind, welche Modelle künftig Platz greifen könnten und wie sich Risikomanagement aus der Sicht der Versicherungswirtschaft darstellt.

Summary:

Basic considerations for risk used in different contexts (natural sciences, social sciences and economics) and in relation to the torrent and avalanche control comprise the first part of this report. The second part deals with the question of to what extent damages are insurable against natural hazards, which models could take place in future, and how risk management is handled from the perspective of the insurance industry.

Risiko – Konzepte, Methoden und Grenzen

Um sich dem Risikobegriff von Grund auf zu nähern, konnte Dr. Sven Fuchs, Institut für Alpine Naturgefahren an der Universität für Bodenkultur, gewonnen werden, grundsätzliche Überlegungen zum Risikobegriff in unterschiedlichen Kontexten (Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften und in der Ökonomie) sowie im Bezug zur Wildbach- und Lawinenverbauung zu präsentieren.

Im Folgenden soll ein grober Überblick über die Inhalte dieses Vortrages gegeben werden, wobei versucht wird, auf bereits vorhandene bzw. kommende Risikodefinitionen innerhalb der täglichen Aufgaben der Wildbach- und Lawinenverbauung detaillierter einzugehen.

Vor dem Hintergrund, dass sich bei den Wildbach-Schadereignissen (1972–2004) ein gleichbleibender Trend ergibt (sollte allerdings bei erheblichen Investitionen in technische Maßnahmen abnehmen), stellt sich die Frage, inwieweit die Schadensanalyse alleine als ausreichend anzusehen ist.

Vorerst soll allerdings die Frage „Was ist eigentlich Risiko?“ beantwortet werden.

Risiko – der Begriff

Der Begriff „Risiko“ lässt sich aus dem Griechischen, Lateinischen und Persischen ableiten. Im 16. Jahrhundert bezeichnen so Schiffskaufleute die Gefahr, die ihnen aus ihren Handelsreisen erwächst.

Selbstverständlich unterliegt das Risiko eines Individuums bzw. der Gesellschaft je nach Sichtweise einer gewissen Schwankung in der Wahrnehmung und Empfindung. Ein klassisches Beispiel dafür liefert die Risikoaversion. Freiwillig eingegangene Risiken werden gesellschaftlich sehr gering bewertet, eingesetzte Mittel für unfreiwillig aufgebürdete Risiken erfahren hingegen

eine hohe Akzeptanz. Demgegenüber steht der Versuch der Wissenschaft und Technik ein „objektiviertes“ Risiko zu bestimmen.

Risiko in der Sozialwissenschaft

Es lassen sich hier 3 verschiedene Ansätze unterscheiden: der kognitiv-entscheidungstheoretische Ansatz (die Wahrnehmung erfolgt durch das einzelne Individuum und ist geprägt vom sozialen, politischen und kulturellen Umfeld bzw. Wertvorstellungen), der sozialpsychologische Ansatz und der kulturanthropologische Ansatz (je nach Gesellschaftsform ergeben sich unterschiedliche Risikokulturen).

Risiko in der Ökonomie

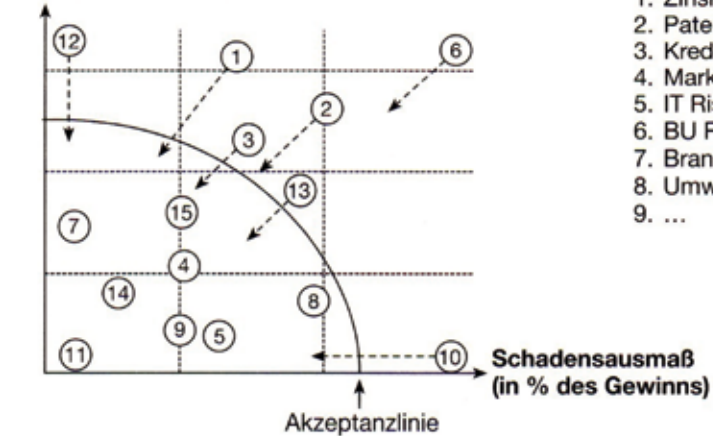
Ökonomisch gesehen ergibt sich Sicherheit als „Nicht-Risiko“. Das höchste Risiko tritt dann auf, wenn die möglichen Ereignisse hinsichtlich ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit am wenigsten unterschieden werden können, sie also gleich wahrscheinlich sind.



Abb.1:
Unterschiedliche Wahrnehmung von Risiko.

Fig. 1:
Different perception of risk.

Schadenseintrittswahrscheinlichkeit



Beispiele:

1. Zinsrisiko
2. Patentrechtsverletzung
3. Kreditrisiko
4. Marktrisiko
5. IT Risiko 1
6. BU Risiko
7. Brand & Explosion
8. Umwelthaftungsrisiko
9. ...

Abb. 2:
Risiko in der
Ökonomie.

Abb. 2:
Risk in
economy.

Risiko in der Naturwissenschaft

Der Gefahrenbegriff in Bezug auf Naturprozesse ergibt sich erst durch Interaktion dieser mit Werten (bzw. durch Bedrohung oder Zerstörung derselben).

Risiko kann als Quantifizierung ebendieser Gefahr verstanden werden:

$$R_{ij} = f(\underbrace{p_{Si}}_{\text{Prozess}} \underbrace{p_{Oj, Si}}_{\text{Schadensausmaß}} A_{Oj} v_{Oj, Si})$$

R_{ij} = Risiko, abhängig von Szenario i und Objekt j

p_{Si} = Eintretenswahrscheinlichkeit von Szenario i [Bemessungsereignis]

$p_{Oj, Si}$ = Präsenzwahrscheinlichkeit von Objekt j ggüb. Szenario i

A_{Oj} = Wert von Objekt j

$v_{Oj, Si}$ = Verletzlichkeit von Objekt j , abhängig von Szenario i

Um die Ermittlung von Risiko möglichst transparent und nachvollziehbar zu gestalten, bedarf es einerseits einer Standardisierung der Methoden

und Parameter und andererseits der Definition der betrachteten Systemgrenzen (Prozess- und Schadenspotenzialdefinition). Gelingt es diese Einheitlichkeit zu gewährleisten, bietet das Risikokzept über die Quantifizierung der Gefahr den Vorteil, zum einen eine Vergleichbarkeit verschiedener Gefahren bzw. einer Gefahr an unterschiedlichen Orten und zum anderen eine ökonomische Prioritätenreihung zu ermöglichen.

Die Bestimmung des absoluten, kollektiven Risikos kann nur als Erwartungswert über die Summe der Produkte aus den einzelnen Eintretenswahrscheinlichkeiten und den sich dazu ergebenden potenziellen nachteiligen Folgen (wirtschaftliche Tätigkeit, menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe usw.) angegeben werden.

Als Restrisiko wird jenes Risiko bezeichnet, das bei Überschreitung des zugrunde gelegten Bemessungsszenarios bzw. im Überlastfall des Schutzbauwerkes (Versagensrisiko oder Überschreitung der Ausbaumengen) auftritt.

Das Risikokzept ist per Definition ein statisches. Die zur Ermittlung des Risikos herangezogenen Grundlagen unterliegen jedoch dynamischen Veränderungen (Klimaänderung – Temperatur und Niederschlag). Diese Änderungen der Rahmenbedingungen wirken sich bei Naturgefahr-

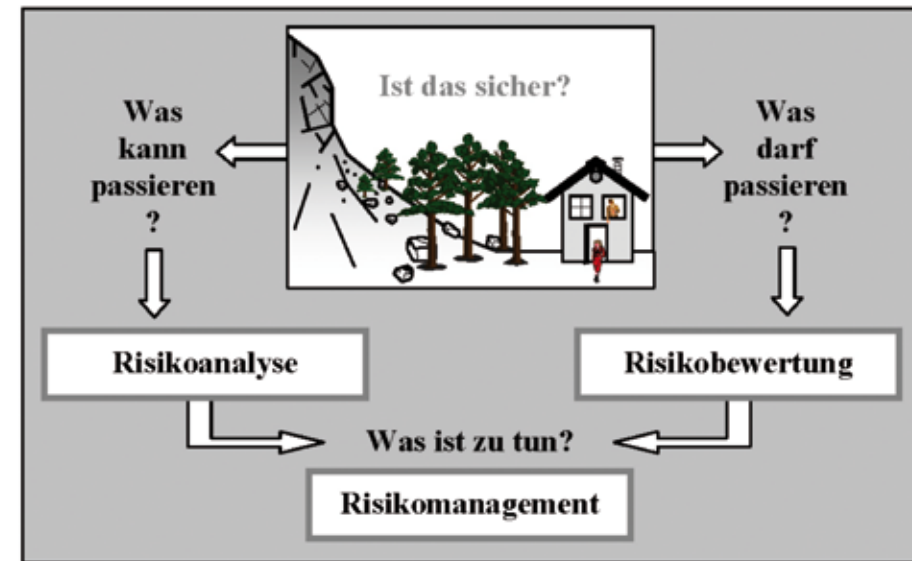


Abb. 3:
Elemente
eines Risiko-
konzeptes.

Abb. 2:
Elements of a
risk concept.

ren-Prozessen nicht linear, sondern in komplexen Wechselwirkungen aus, deren tatsächliche Ausmaße noch nicht abschätzbar sind.

Neben diesen auf den Bemessungsprozess wirkenden Änderungen ergeben sich auch ständige Änderungen in Bezug auf das Schadenspotenzial. Es wird zum Beispiel eine ständig steigende Gebäudeanzahl und somit Personenanzahl in an die Gefahrenzonen anschließenden Bereichen beobachtet. Ebenso wird im durch technische Maßnahmen geschützten Bereich die Siedlungstätigkeit erhöht, wodurch das Schadenspotenzial und damit das Risiko in diesen Bereichen steigen.

Eine Ausweitung der Gefahrenzonen um nur 10 m würde eine Zunahme des Risikos um 30% bis 50% nach sich ziehen.

Somit kann sich das Risiko durch Errichtung von Schutzmaßnahmen stärker erhöhen als ohne Maßnahmenetzung (Restrisiko!).

Schadensreduktion kann nach dem Risikokzept also durch die Reduktion des Schadenspotenzials (GZP, Raumplanung mit obiger Einschränkung), durch Reduktion der Eintretenswahrscheinlichkeit des Bemessungsprozesses im

Wirkungsraum (technische Schutzmaßnahmen), durch die Verbesserung der Zuverlässigkeit der Schutzeinrichtungen (Zustandserfassung, Bauwerkskataster) sowie die Erhöhung der Eigenverantwortung des Einzelnen erfolgen.

Weitere Risikoansätze in der WLW

Im Konzept der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Priorisierung von Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung ist ein Nachweis über die Kostenwirksamkeit der geplanten Maßnahmen und über deren Effizienz zu führen. Dies erfolgt über die Abschätzung der Höhe der durch ein Ereignisszenario betroffenen Werte (Szenario \times Wert = Risiko).

Durch die Ausweisung von Gefahrenzonen und die damit verbundene Nutzungsbeschränkung (Verringerung der Personengefährdung und Wertekonzentration) bzw. Vorschriften von temporären oder permanenten Objektschutzmaßnahmen (Verringerung der Vulnerabilität) wird das Risiko innerhalb der ausgewiesenen Gefährdungsbereiche reduziert.

Aktuell wird an der Umsetzung der

EU-Hochwasserrichtlinie (Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken) gearbeitet, wobei eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos und eine Einschätzung der potenziellen Risiken (inkl. Änderung der Rahmenbedingungen) vorzunehmen ist. Für ausgewiesene Gebiete sind Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten (mit potenziell hochwasserbedingten nachteiligen Auswirkungen auf betroffene Einwohner, wirtschaftliche Tätigkeit, kritische Infrastruktur, Gebiete mit hohem Gehalt an mitgeführ-

ten Sedimenten usw.) zu erstellen. Auf Grundlage dieser Kartenwerke sind Hochwasserrisikomanagementpläne zu erstellen.

Es wird somit in einem ersten Schritt auf die Visualisierung der Risiken abgezielt.

Dabei werden zwar Angaben zur Höhe des Bemessungsereignisses (niedrige, mittlere, >100 Jahre und hohe Wahrscheinlichkeit) gegeben, es werden allerdings keine Vorgaben zur Höhe des zu akzeptierenden bzw. akzeptablen Risikos gegeben. Außerdem gibt es keine Vorgaben, welche Information wie in den Risikokarten integriert werden soll und für welche Stakehol-

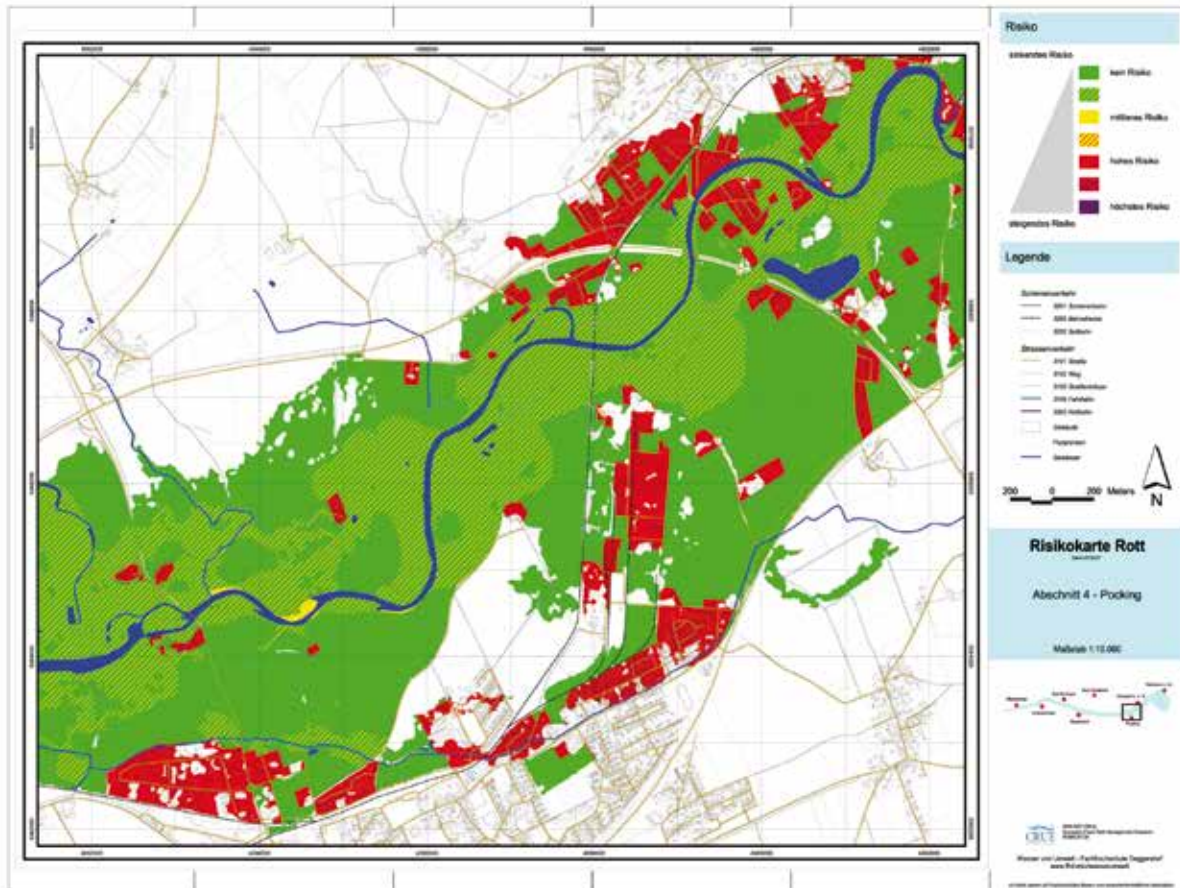


Abb. 4: Kleinmaßstäblich – Risiko-Hinweiskarten

Fig. 4: Small-scale risk map

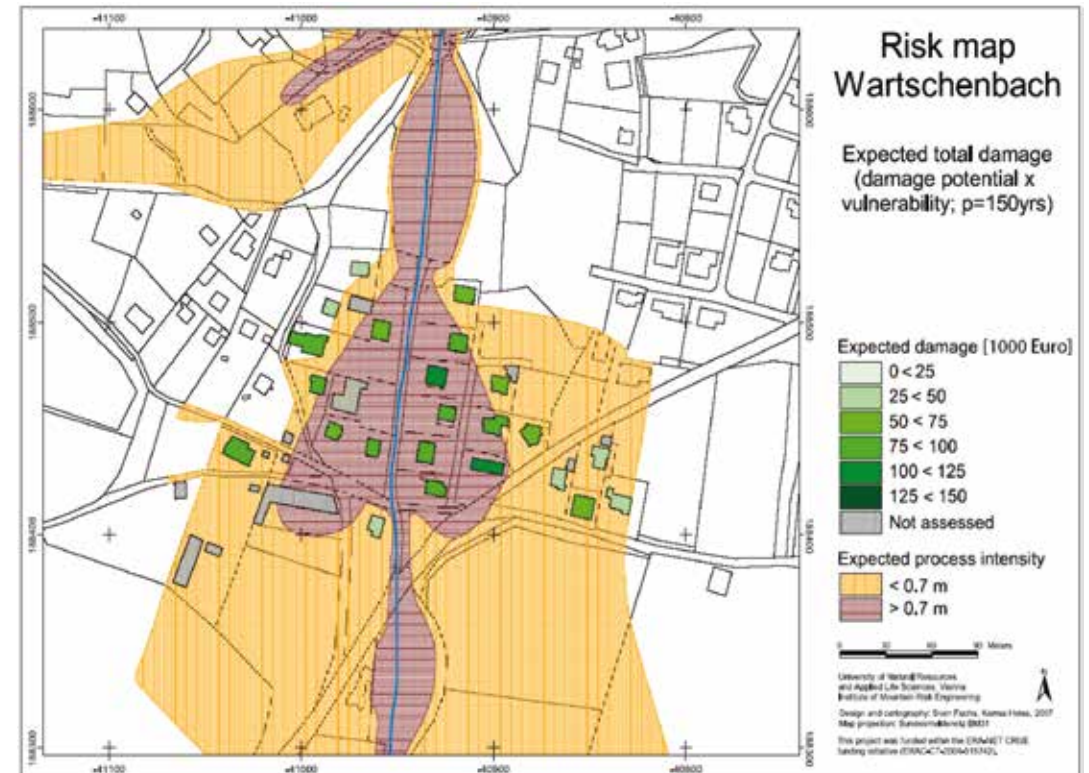


Abb. 5: Großmaßstäblich – Risikokarten

Fig. 5: Large-scale risk map

der diese Karten produziert werden. Ebenso sind die Konsequenzen dieser Risikodarstellungen nicht klar.

Versicherbarkeit von Naturgefahren und operatives Risikomanagement aus der Sicht der Versicherungswirtschaft

DI Markus Holub ist seit 2008 bei Risk Consult als Consultant & Risk Manager für den Bereich Naturgefahren tätig. Er geht der Frage nach, inwieweit Schäden aus Naturgefahren versicherbar sind, welche Modelle künftig Platz greifen könnten und wie sich Risikomanagement aus der Sicht der Versicherungswirtschaft darstellt.

In der Versicherungswirtschaft werden

verschiedene Gefahren unterschieden, die plötzlich und unvorhersehbar auftreten müssen und nicht beeinflussbar sind:

- Blitzschlag (direkt, indirekt)
- Sturm, Hagel
- Schneedruck, Steinschlag, Rutschung
- Hochwasser, Überschwemmung
- Erdbeben
- Unbenannte Gefahren

Als ein Schadensereignis gelten alle Schäden, die in einem ursächlichen und örtlichen Zusammenhang mit den oben dargestellten Gefahren stehen und die innerhalb eines Zeitraumes von 72 Stunden eintreten. Bei Hochwassern sind Schäden vom Zeitpunkt ihres Eintretens bis zur Beendigung der die normale Wasserführung eines stehenden oder

fließenden Gewässers übersteigenden Zustandes erfasst. Nicht versichert sind Schäden durch Hochwässer oder Überschwemmungen, die für den Versicherungsort vorhersehbar sind. Als vorhersehbar gelten Schäden an Versicherungsorten, die in den letzten 5 Jahren (rückgerechnet ab dem Schadensdatum) von einem gleichartigen Ereignis betroffen waren.

Als Schäden an den versicherten Sachen, die durch Naturgefahren verursacht werden, verstehen sich folgende Schäden:

- Schäden durch unmittelbare Einwirkung einer Naturgefahr
- Schäden verursacht durch Gebäudeteile oder andere Gegenstände, die durch eine Naturgefahr gegen die versicherten Sachen geworfen werden
- Nachweislich unvermeidliche Folgeschäden derartiger Ereignisse, sofern diese nicht anderweitig ausgeschlossen sind

Versicherungslösungen bei Hochwasser

Bei Privathaushalten sind die Versicherungslösungen innerhalb der klassischen Haushaltsversicherungen integriert; hier am Beispiel „System Plus“ der Wiener Städtischen:

- Basisschutz € 8.000; gegen Zusatzprämie bis zu € 16.000 möglich
- Seit 1999 gegen Zusatzprämie bis zu 50% der vereinbarten Gebäude- bzw. Haushaltsversicherungssumme möglich

Eine Übersicht der Deckungen für Hochwasserrisiken in Österreich findet sich unter <http://www.vvo.at/weitere/2303.html> auf der Homepage des Verbandes der Versicherungsunternehmen Österreichs (siehe auch Tab 1).

Bei Gewerbebetrieben orientieren sich die Basispakete an der Betriebsgröße und Produktvariante. Speziallösungen reichen bis max.

20% der vereinbarten Versicherungssummen für Gebäude und kaufmännische und technische Betriebseinrichtung sowie Waren und Vorräte. Für Industriekunden werden jeweils maßgeschneiderte Versicherungslösungen zu individuell festgelegten Höchstgrenzen angeboten. Dazu kommen individuelle Selbstbehalte für kleinere Schadenssummen.

Im Versicherungsfall gelten die in der Police angeführten Selbstbehalte und (Jahres-) Höchstentschädigungen. Derartige Höchstentschädigungen müssen bei allen Naturgefahren mit Ausnahme von Sturm, Hagel, Schneedruck und Blitzschlag zwingend vereinbart werden.

Sofern durch lokale Regierungsstellen (in Österreich „Katastrophen-Hilfe-Fond“ des Bundes, der Länder oder ähnliche Fonds bzw. Pools; z.B. Kammern, Berufsgenossenschaften etc.) oder ähnliche Versicherungsprogramme oder -pools sowie Monopol- oder Zwangsversicherungen Deckung gegen die genannten Gefahrengruppen/Gefahren geboten wird und eine Entschädigung beansprucht werden kann, so leisten die Versicherer erst dann Entschädigung, wenn aus lokalen Versicherungsprogrammen oder -pools keine oder nur teilweise Entschädigung erlangt werden kann. Üblicherweise werden durch den Kat-Fonds derzeit nur 25–50 % der entstandenen Schäden abgedeckt.

Der Versicherungsnehmer ist im Schadensfall verpflichtet, nach Möglichkeit bei einem unmittelbar drohenden oder eingetretenen Schaden für die Erhaltung, Rettung und Wiedererlangung der versicherten Sachen zu sorgen (Schadensminderungspflicht).

Künftige Bedürfnisse an Versicherungslösungen

Umfragen unter dem Eindruck eines Ereignisses belegen den Wunsch der Bevölkerung (19 %)

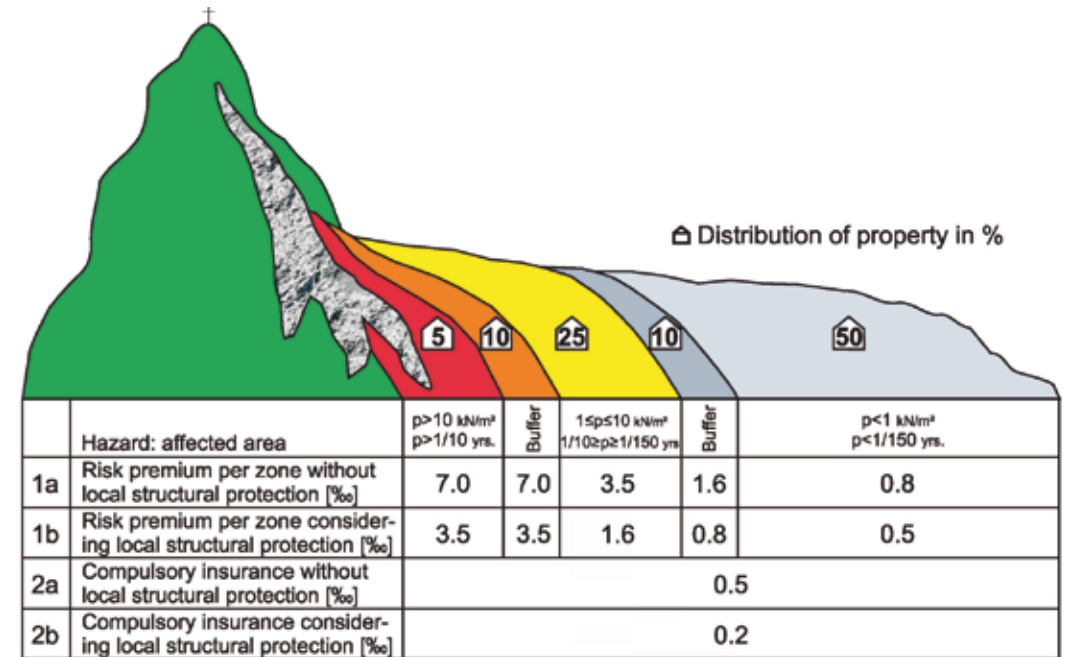


Abb. 6: Gegenüberstellung von Versicherungsmodellen: gestaffelte Risikoprämien vs. obligatorische Versicherungslösungen (mit/ohne Objektschutz).

Quelle: Holub, M. and Fuchs, S.: Mitigating mountain hazards in Austria – legislation, risk transfer, and awareness building, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, 523-537, doi:10.5194/nhess-9-523-2009, 2009.

Fig. 6: Comparison of insurance models: partial risk premium vs. compulsory insurance solutions (with / without local structural protection).

nach Verbesserung der bisherigen Versicherungslösungen. Zur Diskussion steht eine obligatorische Versicherungslösung und gleichzeitig eine Ablösung des bisherigen Kat-Fonds:

- alle Naturgefahren sollten in dieser Versicherung enthalten sein; Hochwasser ebenso wie Erdbeben (keine Negativauslese)
- € 60 Prämie pro Jahr bei einem Versicherungswert von € 300.000 (0,2 ‰)
- Beitrag der öffentlichen Hand beträgt weniger als 300 Millionen Euro
- Schaffung einer Kapazität von drei Milliarden Euro bei den Rückversicherern für einen Elementarschaden-Pool
- Akteure: Versicherer, Versicherungsnehmer und Staat

Risikomanagement aus der Sicht der Versicherer

Das operative Risikomanagement beginnt bei der Identifizierung und Bewertung des zu erwartenden Risikos aus Naturgefahren. Die Erhebungen passieren im Rahmen einer standortbezogenen Risikoevaluierung nach streng objektiven aber auch subjektiven Kriterien.

Der Versicherungsnehmer wird über die zu erwartenden Risiken in Kenntnis gesetzt. Durch die Bewusstseinsbildung kann primär vorbeugendes Handeln zur Vermeidung von Schäden erzielt werden (Risikokommunikation). Aktive Risikosteuerung kann durch organisatorische, technische und bauliche Maßnahmen betrieben werden (z. B.:

technischer Objektschutz, Notfallpläne, etc.). Aufwendungen für Objektschutzmaßnahmen sind in Relation zu reduzierten Prämien ökonomisch zu bewerten. Auf ihre Beachtung und zeitgerechte Umsetzung wird großer Wert gelegt.

Versichert wird das zu erwartende Restrisiko in Abhängigkeit von der noch zu erwartenden Gefährdung. Ein laufendes Monitoring garantiert den angestrebten Sicherheitsstandard; gegebenenfalls sind Anpassungen an den Stand der Technik oder etwa aufgrund neuer Erkenntnisse in der Naturgefahrenbewertung vorzunehmen. Können bei Anpassungsbedarf keine aktiven oder passiven Schutzmaßnahmen gesetzt werden, ändert sich das Rating der Versicherung.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Harald Gruber
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Oberösterreich
Schmidtorstraße 2/II
4020 Linz
E-Mail: harald.gruber@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

DI Florian Linko
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Oberösterreich, Gebietsbauleitung Attergau und Innviertel
Atterseestraße 6
4863 Seewalchen
E-Mail: florian.linko@die-wildbach.at

Literatur / References:

VORTRAG:
Risiko – Konzepte, Methoden und Grenzen anlässlich der Studienreise der DI der WLV am 01.07.2010 von PD Dr. Sven Fuchs

VORTRAG:
Versicherbarkeit von Naturgefahren und operatives Risikomanagement aus der Sicht der Versicherungswirtschaft anlässlich der Studienreise der DI der WLV am 01.07.2010 von DI Markus Holub

Deckung für Hochwasserrisiken

Versicherer	Tarif	Deckungsschutz Eigenheim	Deckungsschutz Haushalt	Bemerkungen
Allianz	All-in-One	Erstrisikosumme: EUR 4.000,-; Erhöhung auf 10.000,- / 50.000,- /100.000,- mög- lich, jedoch nicht in der „roten Zone“ lt. HORA. Erweiterung auf 50% der VS mit einem SB von EUR 300,- möglich, jedoch nicht in der „roten Zone“ lt. HORA	Erstrisikosumme: EUR 4.000,-; Erhöhung auf 10.000,- /50.000,-/100.000,- mög- lich, jedoch nicht in der „roten Zone“ lt. HORA. Erweiterung auf 50% der VS mit einem SB von EUR 300,- möglich, jedoch nicht in der „roten Zone“ lt. HORA	Übersteigen die Entschädi- gungen den Betrag von EUR 30 Mio., werden die Leistun- gen entsprechend gekürzt.
Basler	Eigenheim- und Haushalt	Bis EUR 5.000,- auf erstes Risiko	Bis EUR 5.000,- auf erstes Risiko	
Donau	SicherDaheim und Makler's Best	EUR 7.500,-, bis EUR 18.500,- möglich; Zusatzvertrag mit weiteren bis zu EUR 80.000,- nach gesonderter Risikoprüfung möglich	EUR 7.500,-, bis EUR 18.500,- möglich; Zusatzvertrag mit weiteren bis zu EUR 80.000,- nach gesonderter Risikoprüfung möglich	Übersteigen die Gesamtschä- den der Donau Versicherung den Betrag von EUR 30 Mio. pro Ereignis, wird die Leis- tung entsprechend gekürzt.
Generali	Exklusiv-, Premiumschutz	EUR 4.000,-; Erhöhung bis max. EUR 50.000,- möglich	EUR 4.000,-; Erhöhung bis max. EUR 50.000,- möglich	Übersteigen die Entschädi- gungen den Betrag von EUR 30 Mio., werden die Leistun- gen entsprechend gekürzt.
Grazer Wechselseitige	Topschutz	EUR 5.000,-	EUR 5.000,-	
HDI	Heimvorteil	EUR 3.650,- / 7.500,-	EUR 3.650,- / 7.500,-	
Helvetia	Ganz Privat klassisch, gehoben	Bis EUR 7.500,-	Bis EUR 7.500,-	Übersteigen die gemeldeten Schäden aus einem aktuellen Anlass für das Unternehmen den Betrag von insgesamt EUR 10 Mio., wird die Ent- schädigung anteilig gekürzt.
Kärntner Landes	Exklusivschutz	Bis 3% der VS, max. EUR 6.000,-	Bis 3% der VS, max. EUR 6.000,-	
Merkur	Wohnen Klassik, Wohnen Exklusiv	Obligatorisch zw. EUR 3.700,- und 5.000,-; Möglichkeit des Erwerbs des „Katastrophenbau- steins“ - Deckung bis 50% der Vers.- Summe	Obligatorisch zw. EUR 3.700,- und 5.000,-; Möglichkeit des Erwerbs des „Katastrophenbau- steins“ - Deckung bis 50% der Vers.-Summe	Für alle Schäden aus einem Schadensereignis – Gesamt- limit von EUR 7,5 Mio.
Nieder- österreichische	Privat Plus	EUR 4.000,- in NÖ obligat	EUR 4.000,- in NÖ obligat	Erhöhung auf max. EUR 20.000,- für Gebäude + HH möglich

Versicherer	Tarif	Deckungsschutz Eigenheim	Deckungsschutz Haushalt	Bemerkungen
Ober-österreichische	Haushalt / Eigenheim (DaHeim / ZuHaus)	Grunddeckung je nach ZuHaus-Variante (Eigenheim): bis EUR 6.000,- Versicherungsmöglichkeit außerhalb von HORA-Zonen: bis EUR 24.000,- Versicherungsmöglichkeit in HORA-Zonen (HQ _{30'} /HQ _{100'} /HQ _{200'}): bis EUR 12.000,-; SB bei Vorschäden innerhalb der letzten 15 Jahre: 10% mind. EUR 1.000,- (nur bei Summen-erhöhung)	Grunddeckung in der DaHeim (Haushalt): EUR 3.000,- Versicherungsmöglichkeit außerhalb von HORA-Zonen: bis EUR 24.000,- Versicherungsmöglichkeit in HORA-Zonen (HQ _{30'} /HQ _{100'} /HQ _{200'}): bis EUR 12.000,-; SB bei Vorschäden innerhalb der letzten 15 Jahre: 10% mind. EUR 1.000,- (nur bei Summen-erhöhung)	Kumulgrenze: Übersteigen die Gesamtschäden den Betrag von EUR 15 Mio., wird die Leistung entsprechend gekürzt. Karenzfrist: 6 Wochen
Raiffeisen	Standardschutz, Top Schutz	EUR 10.000,-	EUR 10.000,-	Übersteigen die Entschädigungen den Betrag von EUR 30 Mio., werden die Leistungen entsprechend gekürzt.
Salzburger Landes	Kompakt Eigenheim	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS* möglich		Wenn die anlässlich eines Hochwasser-, Überschwemmungs- oder Erdbebenerignisses im Sinne dieser Bedingung ermittelten Entschädigungen aus dem gesamten Vertragsbestand des Versicherers zusammen den Betrag von EUR 30 Mio. (Kumulschadengrenze) überschreiten, werden die auf die einzelnen Anspruchsberechtigten entfallenden Entschädigungen anteilig gekürzt.
	Optimal / Eigenheim und Haushalt	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS* möglich	
	Premium / Eigenheim und Haushalt	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich	
Tiroler	Für's Haus, Für'n Hausrat	EUR 5.000,- / 2.500,- / 1.500,-	EUR 5.000,- / 2.500,- / 1.500,-	
UNIQA	Zuhause und glücklich (EHV Kompakt, EHV/HHV Optimal, Premium)	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS* möglich Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich	Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS* möglich Bis EUR 8.000,- gesamt fix, bis 50% der HHS möglich	Übersteigen die Entschädigungen den Betrag von EUR 30 Mio., werden die Leistungen entsprechend gekürzt.
VAV	Classic Plus, Top Plus	EUR 7.500,-	EUR 7.500,-	EUR 5 Mio.
Victoria Volksbanken	Sicher Wohnen Exklusiv-, Superschutz	EUR 7.500,-	EUR 7.500,-	

Versicherer	Tarif	Deckungsschutz Eigenheim	Deckungsschutz Haushalt	Bemerkungen
Wiener Städtische	System Plus Small, Medium, Large	Erweiterte Elementargefahren: Grundschutz bis EUR 8.000,- für Schäden am Gebäude (Erdbeben bis EUR 4.000,-) Erhöhungsmöglichkeiten (ausgenommen sind Risiken in HQ _{30'} -Zonen): a) auf EUR 16.000,- für Schäden am Gebäude (Erdbeben bis EUR 4.000,-) b) auf bis zu 50% der Gebäude-VS (Erdbeben bis 10% der Gebäude-VS)	Erweiterte Elementargefahren: Grundschutz bis EUR 8.000,- für Schäden am Hausrat (Erdbeben bis EUR 4.000,-) Erhöhungsmöglichkeiten (ausgenommen sind Risiken in HQ _{30'} -Zonen): a) auf EUR 16.000,- für Schäden am Gebäude (Erdbeben bis EUR 4.000,-) b) auf bis zu 50% der Haushalts-VS (Erdbeben bis 10% der Haushalts-VS)	Karenzfrist (ausgenommen Erdbeben) während der ersten 6 Wochen ab Versicherungsbeginn: Versicherungsschutz bis EUR 4.000,- Kumulgrenze: Übersteigen die Gesamtschäden EUR 30 Mio. pro Ereignis, wird die Leistung entsprechend gekürzt.
	System Plus Small, Medium, Large		Grundschutz EUR 4.000,- / Erdbeben 0 Erhöhungsmöglichkeiten: a) auf EUR 8.000,- / Erdbeben EUR 4.000,- b) auf EUR 16.000,- / Erdbeben EUR 4.000,- (ausgenommen bei b) sind Risiken in HQ _{30'} -Zonen)	Karenzfrist während der ersten 6 Wochen ab Versicherungsbeginn: Versicherungsschutz bis EUR 4.000,- Kumulgrenze: Übersteigen die Gesamtschäden EUR 30 Mio. pro Ereignis, wird die Leistung entsprechend gekürzt.
Wüstenrot	Haus & Heim	Kleiner Katastrophenschutz: Bis EUR 4.000,- pro Ereignis und Kalenderjahr, sofern nicht anderweitig Ersatz beansprucht werden kann.	Kleiner Katastrophenschutz: Bis EUR 4.000,- pro Ereignis und Kalenderjahr, sofern nicht anderweitig Ersatz beansprucht werden kann.	Kleiner Katastrophenschutz : Übersteigen die Entschädigungen den Betrag von EUR 1.5 Mio., werden die Leistungen entsprechend gekürzt.
		Großer Katastrophenschutz: Bis EUR 40.000,- pro Ereignis und Kalenderjahr, sofern nicht anderweitig Ersatz beansprucht werden kann.	Großer Katastrophenschutz: Bis EUR 20.000,- pro Ereignis und Kalenderjahr, sofern nicht anderweitig Ersatz beansprucht werden kann.	Großer Katastrophenschutz: Übersteigen die Entschädigungen den Betrag von EUR 4 Mio., werden die Leistungen entsprechend gekürzt.
Zürich	Zürich Versicherungspaket, Zürich HHV für Privatkunden	Bis EUR 7.500,- möglich	Bis EUR 7.500,- möglich	Limitiert mit EUR 365.000,-

* HHS = Das ist die Höchsthaftungssumme der Gebäude- bzw. Haushaltsversicherung (ugs. Versicherungssumme)

Tab. 1: Deckung für Hochwasserrisiken

HANNES BURGER, CHRISTOPH SKOLAUT

Ist die Gefahrenabwehr der Wildbachverbauung noch zeitgemäß?

Zusammenfassung der Diskussion im Rahmen der Studienreise 2010

Are strategies of risk engineering within the Austrian Service for Torrent and Avalanche control still contemporary?

Results of the final discussion.

Zusammenfassung:

Am 3. und letzten Tag der Studienreise 2010 stand eine Diskussion zum Thema „Ist die Gefahrenabwehr der WLV noch zeitgemäß?“ auf dem Programm. Mit seinem Impulsreferat stellte der Technische Referent verschiedene Praktiken der WLV kritisch zur Diskussion. Die gängige Planungspraxis wurde intensiv gegenüber einem risikobezogenen Planungsansatz diskutiert. Der Begriff „Risiko“ und die damit verbundenen Instrumente Risikoanalyse – Risikobewertung – Risikomanagement müssen in die WLV-Köpfe einfließen, war schlussendlich der einhellige Tenor.

Schlüsselwörter: Studienreise 2010, Diskussion, Gefahrenabwehr, Risikobetrachtung

Summary:

On the last day of our study trip a discussion took place on the topic “Are strategies of risk engineering within the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (WLV) still contemporary?” Daily practices in the WLV were put up to discussion by the Technical Officer of the Society of Engineers. Risk-based analyses were compared against daily practices. As a result of this discussion, everyone agreed that the term “risk” with its instruments of risk analysis, risk assessment and risk management should be a main part of our daily business in near future.

Keywords: Study trip 2010, risk analysis

Das Impulsreferat

Am 3. und letzten Tag der Studienreise 2010 stand eine Diskussion zum Thema „Ist die Gefahrenabwehr der WLV noch zeitgemäß?“ auf dem Programm. Mit dem Impulsreferat stellte der Technische Referent Christoph Skolaut verschiedene Praktiken der WLV kritisch zur Diskussion, wie zum Beispiel:

- Es wird in den meisten Fällen auf ein HQ₁₀₀ (Anm.: max. förderbar lt. Wasserbautenförderungsgesetz) ausgebaut, unterschiedliche Szenarien werden üblicherweise nicht betrachtet.
- Die Kosten-Nutzen-Untersuchung wird relativ spät bei der Projektierung erstellt. Eine Adaptierung des Verbauungskonzeptes bei einem Missverhältnis von Kosten zu Nutzen erfolgt aber nur in den seltensten Fällen. Am ehesten wird die Gefahrenzonendarstellung (Prozessbetrachtung) durch „Was-wäre-wenn“-Betrachtungen geändert/ausgedehnt.
- Projekte werden sehr oft mit zu hohen Kosten entwickelt (in Analogie zur K-N-Risiko-Darstellung von Sven Fuchs).

- Durch Verbauungen geschützte Bereiche suggerieren Schadensfreiheit und führen meist zur Erhöhung des Schadenspotenzials.

Weitere Impulse für die anschließende Diskussion gab der Technische Referent durch folgende Forderungen:

- Schutz muss leistbar bleiben
- Unsicherheiten dürfen nicht auf Interessenten abgewälzt werden (z.B. durch Änderung der Bemessungswerte erfolgt ein höherer Ausbaugrad).
- Das Variantenstudium hat unter Einbeziehung von Instandsetzungskosten zu erfolgen
- Kombination von aktiven und passiven Maßnahmen.

Alleinstellung der WLV im Schutz vor Naturgefahren

Zu Beginn der Diskussion wurden auch von den Diskussionsteilnehmern einzelne Punkte der täglichen Arbeit kritisch erörtert. Z.B. wurde die Stellung der WLV, als alleiniger Anbieter von Lösungen im Bereich des Schutzes vor Naturgefahren als sehr sensibel gesehen. Diese Alleinstellung erfordert eine ständige kritische Hinterfragung der gängigen Praxis.

Planungsinstrumente der WLV

Die Diskussion führte in weiterer Folge auf die in der WLV verfügbaren Planungsinstrumente und deren kombinierte Verwendung:

- Prioritätenreihung
- Gefahrenzonenplanung
- Projektierung mit Projektkoordinierung (permanente und temporäre Maßnahmen)
- Kosten-Nutzen-Untersuchung

Diese Planungsschritte werden üblicherweise in oben genannter Reihenfolge abgearbeitet, wobei Prioritätenreihung und Gefahrenzonenplanung auch in umgekehrter Reihenfolge zur Anwendung kommen. Die Kosten-Nutzen-Untersuchung als Teil eines Projektes wird jedenfalls sehr spät im Planungsprozess durchgeführt. Temporäre Maßnahmen finden bisher keinen Eingang in die Verbauungskonzepte. Der Projektkoordinierung wird von den Diskussionsteilnehmern ein hoher Stellenwert zugeschrieben, „bei dem die Abstimmung von Nutzen zu Schutzkonzept erfolgt“.

Angesichts der vom Vortrag noch in den Köpfen befindlichen Eindrücke wurde schnell klar, dass bei Verwendung eines risikobezogenen Lösungsansatzes die Planungsinstrumente in geänderter Reihenfolge und besserer Kombination miteinander eingesetzt werden müssten.

Ist der Gefahrenzonenplan ein adäquates Instrument für Risikoansätze?

Die Diskussion zu den Planungsinstrumenten der WLV vertiefte sich sodann bezüglich des Inhaltes der Gefahrenzonenpläne. Kann man mit dem aktuellen Inhalt des Gefahrenzonenplanes alles abbilden, was man für einen risikobezogenen Ansatz braucht?

Hier zeigte sich ebenso bald, dass das einzige derzeit in den Gefahrenzonenplänen dargestellte Bemessungsereignis (150-jährliches Ereignis) für einen risikobezogenen Planungsansatz nicht ausreicht. Darüber hinaus führt die derzeitige Diskrepanz zwischen Bemessungsereignis des Gefahrenzonenplanes (150-jährlich) und Bemessungsereignis für die Verbauung (100-jährlich) zu unbefriedigenden Reaktionen von Interessenten. Die zögerliche Rücknahme von Gefahrenzonen nach fertiggestellter Verbauung (teilweise erfolgt überhaupt keine Rücknahme), die bei Ausbau auf ein 100-jährliches Ereignis schon aus theoretischen Gründen (150-jährliches Bemessungsereignis der Gefahrenzonen) nicht zur Gänze erfolgen kann, ist vielen Bürgermeistern/Betroffenen ein Dorn im Auge. Es zeigte sich in der Diskussion auch, dass es verschiedene Ansätze gibt, diese Diskrepanz, aber auch andere Mankos der Gefahrenzonenpläne durch „Eigenentwicklungen“ zu umgehen (Revisionsflächen im Schutz der Verbauung, etc.). Die Sinnhaftigkeit der Darstellung von Extremereignissen (HQ_{300} , HQ_{1000}) für Wildbäche und Lawinen, welche sich wohl über ganze Siedlungsräume (Talböden) erstrecken würde, wurde bereits in früheren Jahren in Betracht gezogen und wieder verworfen. Auch wurde die Frage gestellt, wem diese Information dienlich sein könnte? Wer sind die Adressaten? Die Bevölkerung würde man (unnötig) verunsichern, der Raumplanung würde man Rätsel aufgeben.

Folgende Darstellungen wären für einen risikobezogenen Planungsansatz erforderlich:

- 30-jährliches bzw. häufiges Ereignis (10- bis 50-jährlich), um auch Effekte von häufigen Ereignissen bzw. die Wirkung der Verbauung für häufige Ereignisse darzustellen. Das im Wasserbau übliche 10-jährliche

Ereignis wurde als nicht brauchbares Szenario gesehen.

- 100-jährliches bzw. Ausbaubemessungsereignis, um die Wirkung der Verbauung darzustellen. Es dürfte zwar nicht sein, dass sich Bemessungswerte ändern und bestehende Verbauungen sich als zu gering dimensioniert erweisen, dies ist jedoch landauf und landab der Fall.
- >100-jährliches bzw. Extremereignis bzw. Ereignis bei Eintreten von Überlastfällen bzw. bei Versagen von Verbauungen (evtl. auch in Folge von Überlastfällen), wobei das Versagen von Verbauungen bis zum Bemessungsereignis (der Verbauung) durch entsprechendes rechtzeitiges Eingreifen (Erhaltungsverpflichtung) theoretisch nicht zu berücksichtigen ist. Die Hochwasserrichtlinie der EU und die Wasserbauverwaltung weisen in dieser Kategorie das 300-jährliche Ereignis aus (Harmonisierung).

Viele Kollegen betonten die Wirksamkeit und Nützlichkeit der bestehenden Gefahrenzonenpläne, äußerten den Wunsch, dass zusätzliche Szenarien in den Gefahrenzonenplan aufgenommen werden sollten, jedoch nicht in die Gefahrenzonenkarten, sondern in Form von zusätzlichen Karten. Die Leserlichkeit der Pläne muss gegeben bleiben.

Umgang mit Restgefährdung

Als Teilaspekt der Diskussion über den Inhalt der Gefahrenzonenpläne kam die Handhabung bzw. Darstellung der Restgefährdung zur Sprache. Insbesondere bei Verwendung eines risikobezogenen Ansatzes, müsste die Politik definieren, was passieren darf bzw. was dem einzelnen Bürger an Schaden zugemutet werden darf (nasse Füße?

überfluteter Keller?). AL Patek warf ein, dass die Politik solche Fragen nie beantworten würde, sie würde das mit dem Einsatz von Geld regeln: Viel Geld – wenig Geld, davon kann abgeleitet werden, was die Politik will. Wichtig ist daher die Vorbereitung von geeigneten fachlichen Konzepten!

Im Zusammenhang mit Restgefährdung wurde das Thema Risikokommunikation aufgegriffen und die Wichtigkeit von temporären Schutzmaßnahmen in der Diskussion hervorgehoben. Die Information an Interessenten/Bürger, dass Schutz nicht unbegrenzt möglich ist und dass es Überlastfälle geben kann, sollte bereits in frühen Planungsphasen erfolgen. Darüber hinaus wäre der Umgang mit Überlastfällen, z.B. durch Anwendung von temporären Maßnahmen, mit der betroffenen Bevölkerung zu entwickeln. Die positive Wirkung der Wassergenossenschaften in Salzburg wurde in diesem Zusammenhang von den Diskussionsteilnehmern hervorgehoben, da die Einbeziehung der betroffenen Bevölkerung damit gewährleistet ist (inkl. Leistung eines finanziellen Beitrags).

Conclusio der Autoren

Ein risikobezogener Planungsablauf könnte somit wie folgt aussehen:

Zu Beginn eines Projektes sollte die in der Kosten-Nutzen-Untersuchung vorgesehene Schadenspotenzialerhebung (Nutzen) gemeinsam mit der Gefahrenpotenzialerhebung (Überprüfung der Aktualität des Gefahrenzonenplanes mit Betrachtung von zusätzlichen Szenarien, siehe oben) erfolgen (**Risikoanalyse**). Daraufhin wäre im Vergleich mit anderen Erhebungseinheiten (Region, Gemeinde, Ortsteil) eine Prioritätenreihung (**Risikobewertung**) sinnvoll machbar. Fällt dann die höchste Priorität auf ein Plangebiet, könnte

ein Variantenstudium (**Risikoanalyse/Risikobewertung**) zu einem durchgängigen und angepassten Verbauungskonzept mit optimalem Kosten-Nutzen-Verhältnis führen, welches im Anschluss daran konkret projektiert (**permanente und temporäre Maßnahmen**) und unter Einbindung der betroffenen Bevölkerung (**Risikokommunikation**) optimal umgesetzt wird (**Risikomanagement**).

Der Begriff „Risiko“ und die damit verbundenen Instrumente Risikoanalyse – Risikobewertung – Risikomanagement müssen in die WLK-Köpfe einfließen, was schlussendlich der einhellige Tenor der Diskussion.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Hannes Burger
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Kärnten, Gebietsbauleitung Gailtal und
Mittleres Drautal
Meister Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: hannes.burger@die-wildbach.at

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

Nachhaltig denken und handeln - profitieren Sie von LIECO Ballenpflanzen

Herkunftsgarantie

- wir garantieren richtige Herkünfte und Höhenlagen gemäß dem Forstlichen Vermehrungsgutgesetz
- wir sichern Erträge
- wir sind Mitglied des FfV e.V.
Verein Forum forstliches Vermehrungsgut e.V.



3-Jahres-Vororder

- 3 Jahre vorausdenken und bestellen
- optimale Pflanzenverfügbarkeit
- Ballenpflanzen zum richtigen Zeitpunkt



Mit LIECO planen und sparen



LIECO GmbH & Co KG

www.lieco.at



LIECO GmbH & Co KG | A-8775 Kalwang 102b

www.lieco.at | Tel.: +43(0)3846 8693-0 | Fax.: +43(0)3846 8693-22 | E-Mail: lieco@sfl.at



Lumesa SA

Swiss product
Via cantonale
CH-6533 Lumino

Tel. +41 (0) 91 829 26 41
Fax +41 (0) 91 829 37 01
E-mail: info@lumesa.ch
Web: www.lumesa.ch



**Ihr Partner für Lawinen
und Steinschlagverbau
aus dem Nachbarland
Schweiz!**

FLORIAN RUDOLF-MIKLAU

Die Umsetzung des Risikokonzepts im österreichischen Naturgefahren-Management: Ein analytischer Streifzug

Implementation of risk-concepts in Austrian natural hazard management: An analytical overview

Zusammenfassung:

Zwischen dem Stellenwert des „Risikokonzepts“ als Teil fachpolitischer Strategien und der realpolitischen Umsetzung bestehen beträchtliche Unterschiede. Der Beitrag befasst sich mit der Frage, in welchem Umfang das Risikokonzept im Naturgefahren-Management bisher in Österreich realisiert wurde. Die Analyse einzelner Sektoren gibt Aufschluss über den realen Nutzen von „Risiko“ als Wertmaßstab und Entscheidungskriterium und zeigt auch mögliche Grenzen für die Anwendbarkeit des Konzepts auf.

Summary:

There are substantial differences between the importance of the “risk-concept” as part of political strategies and the acceptance (success) in the “realpolitik” of natural hazard management. The paper gives an overview to which extent this concept has been implemented in different sectors in Austria until now. This survey gives indications about the advantages of “risk” as a measure of value or as a decision support criterion, but also shows possible limits of the applicability of the concept.

Das „Risiko-Konzept“ als Modell des Naturgefahren-Managements

Sowohl die Häufigkeit des Eintretens von Naturkatastrophen als auch die Schwere der Ereignisse folgen im globalen Maßstab einem ansteigenden Trend. Dafür sind in den Industrieländern – somit auch in Österreich – vor allem zwei Entwicklungen verantwortlich: Mit dem Wirtschaftswachstum werden immer höhere Werte akkumuliert und die Flächen für Siedlungen und Infrastruktur dehnen sich in gefährdete Gebiete aus. In Ländern mit Entwicklungsrückstand werden diese Prozesse vom starken Bevölkerungswachstum überlagert. Das gleiche Phänomen gilt grundsätzlich auch auf regionaler oder lokaler Ebene, also auch für Gebiete in den Alpen, die durch Hochwasser, Muren, Lawinen, Steinschlag oder Rutschungen bedroht sind. Selbst unter der Annahme gleichbleibender natürlicher Gefährdung – eine Hypothese, die der herrschenden Ansicht über die Folgen des Klimawandels diametral widerspricht – steigt somit das wirtschaftliche Schadenspotenzial stetig an.

Es stellt sich die Frage, wie private und öffentliche Akteure ihre Pläne und ihr Verhalten anpassen sollen, um das Schadenspotenzial zu senken, ohne die Wirtschafts- und Regionalentwicklung unverhältnismäßig stark zu beeinträchtigen. Zum effizienten Umgang mit Naturgefahren zählt, das Schadensausmaß gering zu halten und trotz einer gewissen Gefährdung möglichst viele wirtschaftlich nutzbringende Tätigkeiten zu unternehmen. Dieses Prinzip liegt dem „Risikokonzept“ zugrunde, welches heute vor allem auf politischer und wissenschaftlicher Ebene als wichtigster Denkansatz im Naturgefahren-Management angesehen wird.

Das Risiko-Konzept setzt unter anderem voraus, dass Risikoreduktion und Wirtschaftseffizienz vereinbar sind. Der Sicherheitsgewinn wird durch Maßnahmen erzielt, durch die die Möglich-

keit der Schadensentstehung minimiert wird und durch die betroffene Kommunen eine möglichst hohe Flexibilität und Widerstandsfähigkeit für die Folgen unabwendbarer Naturkatastrophen erlangen (Resilienz). Für die Umsetzung des Risikokonzeptes in der Raumordnung wird die Überlagerung von Gefahren- und Lebensraum bis zu einem gewissen Grad als gegeben angenommen, die Maßnahmen zielen also auf eine risikoorientierte Raumnutzung ab. Tendenziell werden in etablierten Risiko-Managementsystemen passive Schutzmaßnahmen gegenüber aktiven (insbesondere baulichen) Maßnahmen bevorzugt.

Damit steht das Risiko-Konzept im Widerspruch zum „klassischen“ Konzept der Naturgefahren-Prävention.¹ Diese setzt i.d.R. bei den Ursachen an und umfasst überwiegend aktive Maßnahmen, die entweder dem Eintritt des Ereignisses entgegenwirken oder – sofern der Eintritt unvermeidbar ist – die Folgen einer Katastrophe eindämmen. Im Prinzip zielt dieses Konzept auf die Trennung von Gefahrenraum und Lebensraum ab – beispielsweise auch durch Schutzmaßnahmen, die den Gefahrenraum reduzieren – und schließt auch die planmäßige Raumentwicklung in intensiven Gefahrenzonen grundsätzlich aus. Somit stehen präventive Schutzmaßnahmen häufig im Konflikt mit der freien Nutzbarkeit von privaten Liegenschaften (Eigentum) in Gefahrenzonen und führen zu Restriktionen für die Flächen- und Wirtschaftsentwicklung einer Region. Präventive Schutzstrategien sind bis heute charakteristisch für das traditionelle staatliche Handeln im Naturgefahren-Management in den meisten europäischen Ländern. In diesem System wird das angestrebte Sicherheitsmaß überwiegend von rechtlichen und technischen Normen bestimmt

¹ *Einschränkend sei festgestellt, dass viele Maßnahmen der Naturgefahren-Prävention auch im Risiko-Konzept enthalten sind. Die hier gewählte Abgrenzung stellt eine Vereinfachung dar und erfolgt aus Gründen der Nachvollziehbarkeit der nachfolgenden Ausführungen.*

und hat „absolute“ Wirkung; relative Risikobetrachtungen als Entscheidungskriterium spielen bisher eine untergeordnete Rolle.

„Risiko“ als Maßstab des staatlichen Handelns

In vielen Teilen Europas wird das etablierte System der staatlichen Naturgefahren-Prävention in den fachpolitischen Strategien von einem privatwirtschaftlich orientierten Risiko-Konzept verdrängt, welches den Einzelnen, das Wirtschaftsunternehmen bzw. die Gesellschaft und deren individuellen Handlungsmöglichkeiten verstärkt in die Vorsorgeleistung mit einbezieht. Aufgrund der öffentlichen Wahrnehmung der Veränderungen in der Umwelt (Stichwort: Klimawandel) und der gesellschaftspolitischen Umwälzungen (Stichwort: demographischer Wandel) macht sich die Wahrnehmung breit, dass die Grenzen der staatlichen Vorsorgeleistung erreicht seien und im Umgang mit Naturgefahren ein „Paradigmenwechsel“ einzusetzen habe. Zunehmend steht die Akzeptanz und die Anpassung an die bestehenden Risiken im Mittelpunkt der auf politischer Ebene lancierten Sicherheitsstrategie, wobei es dem Individuum/dem Kollektiv – zumindest in gewissen Grenzen – durchaus überlassen bleibt, welchen Umgang mit den Risiken es wählt. Das Risikokonzept stärkt die Eigenverantwortung des Einzelnen und eröffnet – im Gegensatz zum normierten, staatlichen Präventionssystem – zusätzliche Handlungsalternativen. Neben den etablierten Strategien der Risikovermeidung und Risikoverminderung kommen als Optionen die Überwälzung des Risikos (Risiko-transfer), die Risikostreuung und die individuelle Risikotragung hinzu. Ein weiteres Merkmal des Konzepts ist die ausgewogene Einbeziehung aller Phasen des Risikokreislaufs – also die Prävention, die Bewältigung und den Wiederaufbau – in die Sicherheitsplanung. Typische Ausprägungen eines umgesetzten Risiko-Konzepts auf nationalstaat-

licher Ebene² sind beispielsweise das Bestehen von privaten Naturgefahren-Versicherungen, regelmäßige Setzung von Objektschutzmaßnahmen durch den Bauherren (ohne gesetzlichen oder behördlichen Zwang) oder private Selbstorganisation in Verbänden zur Erreichung von gemeinschaftlichen Sicherheitszielen. Staatliche Präventionsleistungen und individuelle Risikovorsorge gegen Naturgefahren schließen sich dabei keinesfalls aus und stehen in der Regel komplementär zueinander.

Nahm das Risiko-Konzept ursprünglich den Ausgang im unternehmerischen Handeln, so ist in den letzten Jahren das Bestreben zu beobachten, ökonomische (risikobasierte) Grundprinzipien verstärkt auch im Agieren des Staates im Schutz vor Naturgefahren zu etablieren. Daraus wird das generelle Ziel des integralen „Risiko-Managements“³ abgeleitet, Katastrophenereignissen entgegenzuwirken und das Risiko auf ein akzeptables Maß zu senken (Restrisiko). Bei der Planung von Schutzmaßnahmen ist daher zu klären, welches Risiko durch Naturgefahren den Menschen „gerade noch“ zugemutet werden kann (Risikoakzeptanz), um das angestrebte Sicherheitsniveau festlegen zu können (Schutzziel). Da im Risiko-Management der Begriff „Maßnahme“ im weitestmöglichen Sinne verstanden wird – auch ein Gefahrenzonenplan, eine gesetzliche Verordnung mit Präventionswirkung oder eine an Bedingungen geknüpfte Subvention gelten als Maßnahmen – kann dieses Prinzip auch im weiteren Sinne ausgelegt werden: Welche Mittel setzt ein Staat generell ein, um seine Bürger ge-

² In Europa beispielsweise in den Ländern Frankreich und Schweiz.

³ Integrales Risikomanagement umschreibt ein systematisches Managementkonzept zum Umgang mit Risiken. Diese müssen erkannt, anhand anerkannter und bewährter Maßstäbe beurteilt und mit einer optimalen Kombination aus technischen, planerischen, biologischen und organisatorischen Maßnahmen reduziert werden. Das integrale Risikomanagement strebt die Gleichwertigkeit von Prävention, Intervention und Wiederherstellung an.

gen Naturkatastrophen zu schützen und welche Aufgaben ordnet er der privaten Vorsorgeleistung (Eigenvorsorge) zu? Oder anders ausgedrückt: Wo liegen die Grenzen staatlicher Schutzpflichten?

„Recht auf Schutz“ versus Risikovorsorge

Nach herrschender politischer Auffassung ist der Schutz vor Naturgefahren in Österreich eine Aufgabe des Staates und wird als Teil der öffentlichen Sicherheit und staatlichen Vorsorgeleistung (Daseinsvorsorge) gesehen. Auch in der öffentlichen Wahrnehmung wird Naturgefahren- und Katastrophenschutz den öffentlichen Aufgaben zugerechnet, während die Risikotoleranz und Bereitschaft zur Eigenvorsorge auch in einer hoch entwickelten Volkswirtschaft wie Österreich – oder gerade in dieser – erstaunlich gering ist. Viele Menschen in Österreich glauben, dass sie quasi einen „Anspruch“ auf staatlichen Schutz vor Naturgefahren haben. Sie werden in dieser Auffassung bestärkt, da wichtige Vorsorgeleistungen – wie die Gefahrenzonenplanung, die Errichtung und Erhaltung von Schutzbauwerken, die Information und Warnung über drohende Naturereignisse und die Schadensregulierung – regelmäßig und teilweise „von Amts wegen“ von staatlichen Institutionen (Bund, Länder, Gemeinden) übernommen werden.

Allerdings gewähren weder die österreichische Bundesverfassung noch einzelne Gesetze ein subjektives „Recht auf Schutz“. In Zeiten der zunehmenden Verknappung der finanziellen Ressourcen in den öffentlichen Haushalten verleitet dies zu hypothetischen Überlegung, was wäre, wenn der Staat nur mehr einen Teil des Schutzbedarfs⁴ – naheliegender Weise den Teil mit der höchsten Priorität – bedecken kann (oder will). Diese Frage ist aus Sicht der den staatlichen

⁴ Aktuell ist davon auszugehen, dass die öffentlichen Mittel in Österreich ausreichen, um den dringenden Schutzbedarf in vertretbaren Zeiträumen umfassend zu decken.

Haushalt leitenden Organe legitim, da die eingesetzten Steuermittel auch für andere öffentliche Leistungen (z.B. Gesundheitswesen, Sicherheit, Bildung, Familienförderung) eingesetzt werden könnten, deren Priorität aus gesamtstaatlicher Sicht vielleicht höher einzustufen ist.

Um diese Frage einzugrenzen, ist zunächst zu untersuchen, welche absoluten Schutzpflichten der Staat gegenüber seinen Bürgern wahrzunehmen hat, zu welcher Mindestschutzleistung er also verpflichtet ist? Interessante Aufschlüsse dazu gewährt das Urteil des Europäischen Gerichtshofes für Menschenrechte (EGMR) «Budayeva gegen Russland» (vom 20.3.2008):

Wegen des Versagens staatlicher Institutionen bei einer Naturkatastrophe in der Stadt Tynryauz (Kaukasusregion, russische Republik Kabardino-Balkariens)⁵ belangten die Betroffenen den russischen Staat vor dem EGMR wegen Verletzung des „Rechts auf Leben“ (Art. 2, Europäische Menschenrechtskonvention/EMRK). Der EGMR entschied, dass der Art. 2 EMRK „...eine positive Verpflichtung der Staaten begründe, angemessene Schritte zum Schutz des Lebens der seiner Jurisdiktion unterworfenen Personen zu setzen.“ Der Staat habe die Pflicht zur Schaffung rechtlicher und administrativer Rahmenbedingungen, die wirksame Abhilfe gegen Bedrohungen des Lebens durch Naturkatastrophen schaffen. Diese Pflicht umfasse insbesondere eine Verpflichtung, die Öffentlichkeit über lebensbedrohende Notfälle zu informieren und sicherzustellen, dass jeder dadurch verursachte Todesfall gerichtlich untersucht werde. Andererseits führte der Gerichtshof aus, dass die Wahl der praktischen Maßnahmen in den Ermessensspielraum der Mitgliedstaaten falle; es dürfe ihnen keine unverhältnismäßige Last auferlegt werden.

⁵ Die Katastrophe von Tynryauz: Die Katastrophe vom 18. und 19. Juli 2000 wurde vom Gerkhozhan-Su-Fluss ausgelöst. 2 große Schlammmuren führten zur Zerstörung von Teilen der Stadt, 8 Menschen fanden den Tod.

Aus dem Urteil ist ableitbar, dass es keinen allgemein (international) gültigen Maßstab für die Reichweite der staatlichen Schutzpflichten geben kann. Die konkrete Schutzpflicht hängt neben der Charakteristik der Naturgefahr (Vorhersehbarkeit, Risikopotenzial, Möglichkeiten des Schutzes durch präventive Maßnahmen) auch von den rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen, von der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Staates, den sozialen und ökonomischen Verhältnissen (Lebensstandard und Leistungsfähigkeit der Betroffenen) sowie vom allgemeinen Sicherheitsstandard ab. Der EGMR lässt in seinem Urteil also durchaus ökonomische Überlegungen zu, wenn es um die Festlegung des staatlichen Leistungsumfanges zum Schutz vor Naturkatastrophen geht. Es liegt also nahe, dass „Risiko“ ein probates Kriterium für die Festlegung der staatlichen Prioritäten für den Schutz vor Naturkatastrophen wäre.

Dieser juristischen Grundsatzentscheidung ist die „realpolitische“ Situation in Österreich im Naturgefahren- und Katastrophenschutz gegenüberzustellen. Der österreichische Staat hält ein – technisch und organisatorisch – sehr hoch entwickeltes und umfassendes Sicherheitssystem zum Schutz der Bevölkerung gegen Naturkatastrophen vor, welches den Bürger von individuellen Vorsorgekosten und (privaten) Katastrophenrisiken in hohem Maße entlastet. Dieses System ist über viele Jahrzehnte gewachsen und erzielt – wie nicht weiter verwunderlich – hohe Akzeptanz in der Bevölkerung und bei politischen Vertretern. Da Naturkatastrophen als existentielle Bedrohung empfunden werden, werden Änderungen in diesem System politisch höchst sensibel behandelt. In vielen Bundesländern hat „Schutz vor Naturgefahren“ in der politischen Wahrnehmung auch heute einen absoluten Stellenwert: Insbesondere auf lokaler Ebene ist es immer noch „undenkbar“, auf den Schutz gefährdeter Objekte aus wirtschaftlichen oder risikobasierten Überlegungen zu verzichten. Perso-

nenrisiken werden – im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern – in Österreich aus ethischen Gründen als nicht quantifizierbar erachtet, daher kann es auch grundsätzlich keine „Grenzkosten“ für den Schutz des Lebens und der Gesundheit der Bürger geben. Es steht weiters außer Zweifel, dass der Schutz vor Naturgefahren und die Bewältigung von Naturkatastrophen in Österreich im öffentlichen Interesse⁶ gelegen sind. Ungeachtet dessen sieht die österreichische Rechtsordnung kein allgemeines „öffentliches Interesse am Schutz vor Naturgefahren“ vor. Ein solches ist nur für bestimmte Rechtsgebiete oder Naturgefahrenarten explizit festgelegt, beispielsweise im Wasserrechtsgesetz⁷ (öffentliches Interesse am Hochwasserschutz⁸). Der Gesetzgeber hat zwar grundsätzlich die Begünstigten – im Ausmaß des Nutzens und abgewendeten Schadens (Risikos) – in die Finanzierung von öffentlich subventionierten Schutzbauten des Hochwasserschutzes bzw. der Wildbach- und Lawinenverbauung (auf Grundlage des Wasserbautenförderungsgesetzes⁹) mit einbezogen, in der Realität werden die Mittel aber – mit wenigen Ausnahmen, z.B. Wassergenossenschaften¹⁰ – zur Gänze von den Gebietskörperschaften (und somit aus Steuermitteln) aufgebracht. Auch der finanzielle Ausgleich von Katastrophenschäden (Schadensregulierung) ist in Österreich immer noch staatlich dominiert und wird aus Mitteln des Katastrophenfonds bedeckt. Damit wird ein System des privaten Risikotransfers auf Versicherungsbasis substituiert, welches sich folglich in Österreich bisher nicht entwickeln konnte (Naturgefahrenversicherung nach dem Modell der Schweiz).

⁶ Das „öffentliche Interesse“ ist ein Rechtsbegriff, der sich auf die Belange des Gemeinwohls bezieht und sie von den Individualinteressen abgrenzt. Häufig bestehen Zielkonflikte zwischen den in den Gesetzen definierten öffentlichen Interessen, ebenso können diese die Ausübung privater Rechte einschränken. Im Interesse des Gemeinwohls ist die Behörde im Verwaltungsverfahren zur Abwägung der normierten öffentlichen Interessen verpflichtet und zu deren Schutz berechtigt.

⁷ BGBl. Nr. 215/1959 idGF (WRG)

⁸ § 105 Abs. 1 lit b WRG.

⁹ BGBl. Nr. 148/1985 idGF (WBFG)

¹⁰ §§ 73 WRG

Die dargestellten Beispiele führen zum Befund, dass die reale staatliche Schutzleistung in Österreich weit über die durch das EGMR-Urteil determinierte Mindestleistung hinausreicht. „Risiko“ als Entscheidungskriterium für die Festlegung und Priorisierung öffentlicher und privater Schutzleistungen hat sich bisher in keinem Bereich etabliert und entspricht auch nicht den in Österreich vorherrschenden rechtspolitischen Handlungsprämissen. Man könnte auch sagen: In Österreich hat sich bisher faktisch keine „Risikokultur“ entwickelt.

„Risikokarte“ als Informationsstandard

Naturkatastrophen werden aufgrund der intensiven Raumnutzung und der umfangreichen sozio-ökonomischen Folgen immer komplexer. Für den betroffenen Bürger, aber auch für Experten und politische Entscheidungsträger wird es zunehmend schwieriger, die reale Bedrohung durch Naturgefahren richtig einzuschätzen. Ein Indiz dafür ist, dass in Österreich die weitaus überwiegende Zahl von Todesfällen infolge Naturgefahren auf falsche Einschätzung der Gefahr, Unachtsamkeit oder objektives Fehlverhalten zurückzuführen sind.¹¹ Im Gegensatz dazu führen Großkatastrophen regelmäßig im Zuge der Bewältigung und des Wiederaufbaus zu – aus ökonomischer Sicht – weitaus überschießenden Reaktionen der Entscheidungsträger. Die höchste Bedeutung wird heute der „exakten“ Prognose und Warnung von Naturereignissen beigemessen, da man sich davon die höchste Vorsorgeeffizienz verspricht. Im Gegensatz dazu bewirken Fehlprognosen einen raschen Vertrauensverlust der Bevölkerung in Warnungen. Daraus folgt, dass ein allgemein dringender Bedarf besteht, die Bedrohung durch Naturkatastrophen objektiv „messbar“ zu machen

¹¹ Insgesamt sind Naturgefahren – mit Ausnahme von Lawinen – kein maßgebliches Todesfallrisiko und liegen in der Statistik der Todesursachen unterhalb der Signifikanzschwelle.

oder anders ausgedrückt, eine „allgemein gültige Währung“ für die Schadenswirkung von Naturereignissen einzuführen. Als Kriterium zur Darstellung der potenziellen Katastrophenwirkung ist „Risiko“ weitgehend anerkannt. Dahinter steht das „Häufigkeit-Intensitäts-Konzept“, welches zur Beschreibung der Größenordnung von Naturereignissen entwickelt wurde.

Geht man von der im EGMR-Urteil festgehaltenen staatlichen Verpflichtung aus, die Öffentlichkeit über lebensbedrohende Notfälle zu informieren, so erscheint es naheliegend, dass der Fokus der öffentlichen Naturgefahren-Information auf der Einrichtung von Warn- und Alarmsystemen und der Darstellung der Risiken liegen muss. Der „Stand der Technik“ ist die kartographische Darstellung von Naturgefahren-Risiken in Karten und geographischen Informationssystemen. Dieses Prinzip wurde beispielsweise konsequent in der Europäischen Hochwasser-Richtlinie (HW-RL)¹² umgesetzt, die die Ausarbeitung von Gefahren- und Risikokarten einschließlich einer entsprechenden Öffentlichkeitsbeteiligung vorsehen. Bisher war in Österreich – wie in den meisten Europäischen Ländern – (mit wenigen Ausnahmen) keine kartographische Darstellung von Risiken verfügbar oder üblich. Die traditionelle und auch gesetzlich etablierte Form der Naturgefahren-Darstellung ist i.d.R. die Gefahrenkarte oder der Gefahrenzonenplan. Diese Plandokumente zeigen die räumliche Ausdehnung der Gefährdung durch einen Naturprozess und geben auch Auskunft über die Intensität der potenziellen Einwirkung auf Objekte im Gefahrenbereich (in der Gefahrenzone). Die HW-RL geht nun erstmals einen Schritt weiter und stellt auch auf die Folgen (Schäden) durch den Naturgefahrenprozess ab.

Um zu ermitteln, welchen konkreten

¹² RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, 2007/60/EG vom 23. Oktober 2007, ABl L 288/27

Umfang diese Innovation in der Naturgefahren-Information haben wird, bedarf es einer näheren Betrachtung der Planungsnorm „Risikokarte“. Gemäß HW-RL verzeichnen „Hochwasserrisikokarten“ potenzielle hochwasserbedingte negative Auswirkungen nach den in der Richtlinie beschriebenen Szenarien. Dabei sind insbesondere die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert) und die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet anzugeben. Aus diesem Wortlaut ist schon erkennbar, dass die Richtlinie den Nationalstaaten in der Umsetzung Spielraum für die Art und den Detaillierungsgrad der Risikodarstellung lässt. Auch wird nicht näher determiniert, in welcher Tiefe die Bewertung der Risiken erfolgen soll.

Versteht man Risikobewertung im streng mathematischen Sinn, so ist der Risikobegriff als Funktion von Ausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens quantifizierbar, also beispielsweise in Geldeinheiten oder Risikostufen. Das wirtschaftliche Risiko einer Naturgefahr ist in diesem Sinne als Wahrscheinlichkeit eines Schadens definiert, der sich aus dem Zusammentreffen einer Naturgefahr mit Personen und Objekten im Gefährdungsbereich ergibt, hängt also von der Exposition und Schadensempfindlichkeit dieser Personen (Objekte) ab.

Umgelegt auf eine Risikokarte bedeutet dies, dass für jedes einzelne Objekt eine konkrete Analyse des Objektwerts (in Geldeinheiten), der Exposition und der Schadensempfindlichkeit durchgeführt werden müsste. Auf einer generellen Ebene wäre auch denkbar, Nutzungskategorien oder Flächeneinheiten zusammenzufassen und deren aggregiertes Risiko (in Risikostufen) zu bewerten. In welchem Detaillierungsgrad die Risikobewertung letztendlich auch durchgeführt wird, die Grundvoraussetzung ist die Festlegung von Bewertungsansätzen für das Risiko.

Für die Bewertung des Risikos im Zusam-

menhang mit öffentlichen und privaten Schutzleistungen stehen grundsätzlich verschiedene Bewertungsmaßstäbe zur Verfügung, beispielsweise der Verkehrswert (Wiederbeschaffungswert) von Objekten, der Affektionswert für den Eigentümer einer Sache, die Zahlungsbereitschaft der Betroffenen oder öffentlich anerkannte Richtwertsätze (z.B. aus der Liegenschaftsbewertung). Je nach der Zielsetzung der Akteure können die Wertmaßstäbe stark voneinander abweichen. Risiko ist also, wenn auch mathematisch „exakt“, in der Bewertung multivalent. Daraus ist schlüssig ableitbar, dass das in einer Risikokarte dargestellte Risiko in seiner Bewertung zwischen dem Produzenten der Karte – also beispielsweise staatlichen Institutionen – und der Zielgruppe – also der betroffenen Bevölkerung gravierend divergieren kann und sogar – insbesondere hinsichtlich der Folgen – zu grundlegenden Auffassungsunterschieden führen kann. Die Lösung dieser Konflikte ist nur mit aufwendigen Dialogprozessen unter breiter Beteiligung der Öffentlichkeit lösbar. Das Instrument der Partizipation wurde daher in konsequenter Weise in der HW-RL vorgesehen.

Es ist vorhersehbar, dass bei der Umsetzung der Risikokarten in Österreich und den anderen Europäischen Ländern eine eher generalisierte Form der Risikodarstellung gewählt werden wird; möglicherweise wird sogar auf eine konkrete Bewertung von Schutzgütern verzichtet werden und wird sich die Darstellung auf eine Kennzeichnung der Objekte (Objektkategorien) in Risikogebieten beschränken.

Ordnet man dem Instrument der Risikokarte „nur“ eine Informationsfunktion im Sinne eines Hinweises oder einer Bewusstseinsbildung zu, so wird eine generelle (abstrahierte) Form der Risikodarstellung ausgereichend sein. Allerdings wird in diesem Fall auf eine „parzellenscharfe“ und quantitative Aussage über das objektbezogene Risiko und eine entsprechende Lenkungswir-

kung in der örtlichen Raumplanung verzichtet. Der Staat vermeidet damit eine frühzeitige Festlegung der Schutzziele und lässt den regionalen Entscheidungsträgern und Betroffenen – trotz der Festlegung eines allgemein gültigen und objektifizierbaren Vergleichsmaßstabes für das Risiko durch Naturgefahren – Spielraum für eine individuelle Bewertung des Gruppen- oder Individualrisikos und der angemessenen Maßnahmen. Für Österreich entspricht dies auch dem Gedanken der fachbezogenen Leitplanung durch den Bund, die Rücksicht auf die verfassungsmäßig festgelegte Raumordnungskompetenz der Länder nimmt.

Der hier vorgezeichnete Weg der Risikodarstellung in der HW-RL kann als „pragmatisch“ bezeichnet werden und stellt durch flächenbezogene Informationen auf einer überregionalen Ebene eine signifikante Steigerung des Wissensstandes über drohende Risiken sicher (Risikobewusstsein), ohne objektbezogene Risikobewertungen vorzunehmen und unmittelbare soziale und wirtschaftliche Konflikte zu initiieren. Durch die generalisierte Form der Risikodarstellung wird auch keine unmittelbare Angriffsfläche für – durch private Interessen motivierte – Aversionen gegen die Risikodarstellung auf lokaler Ebene geboten, da der in der Richtlinie definierte Risikodialog auf Ebene von Interessensvertretungen, nicht jedoch einzelner Akteure geführt wird. Konkrete rechtliche Implikationen sind von dieser Form der Information über Naturgefahren-Risiken voraussichtlich nicht zu erwarten.

„Risiko“ als Kriterium der raumbezogenen Planung

Die konkrete Bewertung des Risikos einzelner Objekte findet auf regionaler und lokaler Ebene statt und hat große Auswirkungen auf die Nutzbarkeit von Liegenschaften und die Ausübung privater Eigentumsrechte. Aus diesem Grund wären die rechtlichen Implikationen einer „parzellen-

scharfen“ Risikobewertung durch staatliche Institutionen beträchtlich, ebenso bedeutend ist das soziale und ökonomische Konfliktpotenzial.

Die Verschneidung der von Naturgefahren gefährdeten Gebiete mit dem Siedlungsraum ergibt die Gefahrenzonen. In Österreich werden Gefahren abgestuft nach Roten und Gelben Gefahrenzonen dargestellt. In der Roten Gefahrenzone ist die Gefährdung durch Wildbäche und Lawinen so groß, dass eine ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist. In der Gelben Gefahrenzone ist die ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke beeinträchtigt. Eine Bebauung ist hier nur eingeschränkt und unter Einhaltung von Auflagen möglich. In der Gelben Gefahrenzone und teilweise auch außerhalb von Gefahrenzonen besteht ein Restrisiko, das der Eigentümer (Bauherr) in Eigenverantwortung angemessen zu beachten hat. Der Gefahrenzonenplan stellt die Summe aller möglichen Entwicklungen im Rahmen der Bemessungsereignisse dar (Gefahrenzonen sind Summenlinien). Innerhalb der Gefahrenzonen (Rot, Gelb) wird keine Differenzierung hinsichtlich der Häufigkeit und Intensität der Gefährdung vorgenommen. Der Gefahrenzonenplan nach dem österreichischen Forstgesetz¹³ ist nach Rechtsauffassung des VwGH¹⁴ ein Gutachten mit Prognosecharakter und gibt Auskunft über eine mögliche Gefährdung.

Analysiert man den fachlichen Gehalt eines Gefahrenzonenplans, so erkennt man zwar durchaus Elemente der Risikobewertung, doch werden Summenwirkungen dargestellt und somit objektbezogene Aussagen vermieden. Es ist der Schluss zulässig, dass dem Gesetzgeber die rechtliche, soziale und politische Problematik der „punktgenauen“ Expertenaussage über Gefahren

¹³ Forstgesetz, BGBl. Nr. 440/1975 idgF (ForstG)

¹⁴ VwGH 27.3.1995, 91/10/0090

und Risiken durchaus bewusst war und daher auch für den Gefahrenzonenplan eine generalisierte Form der Darstellung gewählt wurde. Das konkrete Ausmaß der Gefährdung (Risiko) ist für den jeweiligen Einzelfall im Raumordnungs- und Bauverfahren durch ein Sachverständigengutachten zu erheben.

Somit besteht ein faktischer Zwischenschritt zwischen der flächenbezogenen Planung und der Risikobewertung im Einzelfall. Aus systematischer Sicht ist es konsequent, dass Risiko-Management im Bereich raumbezogener Aktivitäten auf der Ebene der örtlichen Raumplanung stattfinden muss. Die Steuerung der Raumnutzung und der damit verbundenen wirtschaftlichen Tätigkeiten kann nur auf Basis objektivierbarer Kriterien erfolgen. „Risiko“ bietet dazu ein probates Instrument. Einige Bundesländer bemühen sich daher, im Rahmen des Raumordnungskatasters¹⁵ auch Elemente der Risikobewertung durch Naturgefahren zu implementieren. Diese Kartendarstellungen haben einen hohen Informationswert, sind jedoch aufgrund der eingeschränkten Rechtsverbindlichkeit von Raumplanungsinstrumenten in ihrer Wirkung ebenfalls beschränkt. Letztendlich zeigt sich auch in diesem Sektor, dass Risiko zwar theoretisch ein effizientes Entscheidungskriterium sein könnte, in der konkreten Entscheidung jedoch häufig andere, kurzfristige Interessen die Abwägung der Raumplanungsbehörden beeinflussen. Im Bereich der Raumentwicklung zeigt sich besonders deutlich, dass das Risiko-Konzept eine negative Anreizfunktion ausübt, die der positiv oder wachstumsorientierten Konzeption der Regionalentwicklung diametral widerspricht. Streng genommen müsste man also die Darstellung von Naturgefahren-Risiken invertieren und Entwicklungschancen und -potenziale darstellen, um die Akteure zu einer gefahrenangepassten Raumnutzung zu motivieren.

¹⁵ Z.B. „Naturgefahren Kärnten“ im KAGIS

„Risiko“ als Faktor in Rechtsnormen

Rechtsnormen zielen auf den Schutz der Interessen der Gesellschaft oder von Einzelpersonen ab. Zu den wichtigsten Schutzzwecken der Rechtsnormen zählen die der Person zuordenbaren Schutzgüter Leben, Gesundheit und Eigentum (Individualrechtsgüter) sowie die der Allgemeinheit zuordenbaren Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit und Ordnung. Es ist daher naheliegend, dass der EGMR als zentrale Aufgabe des Staates die Pflicht determiniert hat, für die Herstellung rechtlicher und administrativer Rahmenbedingungen zu sorgen, die wirksame Abhilfe gegen Bedrohungen des Lebens durch Naturkatastrophen schaffen. Im Grundsatz ist diese Aufgabe nicht disponibel, im Umfang jedoch sehr wohl dem Ermessen des Staates überlassen. Somit wäre auch auf Ebene der hoheitlichen Verwaltungsaufgaben des Naturgefahren-Managements die Festlegung von Entscheidungen und Prioritäten auf Basis einer Risikobewertung zulässig. In der Entscheidungspraxis österreichischer Behörden wird dieses Kriterium jedoch bisher kaum eingesetzt. Ausnahmen bilden beispielsweise Sicherheitskonzepte im Rahmen des Seilbahnverfahrens¹⁶, die Risikoelemente enthalten. Diese Situation ist nachvollziehbar, da sich auch für Behörden die kritische Frage der Wahl des Bewertungsmaßstabes und der Objektivierbarkeit von Risikobewertungen stellt.

Eine völlig andere Bedeutung hat Risiko durch Naturgefahren im zivil- und strafrechtlichen Kontext. Da es hier um die Bewertung von Schäden und deren Folgen geht, die durch menschliche Handlungen einem Dritten zugefügt werden, und die Frage der Rechtswidrigkeit und des Verschuldens im Vordergrund steht, ist

¹⁶ § 59 SeilbG (BGBl. I Nr. 103/2003 idGF).

„Risiko“ ein geradezu ideales Entscheidungskriterium. Als Maßstab des von der Rechtsordnung gerade noch tolerierten Risikos dient der Begriff des „sozial-adäquaten“ Risikos. Maßgeblich ist, dass die damit verbundene Handlung im Rahmen des üblichen Gebrauches liegt und regelgerecht durchgeführt wird; d.h. dass nur jenes zu Schaden führende Verhalten objektiv rechtswidrig ist, das das von der Rechtsordnung tolerierte Risiko überschreitet (z.B. Schifahren im ungesicherten Gelände bei Lawinenwarnstufe 4). Rechtswidriges und schuldhaftes Handeln staatlicher Organe und öffentlicher Sachverständiger kann Schadensersatzansprüche begründen, welche nach den Bestimmungen der Amts- und Organhaftung abzuhandeln sind, maßgeblich ist aber auch das Straf- und Zivilrecht (ABGB).

Aus strafrechtlicher Sicht ist eine „objektive Sorgfaltsverletzung“ danach zu beurteilen, welche Sorgfalt in der konkreten Tatsituation von einem „... sich seiner Pflichten gegen die Mitwelt bewußten, dem Verkehrskreis des Täters angehörigen Menschen – objektiv betrachtet – billigerweise verlangt werden kann“. Entscheidend für die Fahrlässigkeit ist die Erkennbarkeit der Gefahr (z.B. ein sorgfältiger Lawinenexperte hätte aufgrund seines Fachwissens die Kausalität der Gefahrensituation erkannt) und ein sozial inadäquates Verhalten (z.B. Eingehen eines gemessen am Grad der Gefährlichkeit und dem den Umfang und Wert des gefährdeten und betroffenen Rechtsgutes unverhältnismäßigen Risikos). Aus zivilrechtlicher Sicht besteht ein objektiver Sorgfaltsmaßstab, z.B. für Sachverständige im Sinne des § 1299 ABGB. Der Sachverständige muss die typischen Fähigkeiten seines Berufsstandes haben, den Leistungsstandard der Berufsgruppe, allerdings keine außergewöhnlichen Fähigkeiten innerhalb der Gruppe. Fahrlässigkeit (Versehen; culpa) liegt nach § 1294 ABGB vor, wenn der Täter aus Unwissenheit, mangelnder gehöriger Aufmerksamkeit oder des

gehörigen Fleißes handelt. Fahrlässig handelt somit, wer die gebotene Sorgfalt außer Acht lässt.¹⁷ Schäden durch Naturgefahren ohne menschliches Zutun („höhere Gewalt“)¹⁸ fallen nur grundsätzlich in den Risikobereich des Geschädigten, erst bei menschlich verursachten Änderungen der natürlichen Verhältnisse treten Fälle der gesetzlichen Risikoverlagerung (Haftung) ein. Damit stellte sich automatisch die Frage nach der technischen Abgrenzung der „höheren Gewalt“. Richtungsweisend für den Naturgefahrenschutz war in diesem Zusammenhang die OGH-Entscheidung vom 16. 5. 2006 (1 Ob 63/06f.), der zufolge katastrophale (hundertjährige) Katastrophenereignisse wie das «Hochwasser» in Steyr v 12. 8. 2002 keine „wiederkehrenden Überschwemmungen“ i.S.d. § 43 Abs. 1 WRG 1959 darstellen und das Gesetz deren Vermeidung nicht einmal intendiert („Schutzzweck der Norm“). Die Bestimmungen des WRG 1959 bieten daher keine Grundlage für eine Handlungspflicht behördlicher Organe zur Verhinderung von Schäden infolge Hochwasser dieser Größenordnung.

Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass Risiko in der österreichischen Rechtsordnung ein bedeutendes Entscheidungskriterium darstellt. Werden Risiken durch Naturgefahren durch flächendeckend verfügbare Information und kartographische Darstellung für jedermann ersichtlich, so verändert sich dadurch der allgemeine Sorgfaltsmaßstab erheblich. Die exakte Bewertung von Risiken auf Grundlage von bekannten Intensitäten und Häufigkeiten schränkt im Schadensfall für den Verursacher die Möglich-

¹⁷ Beispiel: strafrechtliche Verurteilung und Schadenersatzpflicht von Mitgliedern der Lawinenkommission, die trotz erkennbarer Lawinengefahr und Außerachtlassung wichtiger Prüfungen der Schneedecke die Öffnung einer gesperrten Piste verfügen, deren Folge der Tod eines Schifahrers in einem Lawinenabgang ist.

¹⁸ Höhere Gewalt („vis major“): Ein außergewöhnliches Ereignis, das nicht in einer gewissen Regelmäßigkeit vorkommt oder zu erwarten ist und selbst durch äußerste zumutbare Sorgfalt weder abgewendet noch in seinen Folgen unschädlich gemacht werden kann, wirkt von außen ein.

keit eines Verweises auf „höhere Gewalt“ faktisch stark ein. Es ist denkbar, dass die Methode der Risikobewertung vor österreichischen Gerichten zum Standardinstrument bei Schadensfällen im Zusammenhang mit Naturereignissen wird.

„Risiko“ als Kriterium öffentlicher und privater Investitionsentscheidungen in Schutzmaßnahmen

Da das Risiko-Konzept ursprünglich aus der Finanzwirtschaft stammt, wäre es naheliegend, öffentliche und private Investitionsentscheidungen in den Schutz vor Naturgefahren sowie die Prioritätensetzung beim Einsatz beschränkter Ressourcen auf Risikoüberlegungen zu begründen. Das Prinzip ist einfach: Je höher das Schadenspotenzial, desto höher die Dringlichkeit einer Schutzmaßnahme und desto höher die Wirtschaftlichkeit einer Schutzleistung. Ideal ist das Risikokonzept einsetzbar, wenn es um die Auswahl der effizientesten Schutzmaßnahme unter verschiedenen Maßnahmenvarianten geht. Grenzkostenkriterien werden heute vor allem für Kosten-Wirksamkeits-Untersuchungen¹⁹ bei konkreten Schutzprojekten eingesetzt.

Die konkrete Entscheidung über Investitionen in staatliche Schutzleistung erfolgt in Österreich anhand von verbindlichen Kriterien („normierter Schutz“), beispielsweise der Festlegung von Mindeststandards in Normen und Richtlinien, der Schutzziele für öffentlich geförderte Schutzmaßnahmen (Technische Richtlinie), der Prüfung der Kosten-Nutzen-Relation als Obergrenze der staatlichen Subvention oder durch die Verpflichtung zur Eigenleistung der Begünstigten in Form eines Interessentenbeitrages. Auch die Festlegung eines „akzeptablen“ Risikos bzw. der Sicherheitserwartung an Schutzmaßnahmen ist nur in beschränktem Umfang der Willensbildung

der betroffenen Bevölkerung überlassen, vielmehr werden Schutzziele in Österreich durch Gesetze (z.B. 150-jährliches Ereignis gemäß GZP-V 1976), Normen oder die Entscheidung von Experten festgelegt. Obwohl im österreichischen Schutz vor Naturgefahren keine risikobasierten „Schutzzielmatrizen“ (wie beispielsweise in der Schweiz) etabliert sind, werden in der Praxis für unterschiedliche Objektkategorien (z.B. Siedlungsraum, Verkehrswege) abgestufte Schutzziele (Sicherheitserwartungen) angewendet. Somit sind zumindest implizit Risikoüberlegungen in den Entscheidungsprozess über Investitionen in Schutz integriert. Echte risikobasierte Modelle der Kosten-Wirksamkeits-Untersuchung werden nicht eingesetzt. Eine Eigenheit des österreichischen Systems ist die annähernde „Gleichbehandlung“ aller Gruppen der Gesellschaft bei investiven Schutzleistungen des Staates, weshalb die Risikobewertung und Zahlungsbereitschaft der Betroffenen im politischen Entscheidungsprozess über Schutzmaßnahmen nicht so stark betont ist wie in anderen Ländern.

Im gesamtwirtschaftlichen Kontext fällt der Befund über die Eignung des Risiko-Konzepts als Entscheidungsgrundlage für Investitionsentscheidungen ambivalent aus. Es ist ein Faktum, dass die Verteilung öffentlicher Mittel für den Naturgefahrenschutz nach reinen Risikokriterien zu einer überproportionalen Allokation in dicht besiedelten, urbanen Räumen mit hohem Schadenspotenzial führen muss, während der ländliche Raum mit geringem Anteil an tangiblen Schadenspotenzialen geringe Anteile erhalten wird. Dies mag ökonomisch und haushaltstechnisch konsequent sein, ist aber in regionalpolitischer Hinsicht kritisch zu bewerten. Ein Verlust der Sicherheit der Bevölkerung in dünn besiedelten, ländlichen Gebieten verstärkt den bereits bestehenden Standortnachteil dieser Regionen und führt langfristig zum negativen demographischen Wandel, auch

¹⁹ Beispiel: *EconoME 2.0 in der Schweiz*.

als „ruraler Exodus“ bezeichnet. Landeskulturell wäre eine solche Entwicklung für Österreich als stark tourismusorientiertes Land höchst problematisch. Es kann somit im Einzelfall zielführend sein, bei öffentlichen Investitionsentscheidungen auch entgegen der Indikation des Risiko-Kriteriums zu handeln.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Der in diesem Beitrag enthaltene Streifzug durch die „realpolitische“ Situation der Umsetzung des „Risiko-Konzepts“ in der Praxis des österreichischen Naturgefahrenmanagements führt zu einem ambivalenten Befund. In der fachpolitischen Diskussion genießt Risiko als Entscheidungskriterium einen hohen Stellenwert. Dies bildet sich auch bei den facheinschlägigen Programmen und Verordnungen auf europäischer Ebene in konsequenter Weise ab. Die detaillierte Betrachtung der Umsetzung in einzelnen Sektoren des Naturgefahrenmanagements zeigt deutlich, dass die Bewertung des Risikos zu einer Objektivierung von rechtlichen oder wirtschaftlichen Entscheidungen führt. Im Gegensatz dazu zeigt sich, dass Risiko als Denkansatz bei Entscheidungen in der Raumplanung oder bei Schutzvorhaben auf lokaler Ebene kaum etabliert ist und in vielen Fällen im Widerspruch zu den Zugängen und Erwartungen der von Naturgefahren betroffenen Entscheidungsträger und Bevölkerung steht. Zum einen ist daraus erkennbar, dass ein gezielter Risikodialog eine wichtige Aufgabe hinsichtlich einer verbesserten Bewusstseinsbildung ist und für eine gerechtere Streuung der Risikolasten unumgänglich sein wird. Andererseits zeigt es klar, dass das Risikokonzept auch kein „Allheilmittel“ ist und in vielen Bereichen, insbesondere wenn es um unterschiedliche Werthaltungen geht, an Grenzen stößt. Insbesondere in jenen Sektoren, in denen es um komplexe, gesamtwirtschaftliche oder ge-

sellschaftspolitische Fragestellungen geht, kann Risiko nur eine von mehreren Entscheidungshilfen sein, ebenso, wenn ethische oder soziale Fragen im Vordergrund stehen. Ein wichtiger Gedanke aus diesem Beitrag sei aber noch einmal besonders hervorgehoben: Der „Risikobegriff“ ist ein wirtschaftliches oder technisches Konzept, emotional jedoch negativ belegt. Im Umgang mit Naturgefahr sollte der betroffenen Bevölkerung, deren Ziel es ja ist, auch zukünftig in exponierten Gebieten der Alpen zu leben, zu arbeiten und ihre Freizeit zu verbringen, die Thematik Naturgefahren mit positiven Botschaften bewusst gemacht werden ... auch wenn dies vielleicht zunächst widersinnig wirken mag: Der Begriff „Chance“ – als invertierte Darstellung drohender Risiken – ist ein positiv belegtes Bild und sicherlich mehr als eine Metapher. Eine spannende Fiktion könnte sein, zukünftig auf Ebene der örtlichen Raumplanung aus Gefahren- und Risikokarten „Entwicklungspotenzialkarten“ zu entwickeln, welche den Gemeinden und ihren Bürger die Chancen einer nachhaltigen Entwicklung im sicheren Umgang mit bestehenden Gefahren geben.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Dr. Florian Rudolf-Miklau
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft,
Abteilung IV/5, Wildbach- und Lawinenverbauung
Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Department IV/5,
Torrent and Avalanche Control
1030 Wien, Marxergasse 2
Tel.: +43 1 71 100 - 7333
FAX: +43 1 71 100- 7399
E-Mail: florian.rudolf-miklau@lebensministerium.at
Homepage: <http://www.lebensministerium.at/forst>

Literatur / References:

- [1.] ADAM V. (2006): Hochwasser-Katastrophenmanagement: Wirkungsprüfung der Hochwasservorsorge und -bewältigung österreichischer Gemeinden, Dissertation, Universität Zürich, Deutscher Universitätsverlag (DUV) Wiesbaden 2006.
- [2.] BAUMANN/GUGGISBERGER/LOAT/DIETHELM (2000): Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren, BRP/BWG/BUWAL Bern 2000.
- [3.] FLEGENTREFF/GLADE (Hrsg) (2008): Naturrisiken und Sozialkatastrophen, Spektrum Akademischer Verlag, (Springer Verlag) Berlin Heidelberg.
- [4.] HABERSACK H., KANONIER A., BÜRCEL J. (2009): FloodRisk II: Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwasserschutz: Ausgewählte Empfehlungen, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (UBA), Wien.
- [5.] HATTENBERGER D. (2006): Naturgefahren und öffentliches Recht. in: Fuchs/Khazkadeh/Weber (Hrsg), Recht im Naturgefahrenmanagement, Studienverlag Innsbruck, 78.
- [6.] MERZ/PLATE (Hrsg.) (2002): Naturkatastrophen: Ursachen, Auswirkungen, Vorsorge, Verlag Schweizerbart Stuttgart 2002.
- [7.] MÜNCHNER RÜCK, Naturkatastrophen 2007: Analysen, Bewertungen, Positionen, Edition Wissen – Topics Geo München 2008.
- [8.] Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT (2009): Strategie Naturgefahren Schweiz – Umsetzung des Aktionsplanes PLANAT 2005-2008. Projekt A 1.1: Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden (Testversion).
- [9.] ROMEIKE F. (2004): Lexikon Risiko-Management. Bank-Verlag/Wiley-VCH Köln.
- [10.] RUDOLF-MIKLAU, F. (2009): Naturgefahren-Management in Österreich. Verlag Lexis-Nexis Orac.
- [11.] RUDOLF-MIKLAU, F. (2009): Gemeinde in Gefahr: Der Bürgermeister als Katastrophen-Manager. Kommunal, 10/09, 78-83.
- [12.] RUDOLF-MIKLAU, F. (2005): Alpine Naturgefahren: Sicherheit, Schutz und Risiko. Wo liegen die Grenzen?, Wildbach- und Lawinenverbau, Nr 153, Imst, 31.
- [13.] RUDOLF-MIKLAU, F., SAUERMOSE S. (2011): Handbuch technischer Lawinenschutz. Verlag Ernst & Sohn Berlin/Wiley VCH.





Mair Wilfried GmbH

I-39030 St. Lorenzen
Tel: +39 0474 474 071 • www.mairwilfried.it • info@mairwilfried.it

Stahlschneebrücken, Triebsschneewände, Ablenkwände

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

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

**Spezialsensorik · Beratung · Planung
Anlagenbau · Systemintegration**

MARIA PATEK

FRAGEN: CHRISTOPH SKOLAUT (HERAUSGEBER), FLORIAN RUDOLF-MIKLAU (REDAKTION)

„Risiko“ in der Strategie 2015 der Wildbach- und Lawinerverbauung: Fragen an die Abteilungsleiterin

Risk within the strategy 2015 of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control: An interview with head Maria Patek

Zusammenfassung:

„Risiko“ gilt als der maßgebliche Denkansatz im Naturgefahren-Management. Ein Blick in die Strategie 2015 der Wildbach- und Lawinerverbauung (die.wildbach) zeigt, dass dieses Konzept bisher nur geringen Niederschlag in den strategischen Planungen und Maßnahmen des Dienstzweiges gefunden hat. Das nachfolgende Interview mit der Leiterin der Abteilung IV/5 Maria Patek im Lebensministerium versucht die dafür maßgeblichen Hintergründe zu beleuchten. Hat die.wildbach noch keine „Risikokultur“?

Die Fragen stelle der Herausgeber Christoph Skolaut.

Summary:

“Risk” is regarded as the central concept behind natural hazard management. Looking upon the “strategy 2015” of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (die.wildbach) it turns out that the risk-concept is hardly taken into account in the strategic development and implementation of measures. The following interview with the head of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control in the Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Maria Patek tries to explain the background of this decision. One may ask the question: Does the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control lack a “risk-culture”?

The questions were asked by Editor Christoph Skolaut.

Sehr geehrte Frau Abteilungsleiterin, „Risiko“ ist das maßgebliche Konzept im Naturgefahren-Management. In Strategie „die.wildbach 2015“ orte ich dahingehend wenig. Bedeutet dies, das Risiko für die.wildbach kein Thema ist?

Selbstverständlich ist Risiko ein wichtiges Thema. Die Wildbach- und Lawinerverbauung ist eine staatliche Institution, die auf Grundlage von Gesetzen und politischen Strategien zu agieren hat. Es wäre undenkbar, losgelöst von diesen Vorgaben zu handeln. Risiko ist eine wichtige Komponente der Richtlinien auf europäischer Ebene. Als Beispiele können die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WR-RL) und Hochwasserrichtlinie (HW-RL) genannt werden, die beide auf die Ausweisung von Umwelt- und Wirtschaftsrisiken sowie Personenrisiken durch Naturgefahren abstellen. Andererseits muss man sehen, dass die Wildbach- und Lawinerverbauung in Österreich primär auf regionaler Ebene agiert. Daher ist nationales Recht maßgeblich. Das Risikokonzept wurde in den österreichischen Gesetzen, die für Naturgefahren relevant sind, bisher nur in geringem Maße umgesetzt (Baurecht, Raumordnungsrecht, Forstrecht etc.). Daher agiert die Wildbach- und Lawinerverbauung noch auf einer „risikoarmen“ Rechtsbasis. Dies wird sich zukünftig sicherlich ändern. Andererseits ist „Risiko“ kein Allheilmittel zur Lösung aller relevanten Fragen des Naturgefahren-Managements, ganz im Gegenteil, das Risiko-Konzept hat auch gravierende Defizite. Letztendlich leben wir auch in einem gewissen „Risiko-Hype“.

Müssen wir uns ändern oder ist die ganze „Risiko-Diskussion“ ohnehin nur eine vorübergehende Erscheinung? Oder anders gefragt: Soll sich die.wildbach dieser Strömung überhaupt öffnen?

Ich möchte hier mit einem Missverständnis auf-räumen: Es gibt keine Pro- oder Contra-Diskussion über Risiko. Ich plädiere nur für einen differenzier-ten Umgang mit dem Thema. Selbstverständlich kann sich die.wildbach diesem Risiko-Konzept nicht entziehen und will es auch gar nicht. Wichtig ist nur, zu wissen über „welches Risiko“ ge-sprochen wird und warum. Die zentrale Frage im Naturgefahren-Management ist, mit welchen Maßnahmen man bestehende Risiken reduzieren kann. Entsprechend dem Risiko-Konzept ist jene Maßnahme eines Schutzkonzeptes zu wählen, die nach ihrer Realisierung ein akzeptables (zumut-bares) Risiko (Restrisiko) gewährleistet. Entschei-dend ist, wer diese Zumutbarkeit und damit den Umfang der Maßnahmen definiert. Diese Frage ist von zentraler Bedeutung für die.wildbach und das Lebensministerium, da es hier immerhin um die Verteilung der finanziellen Ressourcen geht. Nach meinem Verständnis ist es aber nicht Auf-gabe einer staatlichen Institution Wildbach- und Lawinerverbauung, dieses Maß an Zumutbarkeit festzulegen. Vielmehr ist dies Angelegenheit der Betroffenen, die ihre Schutzziele selbst definie-ren, aber auch ihre Bereitschaft zur Eigenvorsorge (Beitragsleistung) klarstellen müssen. Risikowahr-nehmung ist schließlich eine sehr individuelle, subjektive Angelegenheit. Der Staat kann dann festlegen, ob und in welchem Ausmaß er diese Si-cherheitserwartung erfüllen kann oder will. Wenn jemand keinen Schutz will, wird man ihm nicht „zwangsweise“ das Risiko abnehmen! Dies führt uns direkt zur Frage der Angemessenheit von In-teressentenbeiträgen für Schutzprojekte und der Zahlungsbereitschaft der Begünstigten.

Ist das klassische Risiko-Konzept im Naturgefahrenbereich – für Österreich im Allgemeinen und die Wildbach im Besonderen – überhaupt zielführend, wenn man dies mit Südtirol und der Schweiz vergleicht?

Ich komme zurück auf meine Eingangsbemerkung: Wenn man Österreich mit der Schweiz und Italien vergleichen will, muss man zunächst berücksichtigen, dass in den Ländern unterschiedliche Rechtsgrundlagen gelten. „Risiko“ hat in der italienischen und Schweizer Rechtsordnung bereits einen viel größeren Stellenwert als in Österreich. Das ist ein Faktor, der für alle Kernleistungsfelder der Wildbach- und Lawinerverbauung – sei es Gefahrenzonenplanung, Maßnahmensetzung, Förderungsmanagement oder Sachverständigentätigkeit – maßgeblich ist. Daran ändern auch keine neuen, auf wissenschaftlicher Ebene lancierten Ansätze etwas. Dazu kommt, dass in Österreich in der politischen Diskussion „Risiko“ bisher keine maßgebliche Entscheidungskategorie ist. Dazu fehlt der Einfluss der Versicherungswirtschaft, der in der Schweiz besteht. Außerdem enthält Risiko eine „negative“ Botschaft, Tourismus und Regionalentwicklung sind in Österreich aber traditionell wachstumsorientiert und daher von positiven Botschaften gesteuert. Es kann durchaus gesagt werden, dass Politiker eine Risiko-Diskussion angesichts möglicher Wettbewerbsnachteile für betroffene Regionen meiden.

Wie bewerten sie diese Situation? Ist die Wildbach Erfüllungsgehilfe einer „Risiko-Feindlichkeit“ in Österreich?

Als Leiterin einer Institution des Lebensministeriums habe ich diese politischen Strömungen nicht zu bewerten, da die Dienststellen auf Basis der Gesetze und politischen Vorgaben zu agieren haben. Das hindert uns aber nicht daran, massiv im

Bereich der Information und Bewusstseinsbildung Schwerpunkte zu setzen. Dies manifestiert sich in der Neudefinition des Kernleistungsfeldes „Naturgefahren-Information“ und vieler Aktivitäten, wie z.B. der Informationskampagne des Herrn Bundesministers „Leben mit Naturgefahren“, dem Jugendkonzept „Biber Berti“ oder zahlreichen Informationsbroschüren zu Fachthemen, die meine Abteilung gestaltet und herausgibt. Man sieht also: Risiko ist implizit sehr wohl in der Strategie 2015 enthalten, wir haben es nur noch nicht so stark herausgestrichen!

Wollten sie „Risiko“ in der Strategie bewusst nicht thematisieren?

Bewusst vielleicht nicht, aber ich konstatiere, dass dies vielleicht ein intuitives Motiv bei der Formulierung der Strategie durch das Management-Team war. Strategiepapiere sind programmatisch und in die Zukunft gerichtet. Wir wollen damit sowohl die eigenen MitarbeiterInnen als auch die betroffene Bevölkerung motivieren, nicht Sorgen und Ängste schüren. Risiko ist ein technisch und wirtschaftlich bestechendes Konzept, auf kognitiver oder ethischer Ebene hat das Konzept zwei gravierende Nachteile: Es ist für Laien schwer verständlich, weil zu komplex, und es enthält eine negative Botschaft.

Kann der Risikoansatz der Bevölkerung überhaupt glaubhaft und verständlich vermittelt werden? Ein Beispiel: „Bis zum HQ₁₀₀ seid ihr sicher, bei größeren Ereignissen besteht ein Restrisiko.“

Ich stimme vollkommen zu: Risiko in Wahrscheinlichkeiten und Intensitäten auszudrücken, ist nur für ExpertInnen verständlich, nicht jedoch für BürgerInnen oder politische EntscheidungsträgerInnen. Das menschliche Gehirn denkt nicht in Bandbreiten oder physikalischen Größen. Die

Menschen wollen einfach wissen: Bin ich sicher oder nicht? „Restrisiko“ ist zweifellos das Unwort schlechthin. Das heißt aber nicht, dass die Betroffenen nicht lernen können, mit Unsicherheiten umzugehen. Doch das ist ein langwieriger Prozess, der viel Information und Bewusstseinsbildung erfordert. Das wichtigste ist, dass zwischen ExpertInnen (der Wildbach- und Lawinerverbauung) und den BürgerInnen eine gemeinsame Sprache über Gefahren und Risiken gefunden wird. „Risikokommunikation“ ist keine Glaubensfrage, sondern schlichtweg die Herstellung einer gemeinsamen Vorstellung über das, was passieren kann. Ein „Bemessungsereignis“ ist da für das Verständnis sicher nicht ausreichend.

Wie ist nun der konkrete Umsetzungsstand des Risiko-Konzepts in Projekten der Wildbach- und Lawinerverbauung? Wird Risiko zukünftig das Entscheidungskriterium für die Realisierung oder Nichtrealisierung von Schutzmaßnahmen respektive ein Förderungskriterium sein?

Es besteht kein Zweifel, dass Risiko zukünftig ein Entscheidungskriterium sein wird, wenn es um Schutz vor Naturgefahren geht. Selbst bei optimistischer Betrachtung werden die Mittel im Katastrophenfonds nicht mehr werden und so wird die Politik nach Kriterien suchen, nach denen das Geld verteilt wird. Diese Verteilung wird sich aber eher auf Ebene der Ministerien oder Länder abspielen, somit geht es um generelle Risikobewertungen. Ein Trend wird zweifellos sein, dass sich der Schutz stärker auf dicht besiedelte (urbanisierte) Gebiete mit hohem Schadenspotenzial fokussieren wird. Es ist zu befürchten, dass der ländliche Raum da den Kürzeren zieht. Eine solche Entwicklung würde die Wildbach jedenfalls spüren, auch die Ansätze der Hochwasserrichtlinie zeigen in diese Richtung. Auf regionaler Ebene oder für das Einzelprojekt sehe ich zurzeit eine unmittel-

bare Notwendigkeit, Risiko als Wirtschaftlichkeitskriterium generell anzuwenden. Einerseits sind Elemente der Risikobewertung ohnehin in der KNU der Wildbach- und Lawinerverbauung enthalten, andererseits sind die Grundlagen über Ereigniswahrscheinlichkeiten und Vulnerabilität für verschiedene Naturgefahrenprozesse zu ungenau, um hier absolute Wirtschaftlichkeitsvergleiche ziehen zu können. Innerhalb eines Projektes zur Optimierung von Maßnahmen kann ich mir das Risiko sehr gut als Kriterium vorstellen. Beispielsweise gibt es in der neuen Technischen Richtlinie eine Bestimmung über Risikobewertung als Grundlage für Steinschlag- und Rutschungsprojekte.

Im Zusammenhang mit Risiko kommt man immer wieder auf das Phänomen zu sprechen, dass Schadenpotenzial im Schutze von technischen Maßnahmen zunimmt? Soll der Bund weiterhin Versäumnisse der Raumordnung ausgleichen?

Es wäre sicher nicht zielführend, weiterhin zu verbauen und danach eine unbeschränkte Besiedelung der zuvor gefährdeten Gebiete zuzulassen. Aber der Trend in den Raumordnungsgesetzen geht doch langsam in die Richtung, auch Gelbe Gefahrenzonen baufrei zu stellen, wenn man beispielsweise an Steiermark oder Niederösterreich denkt. Die Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinerverbauung wird sich mit diesem neuen Trend auseinandersetzen müssen. Was ich sicher nicht will, ist eine Vermengung der Restrisikodiskussion mit unseren Gefahrenzonenplänen. Schutzmaßnahmen sind technische Anlagen mit Betriebsrisiko; die funktionieren nur, wenn sie regelmäßig Instand gehalten werden. Es ist daher alleine Angelegenheit des Betreibers oder Konsensinhabers, sicherzustellen, dass keine Gefahr von der Schutzanlage selbst ausgeht. Der Bund kann hier keine Haftungsübernahme für die Interessenten tätigen.

Das klingt danach, dass sie dem Risiko-Konzept eher eine technische oder rechtliche, denn eine „ideologisch-strategische“ Bedeutung bemessen?

Das ist vollkommen richtig: Risiko ist ein ausgezeichnetes Instrument zur Objektivierung von wirtschaftlichen, technischen oder rechtlichen Entscheidungen. Als Unternehmensphilosophie der Wildbach- und Lawinenverbauung greift es mir zu kurz. Damit liegen wir zwar nicht ganz im Trend, aber fachlich am richtigen Weg. Die risikobezogenen Aktivitäten der Wildbach- und Lawinenverbauung werden sich daher zukünftig auf Fragen wie die wirtschaftlichen Effekte von Schutzmaßnahmen, Betriebsrisiko und Erhaltung oder Modelle des Lastenausgleichs bei der Finanzierung von Projekten beziehen. Die Wassergewissenshaft ist aus meiner Sicht eine ideale Form des Risikotransfers unter Betroffenen: Sie schafft Identifikation mit Schutzmaßnahmen und schließt Trittbrettfahrer aus.

Wie wollen sie die.wildbach zukünftig „risiko-fit“ machen?

Vielleicht klingt das überraschend, aber meine MitarbeiterInnen müssen lernen, Risiken „richtig“ zu kommunizieren. Wir sehen das immer wieder bei vielen Seminaren und Tagungen: Ich habe viele exzellente ExpertInnen in meinen Reihen, doch nicht alle sind in der Lage, den fachlichen Laien Naturgefahren und Risiken verständlich zu erklären. Öffentlichkeitsarbeit dient nicht primär der Vermarktung der Wildbach- und Lawinenverbauung, sondern um Problembewusstsein und Verständnis zu schaffen. Aber, wie unzählige Aktivitäten der Sektionen in der „Zone intern“ zeigen, werden wir immer besser: Die Menschen beginnen zu begreifen, worum es bei Wildbächen und Lawinen geht. Wenn ich eine Idealvorstellung von der Strategie 2015 habe, dann sind wir in 4 Jah-

ren so weit, ein perfekter Servicebetrieb für unsere KundInnen zu sein. Dann helfen wir den Menschen dabei, Chancen, nicht nur Risiken, die sich aus der Anpassung – also dem Leben mit Naturgefahren – ergeben, zu erkennen und zu nutzen.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI. Maria Patek MBA
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft,
Abteilung IV/5, Wildbach- und Lawinenverbauung
1030 Wien, Marxergasse 2
Tel.: +43 1 71 100 - 7335
E-Mail: maria.patek@lebensministerium.at

Redaktion
DI Dr. Florian Rudolf-Miklau
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft,
Abteilung IV/5, Wildbach- und Lawinenverbauung
1030 Wien, Marxergasse 2
Tel.: +43 1 71 100 - 7333
E-Mail: florian.rudolf-miklau@lebensministerium.at

Fragen
DI Christoph Skolaut
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung, Sektion Salzburg
5020 Salzburg, Bergheimerstraße 57
Tel.: +43 662 878153-303
mail: christoph.skolaut@die-wildbach.at

Literatur / References:

[1.] BMLUW (2010):
die.wildbach: Strategie 2015.

[2.] BMLFUW (2011):
Nationale Klimaanpassungsstrategie „Schutz vor Naturgefahren“,
Expertenpapier, vorläufige Fassung.

[3.] Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT (2009):
Strategie Naturgefahren Schweiz – Umsetzung des Aktionsplanes PLANAT
2005-2008. Projekt A 1.1: Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden
(Testversion).



- 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

Frenkenberger

Rohstoffhandels-GmbH

STAHLROHRE – SCHIENEN – TRÄGER – BLECHE

Rohrdurchlässe aus Stahlrohren

- ein Durchlass im Ganzen – keine Stückelung
- einfache Einbauart – keine Unterbettung
- Robustheit – lange Lebensdauer

Als Lagerhalter stehen wir zur Verfügung

FRENKENBERGER GmbH pünktlich und zuverlässig
flexibel und stark im Service!

Die kostengünstige Querenwässerung im Forstwegebau:



Fragen Sie unter: Tel. +43/6274/20176, Fax DW -13
E-Mail: office@stahlrohr.at
unsere Leistungen an.
A-5111 Bürmoos, Werner-Bader-Straße 8

MARKUS HOLUB, HEIMO GRUBER, SVEN FUCHS

Naturgefahren-Risiko aus Sicht des Versicherers

Risks from natural hazards in the insurance business

Zusammenfassung:

Betrachtet man den Ansatz eines integralen Risikomanagements, so stützen sich sämtliche Strategien zur Verhinderung bzw. Reduktion von Schäden aus Elementarereignissen unter anderem auch auf die konsequente Anwendung von strategischen Instrumenten wie Raumplanung, Risikokommunikation, aber auch Risikotransfer.

Der vorliegende Artikel befasst sich mit Aspekten des Versicherungswesens im Allgemeinen und beleuchtet speziell die Problematik der Versicherbarkeit von Naturgefahren. Dabei wird auf die konkrete Situation in Österreich eingegangen und es werden Ansätze für künftige Versicherungslösungen vorgestellt.

Summary:

Embedded in the overall concept of integral risk management, mitigating mountain hazards is dominated by land use regulations, risk-related information and risk transfer.

In this paper, aspects of the insurance business are summarised in general, with a particular focus on the difficulties of the insurability of natural hazard losses. Furthermore, Austria's system of risk transfer is discussed and possible approaches towards future insurance models are outlined.

Einleitung

Verfolgt man die Schadenstatistiken der letzten Jahre, so zeigt sich zumindest global betrachtet ein deutlicher Trend zur Zunahme von Schäden aus Naturgefahrenereignissen wie z.B. Hochwasser, Hagel, Sturm, aber auch Schneedruck.

Um sich gegen die Auswirkungen derartiger Schäden zu schützen, gibt es unterschiedlichste Strategien und Instrumente, die herangezogen werden können. Dabei müssen im Rahmen eines integralen Risikomanagements deren Vor- und Nachteile sorgfältig gegeneinander abgewogen werden, um die bestmögliche Wirkung zu erzielen (Hübl et al., 2009).

Maßnahmen können dabei nach ihren Fähigkeiten klassifiziert werden, das individuelle Risikobewusstsein (potenziell) Betroffener zu heben, also zu sensibilisieren, aber auch die Bereitschaft eben jener Bevölkerungsgruppen zu fördern, selber proaktiv zu agieren und in individuelle Schutzmaßnahmen zu investieren. Um dieses Ziel zu erreichen, werden derartige Strategien in Abhängigkeit von ihrer Anwendbarkeit als präventive (Einflussnahme auf den Gefahrenprozess und/oder das Schadenspotenzial) oder reaktive Maßnahmen (z.B. Instandhaltung und -setzung) sowohl durch regulative Instrumente als auch durch andere Managementmaßnahmen unterstützt.

Neben den genannten präventiven Ansätzen sind die Entschädigungsleistungen im Fall eines Ereignisses durch unterschiedliche Institutionen zur monetären Abfederung von Schäden durch Naturgefahren zu nennen. In Österreich werden derartige Entschädigungen vor allem durch öffentliche Gelder in Form der auch als Förderungen bezeichneten Ausschüttungen aus dem Katastrophenfonds (KatFonds) nach dem derzeit gültigen Katastrophenfondsgesetz 1996 getätigt. In wesentlich geringerem Ausmaß erfolgen Ent-

schädigungen auch durch Leistungen aus privatwirtschaftlichen Versicherungsverträgen, wobei derzeit keine standardisierten Produkte für den breiten Markt der Privathaushalte verfügbar sind, die die wirtschaftlichen Bedürfnisse der Versicherten einerseits und der Versicherer andererseits zu-friedenstellen können.

Prinzipien des Risikotransfers

Berücksichtigt man die Interpretation der Richtlinien für die Vergabe von Elementarschadensbeihilfen nach dem Katastrophenfondsgesetz 1996, hier z.B. durch die Oberösterreichische Landesregierung, so folgt durch die Verwendung des Terminus „Förderung“, dass keine Entschädigung geleistet wird, sondern die Bezuschussung vielmehr als Mithilfe zur Behebung der Katastrophenschäden zu verstehen ist. Demnach besteht auch kein Rechtsanspruch auf eine Förderung. Für die Betroffenen von Naturgefahrenschäden bedeutet dies ein hohes Maß an Unsicherheit.

Im Zuge einer durch das Marktforschungsinstitut „GfK Austria“ durchgeführten Umfrage nach den Hagel-Unwettern im Sommer 2009 wurden von Betroffenen folgende Aussagen getätigt, die deren Sorge ob der Unsicherheit einer Entschädigung durch die öffentliche Hand widerspiegelt:

- „Ich habe Angst, dass mich der Bund/ das Land im Schadensfall im Stich lässt, mit einer eigenen Versicherung fühle ich mich da viel wohler.“ (26% volle, 21% überwiegende Zustimmung).
- 19% wollen künftig den Versicherungsschutz verbessern.
- 59% fühlen sich von Versicherungen schlecht beraten.

Einerseits fühlen sich Betroffene von der Verwaltung im Stich gelassen, andererseits können

Versicherungsgesellschaften die Nachfrage nach Sicherheit bzw. Absicherung in Form von Risikotransfer mit gegenwärtigen Produkten nur begrenzt decken. Aus der derzeitigen Situation, dass für den Privatbereich keine für den Versicherungsnehmer befriedigenden Lösungen für z. B. Hochwasserschäden angeboten werden bzw. dem Umstand, dass die Hintergründe für das Marktversagen der derzeitigen Versicherungsprodukte nicht transparent ist bzw. nicht entsprechend kommuniziert wird, erklärt sich die Tatsache, dass sich Betroffene von Versicherungsunternehmen schlecht beraten fühlen.

Um sich gegen das Risiko von Schäden aus Naturgefahren zu wappnen, können grundsätzlich unterschiedliche Strategien zur Anwendung kommen: Zum einen sollten Raumplanung und Bauvorschriften dazu beitragen, dass gefährdete Bereiche prinzipiell frei von Verbauung gehalten werden und der Gefahr somit ausgewichen wird. Weiters ist die Möglichkeit zu nennen, vor allem durch eine angepasste Bauweise und Nutzung von Objekten (Holub & Hübl, 2008), Personenschäden zu verhindern und Sachschäden im Ernstfall zu minimieren. Optimalerweise ergänzend, aber nicht ausschließlich, kann eine adäquate finanzielle Vorsorge dazu beitragen Verluste für Betroffene überschaubar bzw. wirtschaftlich tragbar zu halten. Als eine Möglichkeit der adäquaten finanziellen Vorsorge ist der Risikotransfer in Form einer Versicherung zu nennen.

Unter einer Versicherung ist der Austausch eines unsicheren und (unbestimmten) großen Verlustes gegen einen kleinen, bestimmten aber „sicheren Verlust“, nämlich der Zahlung einer Prämie, zu verstehen (Hax, 2000). Mit anderen Worten verspricht der Versicherer im Fall eines zukünftig möglicherweise eintretenden Ereignisses den dadurch verursachten Schaden monetär zu kompensieren. Als Gegenleistung erhält der Versicherer die Prämienzahlung, meist auch

über einen längeren Zeitraum. Auf diese Weise wird das individuelle Risiko des Versicherten zum versicherungstechnisch zu betrachtenden Risiko des Versicherers. Das versicherungstechnische Risiko aus den einzelnen individuellen Risiken wird im Bestand des Versicherers durch die Unsicherheit des zeitlichen Eintretens, der Häufigkeit sowie der Höhe und Summe der einzelnen Versicherungsleistungen charakterisiert. Es weist dabei nach Weiß (2008) die Komponenten a) Zufallsrisiko (die aufgrund zufälliger Ereignisse fällig gewordenen Versicherungsleistungen weichen von den erwarteten Versicherungsleistungen ab), b) Diagnoserisiko (der Versicherer stützt sich bei der Berechnung der Erfahrungswerte auf unzureichendes, unvollständiges oder gar falsches Zahlenmaterial) sowie c) das Prognoserisiko (das verwendete Zahlenmaterial stellt sich zum Zeitpunkt der Verwendung als nicht länger aktuell heraus und verfälscht somit die Prognosen).

Die Eigenschaften eines Versicherungsbestandes sind dabei charakterisiert durch a) Risikostreuung (Risiken unterschiedlicher Regionen werden zusammengefasst), b) Reduktion der Varianz, der Frequenz und Größe eines Schadens (unkorrelierte Risiken werden „gepoolt“), c) Segregation von Risiken („gute“ und „schlechte“ Risiken werden zur Vermeidung von Querfinanzierung separiert; gleichartige Risiken eines Kollektivs erhalten eine „maßgeschneiderte“ Polizze), d) Förderung schadensreduzierender Maßnahmen sowie e) Steuerung des risikorelevanten Verhaltens der Versicherten (z.B. durch Obliegenheiten).

Nach Karten (1972) ist die Versicherbarkeit bestimmter Schäden ein „subjektiv geprägtes Entscheidungsproblem, das sich auf die Frage nach einem für Versicherer und Versicherungsnehmer annehmbaren Preis für den Versicherungsschutz zurückführen lässt“. Die theoretische (technische) Versicherbarkeit ist dabei durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Zufälligkeit (Ungewissheit und Unabhängigkeit des Versicherungsfalles; Ereignis nicht vorhersehbar; Eintritt des Versicherungsfalles hängt nicht vom Willen der Vertragspartner ab)
- Eindeutigkeit (es muss eindeutig feststellbar sein, bei welchem Ereignis welche Leistung unter welchen Bedingungen zu erbringen ist)
- Schätzbarkeit (in welcher Höhe und mit welcher Wahrscheinlichkeit werden Schäden eintreten (Statistik))
- Unabhängigkeit (ein Schadensereignis darf die Wahrscheinlichkeit weiterer Schadensereignisse nicht erhöhen; Ausnahme: Kumulrisiko)
- Größe (es darf nicht zur Störung des Risikoausgleichs kommen, dass ein Risiko so groß ist, dass es die anderen Risiken übermäßig dominiert (Deckungskapazität))

Um einen Versicherungsbestand wirtschaftlich und gewinnorientiert zu führen, dürfen keine unkontrollierten Verluste eintreten bzw. sind Verluste durch geeignete Maßnahmen möglichst gering zu halten. Dazu betreiben die Versicherungsgesellschaften selbst ein Risikomanagement und verfolgen dabei die allgemein bekannten Grundsätze dieser Managementdisziplin: Risiken „vermeiden“, „vermindern“, „überwälzen“ und „selbst tragen“. Unkontrollierte Verluste können vor allem durch adäquates „Underwriting“ (praktisch der Einkauf der individuellen Risiken und die Ausgestaltung der Versicherungsverträge), basierend auf einem entsprechenden Prozess der Risikoprüfung, weitgehend vermieden werden. Darüber hinaus kommen das ereignisbezogene Höchstschadenslimit, Selbstbehalte des Versicherungsnehmers, Höchstentschädigungslimite und die Jahreshöchstentschädigung des Versicherungsnehmers als begrenzendende Instrumente zum Einsatz.

Ein Versicherer wird darüber hinaus zur

Abfederung zu hoher Schadenslasten des Bestandes eine sogenannte Rückversicherung bei einem Rückversicherungsunternehmen abschließen. Rückversicherer fungieren somit praktisch als Versicherer von Versicherern: Der Erstversicherer rückversichert sein Risiko gegen eine entsprechende Rückversicherungsprämie. Einen Sonderfall stellt ein Versicherungspool dar, in dem sich mehrere Erstversicherer kartellrechtlich zulässig wirtschaftlich zusammenschließen. Dabei werden die von allen Partnern eingebrachten Risiken auch von allen Partnern gemeinsam verhältnismäßig getragen, wodurch es zu einem Risikoausgleich zwischen den einzelnen Partnern kommt. Gegebenenfalls beteiligen sich auch Rückversicherer an derartigen Pools. Da aber auch Rückversicherer unter Umständen einen Ausgleich für Schadensspitzen benötigen, transferieren sie einen Teil des Risikos an andere Rückversicherer im Wege der sogenannten Retrozession.

All diese Maßnahmen sollen sicherstellen, dass der Versicherer sein Leistungsversprechen gegenüber den Versicherten als seinen Vertragspartnern, hier z.B. den privaten Hauseigentümern, erfüllen kann. Rückversicherer sind wiederum nur den Erstversicherern gegenüber verpflichtet.

Große Industrieunternehmen gründen häufig auch eigene Versicherungen in Form sog. Captives und können damit bestimmte wirtschaftliche Vorteile lukrieren.

Der internationale Finanzmarkt bietet darüber hinaus Produkte wie Wetterderivate und Cat-Bonds an, auf die jedoch an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll.

Ein Teil des Schadens – wenn auch üblicherweise unfreiwillig – muss der Erstversicherer selbst im Rahmen des sogenannten nicht rückversicherten Eigenbehaltes tragen, der auch mit entsprechendem Eigenkapital hinterlegt sein muss. Um die gegen seinen Eigenbehalt wirksamen

Schäden sowie deren Aufwand insgesamt zu reduzieren, bedient er sich gewisser Hilfsmittel wie z.B. Haftungsbegrenzungen, Risikoausschlüsse (bestimmte Gefahren oder besonders exponierte Gebiete werden vom Versicherungsschutz ausgenommen), aber auch Selbstbehalte. Selbstbehalte haben dabei eine mehrfache Funktion: Zum einen reduzieren sie den administrativen Aufwand des Versicherers bei der Regulierung von Kleinschäden, zum anderen motivieren sie den Versicherungsnehmer zum aktiven Ergreifen von Maßnahmen im ursachen- und schadensbezogenen Risikomanagement.

Anreize für „schadensminderndes“ Verhalten der Versicherten (Private, Unternehmen, Körperschaften, Gemeinden etc.) können u.a. in folgenden Maßnahmen gesehen werden (Sinabell & Trimmel, 2004; S. 36):

- Verpflichtung der Gemeinden sich an den Kosten zu beteiligen, sobald Mittel des Katastrophenfonds ausbezahlt werden,
- angepasste Förderungsbedingungen (Förderungen aus Landesmitteln werden derzeit nur dann für Baudarlehen gewährt, wenn dem Antrag eine Feuerversicherungspolizze beiliegt; eine analoge Vorgangsweise für Naturgefahren wäre denkbar),
- differenzierte Prämiengestaltung je nach Gefährdungsgrad und Vorhandensein von schadensvermeidenden oder schadensreduzierenden Maßnahmen,
- Transparenz der Prämienkalkulation (Nachweis durch das Versicherungsunternehmen, dass die Methodik zur Prämienfindung versicherungsmathematischen Ansprüchen genügt),
- Bewusstseinsbildung durch z.B. regelmäßige Katastrophenübungen in gefährdeten Gebieten, um das Ausmaß der Gefährdung zu kommunizieren,

- gestützte Kredite zur Förderung schadensmindernder Maßnahmen mit hohen einmaligen Investitionskosten (z.B. über die Wohnbauförderung),
- Risikobesichtigungen („Surveys“) zur Überprüfung des Umsetzungsgrades erhaltener Auflagen,
- Gewährung von Förderungen aus Mitteln des Katastrophenfonds zur Schaffung schadensmindernder Maßnahmen,
- analog zu den Energieausweisen könnten für Gebäude bezüglich ihrer Bauweise und Nutzung bzw. ihrer Eignung und Anpassung an bestehende lokale Gegebenheiten in Hinblick auf Naturgefahren spezielle „Objektschutz-Zertifikate“ aus gegeben werden; ein derartiges Zertifikat könnte z.B. als Grundlage für reduzierte Versicherungsprämien oder begünstigte Kreditkonditionen geltend gemacht werden (z.B. Kleindorfer & Kunreuther, 1999).

Situation in Österreich

Aus der Sicht des Ingenieurs sind alpine Naturgefahren als eine Funktion der Eintrittswahrscheinlichkeit eines speziellen Szenarios und der korrespondierenden Schäden (Varnes, 1984) oder umfassender betrachtet – und daher auch Aspekte der Sozialwissenschaften inkludierend – der Folgen der ökonomischen Aktivitäten der Menschheit in Gebirgsregionen zu verstehen (Fuchs et al., 2007a; Raschky, 2008).

Betrachtet man diesen Umstand, so zeigen sowohl theoretische als auch empirische Ergebnisse der Wissenschaft, dass der freie Markt für Risikotransfer in Bezug auf Naturgefahrenereignisse für die Bedürfnisse der Betroffenen nur ungenügend funktioniert bzw. ganz versagt (Kunreuther & Pauly, 2004).

Eine befriedigende Versicherungslösung findet sich derzeit praktisch ausschließlich im Spezialsegment der Versicherung von Industrieunternehmen und dem Großgewerbe. Hier werden durch sogenannte Allrisk-Produkte sowohl benannte Gefahren (Blitzschlag (direkt, indirekt), Sturm, Hagel, Schneeedruck, Steinschlag, Rutschung, Hochwasser, Überschwemmung, Erdbeben) als auch unbenannte Gefahren (z.B. Mure, Lawine etc.), unter der Voraussetzung „plötzlich, unvorhersehbar und nicht beeinflussbar“ abgedeckt.

In der Terminologie der Versicherungen spielt der Begriff des Schadenereignisses eine zentrale Rolle: als Schadenereignis gelten alle Schäden in einem ursächlichen und örtlichen Zusammenhang, die innerhalb eines Zeitraumes von 72 Stunden eintreten:

- ad Hochwasser: vom Zeitpunkt des Eintrittes bis zur Beendigung der die normale Höhe merklich übersteigenden Wasserführung eines stehenden oder fließenden Gewässers,
- ad Überschwemmung: innerhalb von 72 Stunden.

Nicht versichert sind Schäden durch Hochwasser oder Überschwemmungen, die für den gegebenen Versicherungsort vorhersehbar sind. Als vorhersehbar gelten Schäden an Versicherungsorten dann, wenn diese in den letzten z.B. 10 Jahren (entspricht einem HQ_{10} , rückgerechnet ab Schadensdatum) bereits von einem gleichartigen Ereignis betroffen waren.

Als Schäden an den versicherten Sachen, verursacht durch Naturgefahren, verstehen sich Schäden durch

- a) die unmittelbare Einwirkung einer Naturgefahr,
- b) Gebäudeteile oder andere Gegenstände, die durch eine Naturgefahr gegen die versicherten Sachen geworfen werden, sowie

c) nachweislich unvermeidliche Folgeschäden dieses Ereignisses, sofern diese in den Bedingungen des Versicherungsvertrages nicht anderweitig ausgeschlossen sind.

Für den Privatbereich sind aufgrund unterschiedlicher Einflussfaktoren bzw. Interessenslagen derzeit keine Produkte erhältlich, die beide Parteien des Versicherungsgeschäftes, also Versicherer und Versicherungsnehmer, zufriedenstellen würden (Holub & Fuchs, 2009).

Derzeit erfolgt der Abschluss der sogenannten Elementarschadenversicherung auf freiwilliger Basis, sowohl für den Versicherer als auch für den Versicherungsnehmer. Versicherungsschutz für Gebäude und Inventar ist dabei grundsätzlich ohne besondere Risikoprüfung vor Ort für alle Gebiete erhältlich, in bekannterweise gefährdeten Regionen allerdings nur in begrenztem Umfang. Die Standarddeckung bewegt sich derzeit von 3.700 bis 15.000 €, wobei eine Höherversicherung üblicherweise unter Anwendung von Selbstbehalten bis zu einer festgelegten maximalen Versicherungssumme (meist 20.000 €) grundsätzlich möglich ist. Für Hochrisikozonen existiert kein adäquates bzw. nur ein sehr eingeschränktes Angebot, wobei die Konditionen für den Versicherungsnehmer de facto nicht attraktiv sind (relativ niedrige Höchstentschädigungen; hohe Selbstbehalte und hohe Prämie). Nach Pretenthaler & Vettors (2009) beläuft sich die Versicherungsdichte für die Sturmschadenversicherung in Österreich auf ca. 50 %, jene für Hochwasser auf vergleichsweise geringe 10-15 %.

Die Prämiengestaltung erfolgte vor dem Hintergrund ereignisärmerer Perioden und geringer Nachfrage in der Vergangenheit eher unspezifisch. In den Standarddeckungen für die Eigenheim- bzw. Haushaltsversicherung erfolgte daher auch keine gesonderte Prämienkalkulation. Folglich mussten die Schäden aus den Hochwasser-

ereignissen 2002 und 2005 seitens der Versicherungswirtschaft auch ohne gesondert für dieses Risiko vereinnahmte Prämien finanziert werden.

Selbst bei einer Höherversicherung wurden bisher zumeist alle Risiken gleich behandelt. Eine je nach Risikolage differenzierte Prämien-gestaltung erfolgt nur in Ausnahmefällen. Eine gewisse Risikobegrenzung für die Versicherungsträger ist durch ein ereignisbezogenes Höchstschadenslimit, mit der sogenannten Kumulklauseel gegeben. Das Höchstschadenslimit beträgt bei einem Ereignis je nach Versicherungsunternehmen zwischen 365.000 € und 30 Mio. €. Übersteigt die Summe der einzelnen Schäden eines Ereignisses dieses Limit, so werden alle Leistungen entsprechend aliquot gekürzt.

Ein wesentlicher Grund, warum derzeitige Versicherungslösungen nicht mit den Bedürfnissen in Einklang gebracht werden können bzw. versagen, liegt darin, dass das Nachfragemuster in erster Linie vom Grad der Bedrohung abhängt (Jaffee & Russell, 2003; Fuchs, 2009). Dies führt zu einer sogenannten *adversen Risikoselektion* („*adverse selection*“) und damit zur Konterkarierung der Notwendigkeit des Risikoausgleichs in einem Versicherungsbestand. Wenn eine Versicherung vor allem in jenen Gebieten nachgefragt wird, die eine überdurchschnittlich hohe Schadenswahrscheinlichkeit aufweisen, ist ein Ausgleich über weniger exponierte Regionen unmöglich und damit auch die Bildung eines ausreichend großen Risikokollektivs (Weiß, 2008). Wirtschaftlich betrachtet würde daher die Schadenserwartung für ein derart einseitiges Risikokollektiv über dem im Markt erzielbaren Prämienvolumen zu liegen kommen. Auch der asymmetrische Informationsstand bzw. die Tatsache, dass der Versicherungsnehmer über die Risikosituation des eigenen Standortes zumeist wesentlich besser Bescheid weiß, muss bei der Einschätzung des Risikos durch

den Versicherer berücksichtigt werden. Wenn dann auch noch mangelndes Risikobewusstsein hinzukommt, ergibt sich eine zusätzliche schadensrelevante subjektive Gefahrenkomponente („*moral hazard*“).

Generell ist jedoch zu beobachten, dass in vielen Schichten der Bevölkerung die Vorstellung verbreitet ist, dass für nahezu jeden Schaden eine übergeordnete Institution, jedenfalls jemand anderer, „zu haften“ habe. Das Wohltätigkeitsrisiko („*charity hazard*“) beschreibt den Hang eines Individuums, auf den Abschluss einer Versicherung oder anderer Vorsorgemaßnahmen (auch technischen Objektschutz) gänzlich zu verzichten, wenn für den Fall eines Schadensereignisses staatliche Hilfen oder Zuwendungen aus anderen Quellen vorgesehen sind oder erwartet werden können (Raschky und Weck-Hannemann, 2007). Dieser Umstand ist als eine weitere Ursache für das nachfrageseitige Marktversagen zu verstehen und ist umso stärker ausgeprägt, je sicherer sich die Individuen sein können vom Staat entschädigt zu werden und je höher der Anteil des Erwartungsschadens ist, der dadurch gedeckt würde.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein insgesamt zu geringes, auf freiwilliger Basis gebildetes Risikokollektiv, also die geringe Verbreitung von Naturgefahren-Versicherungen, ein mangelndes Gefahrenbewusstsein sowie eine verbesserungsfähige Informationspolitik, fehlende Anreize zu individuellen und kollektiven Präventionsmaßnahmen bzw. risikominimierendem Verhalten dazu führen, dass Hochrisikogebiete derzeit als praktisch nicht versicherbar gelten.

Dieses Marktversagen wird noch verstärkt durch die Interaktion der staatlichen und privatwirtschaftlichen Systeme, die derzeit nicht optimal aufeinander abgestimmt sind. So können staatliche Kompensationsmaßnahmen in der

derzeitigen Handhabung Nachteile für jene verursachen, die sich präventiv um versicherungsmäßigen Risikotransfer bemüht haben. Dies vor allem durch die Tatsache, dass a) die Entschädigungshöhen je nach Bundesland stark variieren (Differenzen von bis zu 100 % möglich) und b) Entschädigungen aus Versicherungsleistungen üblicherweise von Entschädigungen bzw. den „Förderungen“ aus dem Katastrophenfonds in Abzug gebracht werden. Folglich werden durch die derzeit übliche Entschädigungspolitik die Bedürfnisse der Betroffenen, aufgrund der aus deren Sicht ungerechten Verteilung, nicht wirklich abgedeckt. Ein Umstand, den auch Garrett und Sobel (2003) in Hinblick auf die Katastrophenhilfe der FEMA in den USA beobachten konnten. Mangels eines funktionierenden privatwirtschaftlichen Risikotransfers für Naturgefahrenereignisse bei Privathaushalten sind Großereignisse immer auch mit Risiken für den Staatshaushalt verbunden bzw. müssen letztlich von der Allgemeinheit getragen werden.

Ausblick auf künftige Lösungen

Um diesem Zustand künftig entgegenzuwirken, hat die Versicherungswirtschaft mit dem „Modell NatKat“ einen Reformvorschlag für Österreich entwickelt, der die Nachteile der derzeitigen „Quasi-Pflichtversicherung“ von Naturgefahren über das Steuersystem signifikant reduzieren könnte (Pretenthaler & Albrecher, 2009). Dabei soll der staatliche Katastrophenfonds durch eine privatwirtschaftlich abzuschließende Pflichtversicherung entlastet werden. Ein derartiges Obligatorium könnte vor allem zur Eliminierung der *adversen Selektion* (auch Standorte mit geringer Schadenserwartung bilden dabei die Basis für die notwendige Breite der Risikogemeinschaft) beitragen. Weiters wären die Probleme einer zu geringen

Nachfrage, der Administrierung und „gerechter“ Ausschüttung bislang unvermeidlicher staatlicher Hilfsprogramme sowie des Wohltätigkeitsrisikos künftig hinten gehalten. Der Versicherungsnehmer würde in den Genuss aller Vorteile eines privatwirtschaftlichen Versicherungsvertrages kommen, insbesondere des Anspruchs auf Entschädigung, während die Nachteile der bisher meist unzureichenden finanziellen Unterstützungsmöglichkeiten des Staates beseitigt werden könnten.

Zusammenfassend wäre die Rolle der Versicherer in der privatwirtschaftlichen Abwicklung von Versicherungsverträgen zu sehen und zwar unter Berücksichtigung des teilweise neu zu schaffenden gesetzlichen Rahmens, der Gewährung von Versicherungsschutz gegen sozial verträgliche bzw. leistbare Prämien sowie der Leistung im Versicherungsfall.

Die Rolle des Staates bestünde darin, dass der bestehende KatFonds innerhalb dieses Reformvorschlages als Systemobergrenze dienen soll, wobei der KatFonds nur nach vorheriger Leistung der Versicherungswirtschaft für Schadenskompensationen herangezogen werden kann und daher die Haftung durch den KatFonds an den privatwirtschaftlichen Versicherungsvertrag geknüpft ist (d.h. keine Leistung aus dem Fonds ohne Versicherung). Erst bei einer Ereignisüberschreitung würde der KatFonds den Differenzbetrag zwischen einer festgelegten Systemobergrenze der Versicherungswirtschaft (3 Mrd. €) und dem vorliegenden Schaden leisten. Darüber hinaus könnte der KatFonds zur Wiederaufbauhilfe im Falle von gesetzlichen Wiederaufbauverböten (privatwirtschaftlich geregelte Versicherungsleistungen sind ortsgebunden) beitragen.

Um diesen Ansatz zu realisieren müssten nach Pretenthaler & Albrecher (2009; S. 145) folgende Systemmerkmale umgesetzt werden (Modell „NatKat“):

- obligatorische Deckungserweiterung der (privatwirtschaftlichen) Feuer- bzw. Haushaltsversicherung;
- Risikobündelung der Gefahren Überschwemmung, Hochwasser, Vermurung, Lawinen, Erdbeben (ausgenommen sind: Schneedruck, Sturm, Hagel, Felssturz; Steinschlag) in einen Risikopool;
- größere kapazitätsgerechte Gefahrengemeinschaft in Form von:
 - Versicherungsnehmer,
 - Erstrisikoversicherer (haften bis zur Systemobergrenze),
 - Rückversicherer,
 - NatKat-Pool (eigens zu gründender Verein auf Gegenseitigkeit),
 - Staat als Letztversicherer (durch den KatFonds nach KatFG 1996);
- Schaffung eines gesetzlichen Rahmens:
 - Haftung durch den KatFonds geknüpft an privatwirtschaftlichen Vertrag,
 - Wiederaufbauhilfe; Bauverbote sind vorgesehen,
 - sozial optimale Tarifierung wird angestrebt;
- Möglichkeit der Quantifizierung und Identifizierung von Risiken mittels HORA bzw. digitalen GZP;
- Versicherung zu 100% des Neuwerts (VS = 1,38 Bio. € für sämtliche Österreichische Gebäude und deren Inhalt);
- Prämienkalkulation risikodifferenziert nach Zonen
 - 4 Hochwasserrisikozonen nach HORA (HQ_{30r} , HQ_{100r} , HQ_{200r} , HQ_{200}),
 - 5 Erdbebenzonen;
- Systemobergrenze (Jahresschadensbedarf): 3 Mrd. € (Solvency-II-Jährlichkeit von 200a):
 - 300 Mio. € in Eigenbehalt finanzierbar (SB: ca. 60 Mio. €),
 - Differenz von ca. 2,7 Mrd. € durch Rückversicherungsmarkt abgedeckt;
- umverteilende Prämien:
 - reine Durchschnitts-Risikoprämie für beide Gefahren von 0,25‰ (brutto 0,33 ‰) des Versicherungswertes,
 - der Einheitsprämiensatz für Hochwasser und Erdbeben von 0,15‰ bzw. 0,10 ‰ wird mittels Gewichtungsfaktoren verteilt (das Risiko in der risikoreichsten Zone wird relativ günstiger versichert),
 - Selbstbehalt bis zu 2% der Versicherungssumme (nach oben limitiert und risikodifferenziert).

Positive Aspekte des NatKat-Modells wären nach Pretenthaler & Albrecher (2009; S. 144-145) vor allem in der generellen Versicherbarkeit von Naturgefahren zu sehen. Die weitgehende Übernahme der Administrationskosten durch den privatwirtschaftlichen Bereich, die bisher öffentlich getragen wurden, wäre somit gegeben. Weiters könnten Versicherungen verstärkt ihr versicherungstechnisches Know-how einbringen. Durch eine geregelte Koordination der Interaktion von Staat und Privatwirtschaft könnte die Transparenz und Effizienz der Schadenskompensation signifikant verbessert werden. Als weiteres Novum wären die rechtlichen Vorteile für den Versicherungsnehmer – erstmals bestünde ein Anspruch auf Entschädigung z.B. auch als Mittel zur Kreditsicherung – anzuführen. Die aus den Maßnahmen resultierende verbesserte Risikowahrnehmung sowie klarere Anreizstrukturen für Präventionsmaßnahmen hätten nicht zuletzt einen positiven Effekt auf den Verkehrswert von Immobilien.

Allerdings geben Pretenthaler & Albrecher (2009; S. 146-147) auch kritische Aspekte zu bedenken. So müsste die rechtliche Basis zum Funktionieren des Modells erst geschaffen werden bzw. müsste in das bestehende Versiche-

rungsrecht eingegriffen werden. Mit der obligatorischen Anknüpfung des Naturgefahrenpaketes an bestehende Versicherungen würde die bestehende Vertragsfreiheit, z.B. in der Feuerversicherung, eingeschränkt. Obwohl die Risikobündelung mehrerer Gefahren Vorteile hinsichtlich der Versicherbarkeit von Risiken mit sich bringen würde, bezieht sich die obligatorische Deckungserweiterung grundsätzlich auf diejenigen Versicherungsnehmer, die bereits eine Feuerversicherung abgeschlossen haben, weshalb auch die Anknüpfung der Versicherung an das tatsächliche Risiko verzerrt würde. Dabei wäre noch zu prüfen, ob Österreich durch die obligatorische Kontrahierung gemeinschaftsrechtliche Regeln zur Wettbewerbsfreiheit verletzt. Unter Hinweis auf das öffentliche Interesse an einem funktionierenden Kompensationsmechanismus aufgrund des relativ großen Bevölkerungsanteils, der in der Risikozone HQ_{30} lebt, bestünden im Streitfall jedoch gute Erfolgsaussichten auf Einigung. Durch die Risikobündelung könnte eine Reduktion der Produktdifferenzierung seitens der Versicherer stattfinden, wobei zusätzliche Maßnahmen nötig wären, um gravierende Wettbewerbsbeschränkungen durch die obligatorische Deckungserweiterung zu verhindern. Weiters ist eine Tendenz zu nicht marktgerechten Einheitsprämien denkbar. Dieses Wettbewerbshemmnis muss insbesondere in den Hochrisikozonen befürchtet werden und könnte volkswirtschaftliche Ineffizienz zur Folge haben. Nicht zuletzt könnte eine weitreichende zonenspezifische Prämiendifferenzierung, die Anreize für potenzielle Hochwasseropfer schafft, in weniger hochwassergefährdete Zonen zu ziehen, laut Verhaltensökonomie zu einem Verteilungsproblem führen, wenn die Möglichkeit des Wegzugs aus den Risikozonen ausschließlich auf die finanzstarke Bevölkerungsschicht beschränkt ist. Auch könnten Probleme dadurch auftreten, dass durch mögliche Differenzen zwischen dem

Verkehrswert und dem Neubauwert Hochwassergeschädigten im Falle eines Wiederaufbauverbots finanzielle Verluste entstehen können, wenn der Verkehrswert in der Risikozone höher ist/war als es der Neubauwert in den Wiederaufbaugebieten wäre. Sinnvollerweise sollte daher eine zusätzliche staatliche Wiederaufbauhilfe an den privatwirtschaftlichen Versicherungsvertrag anknüpfen, so wie auch derzeit Absiedlungsprojekte aus dem KatFonds gefördert werden (Pretenthaler & Albrecher, 2009).

Ein weiterer Ansatz, wie eine Lösung der Versicherungsproblematik in Bezug auf Elementarschäden aussehen könnte, ist in Abb. 1 schematisch dargestellt (Holub und Fuchs, 2009). Legt man den Überlegungen ein 150-jährliches Bemessungsereignis zugrunde, so sind etwa 50% aller Gebäude der Ostalpen außerhalb von ausgewiesenen Gefahrenzonen situiert (Fuchs et al., 2004; Keiler, 2004). Die verbleibenden Gebäude kommen innerhalb der roten Gefahrenzone (5%), der gelben Gefahrenzone (25%) und den jeweils direkt angrenzenden Zonen innerhalb eines 10-Meter-Puffers (jede Pufferzone ca. 10%) zu liegen. Mit zunehmender Entfernung zu jenen Zonen die Naturgefahrenprozessen ausgesetzt sind, reduzieren sich die Lasteinwirkungen in Bezug auf Druck bzw. Ablagerungshöhen. Demzufolge wären auch die Sachwerte geringer exponiert. Als logische Konsequenz aus den unterschiedlichen Gefährdungsklassen könnten die Versicherungsprämien gegen Elementarschäden entsprechend dem Gefährdungsgrad bzw. der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von dem Bemessungsereignis ebenfalls abgestuft werden. Ergänzend könnte bei der Kalkulation einer risikogerechten Versicherungsprämie berücksichtigt werden, ob am betroffenen Objekt technische Objektschutzmaßnahmen implementiert wurden. Aus diesem Umstand heraus könnte das Risikobewusstsein bzw. eine Sensibilisierung gegen-

über angepasster Nutzung und entsprechendem Verhalten deutlich erhöht werden. Wäre eine Versicherung gegen Elementarschäden nicht obligatorisch, so könnten die korrespondierenden Prämien entsprechend der Vorschläge in (1a) und (1b) abgestuft werden.

Wird einem sich auf einem Schwemmkegel befindlichen Objekt ein durchschnittlicher Wert von ca. 300.000 € unterstellt (Fuchs et al., 2007b), so würde sich die jährliche Prämie für Objekte in der roten Gefahrenzone ohne Objektschutz auf 2.100 €, mit Objektschutzmaßnahmen auf 1.050 € belaufen. In Analogie dazu würde die jährliche Prämie für Objekte in der gelben Gefahrenzone ohne Objektschutz 1.050 €, mit Objektschutzmaßnahmen nur 480 € betragen. Für Objekte die weder in der roten oder gelben

Gefahrenzone noch in den angrenzenden Pufferzonen sind, wären ohne Objektschutz 240 €, mit Objektschutz 150 € jährlich an Prämienzahlungen zu leisten. Im Gegensatz dazu würden sich bei einem Versicherungsobligatorium die jährlichen Belastungen ohne Objektschutz auf 150 € pro Objekt (2a), mit technischem Objektschutz auf lediglich 60 € belaufen (2b). Größenordnungen von ca. 60 € für Prämien im Rahmen eines Obligatoriums zur Versicherung gegen Naturgefahren wurden mittlerweile auch mehrfach in der Versicherungswelt publiziert (z.B. Versicherungsjournal, 2010).

Würde ein derartiges System abgestuft und somit risikogerechter Prämiensätze implementiert werden, könnte die Problematik der adversen Selektion sowie des moralischen Risikos

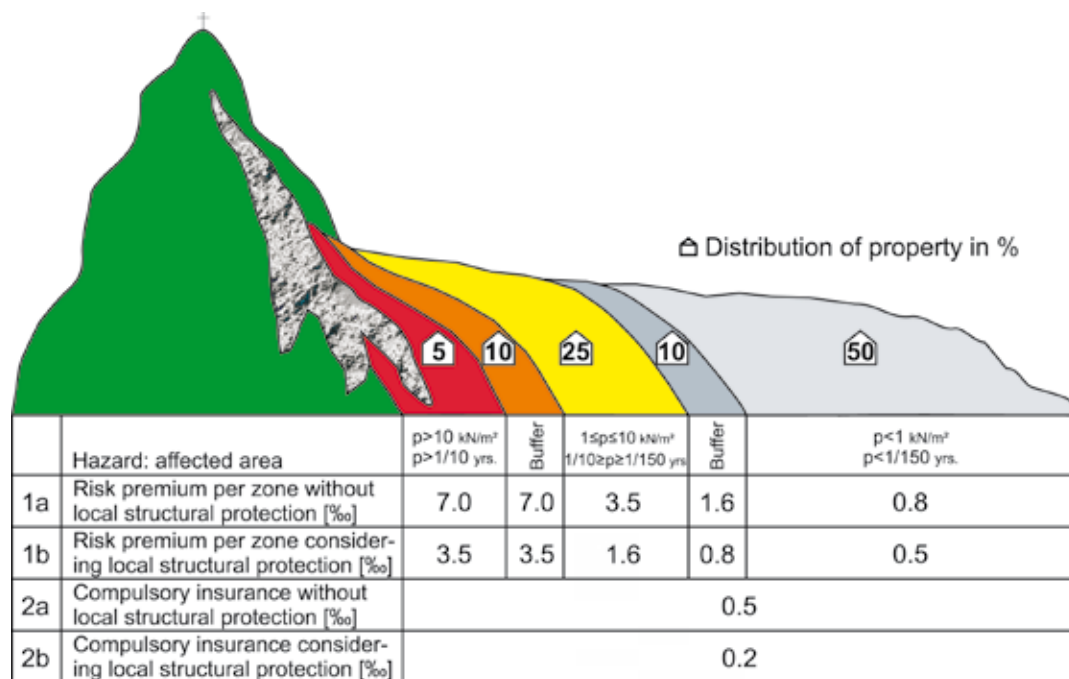


Abb. 1: Entwicklung der Risikoprämien in Abstufung des Gefährdungsgrades (modifiziert nach einer Grafik von Swiss Re, 1998, und an alpine Verhältnisse angepasst). Die prozentuale Verteilung der Sachwerte entstammt Untersuchungen von Fuchs et al. (2005) und Keiler et al. (2006).

Fig. 1: Development of risk premiums if property insured is successively less exposed (modified from a sketch in Swiss Re, 1998, and adapted to mountain hazards). The percentile distribution of property was taken from estimates outlined in Fuchs et al. (2005) and Keiler et al. (2006).

deutlich reduziert werden. Auch die Entschädigung von Naturgefahrenschäden wäre wesentlich transparenter und gerechter als mit heutigen Mitteln möglich. Um dieses System zu ermöglichen, müssten jedoch die Informationen zu Gefahr und Risiko den beteiligten Stakeholdern zielorientiert zur Kenntnis gebracht werden.

Schlussbemerkung

Risikomanagement in Bezug auf Naturgefahren ist untrennbar mit den Mechanismen des Risikotransfers verbunden. Diese sollten allerdings stets mit ökonomischen Anreizen zu schadensminimierendem Verhalten verknüpft sein. Demzufolge sollte das derzeit übliche System der Entschädigung von Schäden aus Naturgefahren, das sich vornehmlich über Leistungen aus dem Katastrophenfonds definiert, dringend an die heutigen Gegebenheiten und Bedürfnisse angepasst werden. Dazu zählt vor allem die Etablierung eines funktionierenden Risikotransfers in Form von attraktiven Versicherungslösungen auch für Privathaushalte in Hochrisikozonen. Vielversprechend ist hier die Versicherung sämtlicher Naturgefahrenprozesse in einem Paket in Verbindung mit einem Versicherungsobligatorium. Dazu müssten jedoch zunächst die gesetzlichen Grundlagen geschaffen werden. Ein Public Private Partnership bietet hier die besten Voraussetzungen, um die Versicherbarkeit von Naturgefahren in Österreich signifikant zu erhöhen. Somit könnte das derzeitige Entschädigungswesen reformiert und damit einhergehend die öffentliche Hand entlastet werden. Modelle hierzu wurden von der Österreichischen Versicherungswirtschaft bereits ausgearbeitet und würden dem Bürger zusätzlich einen Rechtsanspruch auf Entschädigung für Schäden aus Naturgefahren gewährleisten.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Markus Holub
RiskConsult, Sicherheits- und
Risikomanagementberatung GmbH
Engelsberggasse 4/2a
1030 Wien, Österreich
Tel. +43 1 5321308-0
Fax: +43 1 5321308-10
E-Mail: m.holub@riskconsult.at

DI Heimo Gruber
RiskConsult, Sicherheits- und
Risikomanagementberatung GmbH
Engelsberggasse 4/2a
1030 Wien, Österreich
Tel. +43 1 5321308-0
Fax: +43 1 5321308-10
E-Mail: h.gruber@riskconsult.at

PD Dr. Sven Fuchs
Institut für Alpine Naturgefahren,
Universität für Bodenkultur
Peter Jordan Str. 82
1190 Wien, Österreich
Tel: +43 1 47654 4373
E-Mail: sven.fuchs@boku.ac.at

Literatur / References:

FUCHS, S., BRÜNDL, M., and STÖTTER, J.: Development of avalanche risk between 1950 and 2000 in the municipality of Davos, Switzerland, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4(2), 263-275, 2004.

FUCHS, S., HEISS, K., and HÜBL, J.: Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7(5), 495-506, 2007a.

FUCHS, S., THÖNI, M., MCALPIN, M., GRUBER, U., and BRÜNDL, M.: Avalanche hazard mitigation strategies assessed by cost effectiveness analyses and cost benefit analyses – Evidence from Davos, Switzerland, *Natural Hazards*, 41(1), 113-129, 2007b.

FUCHS, S.:
Susceptibility versus resilience to mountain hazards in Austria – Paradigms of vulnerability revisited, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), 495-506, 2009.

GARRETT, T., and SOBEL R.:
The political economy of FEMA disaster payments, *Economic Inquiry*, 41(3), 496-509, 2003.

GfK Austria:
Führen aktuelle Naturkatastrophen zum Boom bei Versicherungsabschlüssen? Pressemeldung der GfK Austria GmbH, Wien, 5. August 2009.

HAX in:
Zweifel, P., Eisen, R.: *Versicherungsökonomie*, Springer-Verlag, Berlin, 2000.

HOLUB, M., FUCHS, S.:
Mitigating mountain hazards in Austria – Legislation, risk transfer, and awareness building, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 523-537, 2009.

HOLUB, M., and HÜBL, J.:
Local protection against mountain hazards – State of the art and future needs, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(1), 81-99, 2008.

HÜBL, J; KEILER, M; FUCHS, S.:
Risikomanagement für alpine Naturgefahren, *Wildbach- und Lawinenverbau*, 73. Jg., H. 163, 60-74, 2009.

JAFFEE, D., and RUSSELL T.:
Markets under stress: The case of extreme event insurance, edited by Arnott, R., Greenwald, B., Kanbur, R., and Nalebuff, B., *Economics for an imperfect world*, Cambridge, MIT Press, 35-52, 2003.

KARTEN, W.:
Zum Problem der Versicherbarkeit und zur Risikopolitik des Versicherungsunternehmens – Betriebswirtschaftliche Aspekte, *ZVersWiss* 61 (1972), 279-299, 1972.

KEILER, M.: Development of the damage potential resulting from avalanche risk in the period 1950-2000, case study Galtür, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4(2), 249-256, 2004.

KLEINDORFER, P., Kunreuther, H.: The complementary roles of mitigation and insurance in managing catastrophic risks, *Risk Analysis*, 19(4), 727-738, 1999.

KUNREUTHER, H., PAULY, M.: Neglecting disaster: Why don't people insure against large losses? *Journal of Risk and Uncertainty*, 28(1), 5-21, 2004.

PRETTENTHALER, F., VETTERS, N.:
Status quo des Risikotransfersystems für Naturgefahren in Österreich, In: Pretenthaler, F., Albrecher, H., (Hg.), *Hochwasser und dessen Versicherung in Österreich*, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, ISBN 978-3-7001-6753-2, S. 14-28, 2009.

PRETTENTHALER, F., ALBRECHER, H.:
Hochwasser und dessen Versicherung in Österreich. Evaluierung und ökonomische Analyse des von der Versicherungswirtschaft vorgeschlagenen Modells NatKat, *Studien zum Klimawandel in Österreich*, Band III, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Wien, 2009.

RASCHKY, P., and WECK-HANNEMANN, H.:
Charity hazard – A real hazard to natural disaster insurance? *Environmental Hazards*, 7(4), 321-329, 2007.

RASCHKY, P.:
Institutions and the losses from natural disasters, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(4), 627-634, 2008.

SINABELL, F., und TRIMMEL, S.:
Ökonomische Analyse von schadensmindernden Maßnahmen im Hochwasserschutz, *Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung*, 2004.

VARNES, D.:
Landslide hazard zonation: A review of principles and practice. Paris, UNESCO, 60 pp., 1984.

VERSICHERUNGSJOURNAL:
Naturgefahren: Pflichtversicherung zum kleinen Preis? www.versicherungsjournal.at/mehr.php?Nummer=3586, Markt und Politik vom 23.3.2009.

WEISS, R.:
Versicherbarkeit von Naturkatastrophenschäden, edited by Kerschner, F., *Handbuch Naturkatastrophenrecht*, Wien, Manz, 313-420, 2008.

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



HOBAS®

HOBAS Rohre GmbH

Wietersdorf
9373 Klein St. Paul | Austria
T +43.4264.28 52.0
F +43.4264.28 52.39
www.hobas.at

GF-UP Rohrsysteme

Mittendorfer

BETON

www.mittendorfer.at

tel.: 07612 / 89 9 91

HERBERT HEINDL, HELMUT CZERNY, BERNHARD WEICHLINGER

Das Sicherheitskonzept für Talsperren im Kontext der Staubeckenkommission

The safety concept for large dams by the Austrian Dam Commission

Zusammenfassung:

Absperrbauwerke von Stauanlagen begrenzen einen definierten Speicherraum, von dem ein bestimmtes Gefährdungspotenzial ausgeht. Aufgrund der unterschiedlichen Interessen in Verbindung mit solchen Anlagen, hat ein durchgängiges, schlüssiges Sicherheitskonzept im Sinne der Risikominimierung (öffentliche Sicherheit) oberste Priorität. Die Notwendigkeit dafür lässt sich aus immer wiederkehrenden Zwischenfällen und Unfällen - auch in der jüngsten Vergangenheit - ableiten.

Der rechtliche Rahmen betreffend die Talsperrensicherheit wird durch das Wasserrechtsgesetz 1959 i.d.g.F. (WRG) vorgegeben, der in technischer Hinsicht durch die Beschlüsse und Richtlinien der Staubeckenkommission und weitere Regelungen ergänzt wird.

Das Sicherheitskonzept im wasserrechtlichen Behördenverfahren umschließt die „Lebensabschnitte“ einer Anlage, beginnend mit dem Entwurf und der Planung, über Errichtung, Betrieb und Unterhalt/Erneuerung, bzw. der Wiederverleihung von Wasserrechten bis hin zum Erlöschen des Wasserrechtes. Im Sinne der Gesamtsicherheit einer Anlage werden drei wesentliche Säulen unterschieden: 1. die konstruktive Sicherheit (Planung und Umsetzung), 2. eine umfassende Überwachung (Eigen- und Fremdüberwachung) und 3. die vorausschauende Planung für Notfälle (Störfallszenarien und Alarmplan). Der Erfolg eines Konzeptes liegt allerdings in dessen erfolgreicher Umsetzung. Eine wesentliche Voraussetzung für die Sicherheit von Talsperren liegt, alle technischen und sicherheitstechnischen Belange betreffend, im Fach- und Spezialwissen erfahrener Experten, das es bestmöglich und verantwortungsvoll zu erhalten gilt.

Summary:

Dams in the context of barrages are limited to a defined storage, which poses a defined danger potential. Based on the differences of interests related to those constructions, a consistent and convincing concept takes first priority (public safety) in terms of minimizing risk. The necessity therefore is derivable from recurring incidents and accidents also over the recent past. The legal framework concerning dam safety is stated by the Austrian Water Law 1959, technically supported by resolutions and guidelines of the Austrian Dam Commission and others. The Safety Concept in the water law proceedings covers “the stages of life” of a barrage, starting from concept and design via construction and operation, maintenance and renewal, extension of water rights through to the termination of water rights. In terms of comprehensive safety, three substantial pillars have to be distinguished: 1) constructive safety (design and implementation), 2) a widespread supervision (internal and external) and 3) long term emergency strategy (failure scenarios and emergency preparedness plan). The success of a concept depends on the successful realization. One fundamental requirement of dam safety, concerning technical and safety aspects, lies in knowledge and special know-how of experienced experts, which should be maintained best possible and responsible-minded.

1. Einleitung

Talsperren begrenzen einen bestimmten Speicherraum, von dem im gefüllten Zustand (= potenzielle Energie), in Abhängigkeit von Stauinhalt, Höhe des Absperrbauwerks und topografischer Lage ein bestimmtes Gefährdungspotenzial ausgeht. Im Falle des unkontrollierten Freiwerdens des Speichers sind verheerende Folgen (Menschenleben, Wirtschaftsgüter, Umwelt) wahrscheinlich. Einige Unfälle in der Vergangenheit, wie beispielsweise Vega de Tera in Spanien 1959, Malpasset/Frejus in Südfrankreich 1959 oder Vajont/Longarone in Norditalien 1963 und viele kleinere, belegen dies eindrucksvoll. Die jüngsten Ereignisse aus dem Jahr 2010, die bedauerlicher Weise auch Menschenleben forderten (Dammbrüche in Polen und Ungarn) sind noch in Erinnerung.

Auch wenn Österreich von größeren Katastrophen im Zusammenhang mit Sperrbauwerken verschont geblieben ist, so gab es doch auch bei uns immer wieder Ereignisse und Vorfälle

(z.B. Hippingerbach, 1991, Schlesinger Teich, 1997, Ramingstein, 1998), die zum Glück glimpflich ausgegangen sind.

Bereits Lanser (1960) nennt die Ursachen von Talsperrenkatastrophen im Zusammenhang mit folgenden Mängeln:

- Verstoß gegen die Regeln der Bautechnik
- Änderungen der Planung durch geänderte Zuständigkeiten bzw. Planerwechsel
- Zu geringe Dimensionierung der Hochwasserentlastungsanlagen
- Sparsamkeit, Gewinnsucht
- Vernachlässigung der Erhaltung und Kontrolle
- Fehlen behördlicher Aufsicht

Abbildung 1 zeigt das gesteigerte Risikoempfinden im Fall eines Hochwasserereignisses und den darauffolgenden raschen Rückgang des Risikobewusstseins nach einem Ereignis. Auch wenn das Risiko im Fall einer Stauanlage nicht als konstant innerhalb ihrer Lebensdauer angesetzt werden

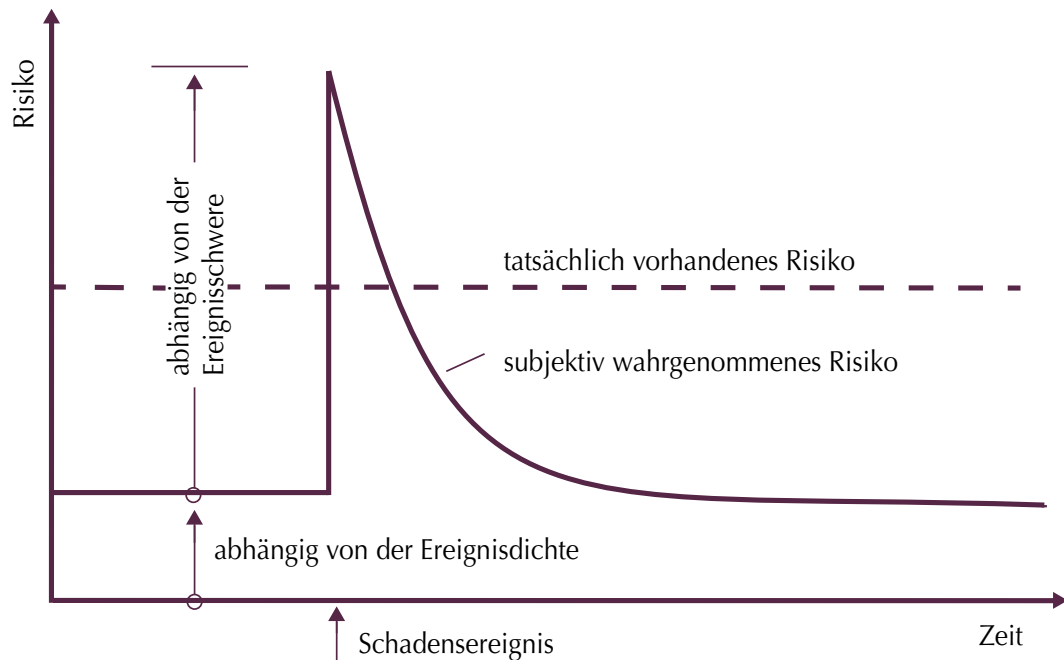


Abb. 1: „Vergessenskurve“ in Bezug auf Hochwasserereignisse (nach Schmidtke, 2004)

Fig. 1: Loss-curve in terms of flood events (by Schmidtke, 2004)

kann, so ist dies doch ein anschauliches Beispiel für die menschliche Wahrnehmung.

Gelingt es einer Gesellschaft (Betreiber, Behörden, Öffentlichkeit) auch ohne häufige und dramatische Ereignisse das Risikobewusstsein hoch zu halten, so trägt dieses Bewusstsein auf allen Ebenen (Planung, Bau, Betrieb, Notfall) entscheidend zur Reduktion des verbleibenden Risikos bei.

Stauanlagen stehen aufgrund ihrer gesellschaftlichen Relevanz in einem gewissen Spannungsfeld, in dem der Nutzen der Anlage (Energiegewinnung, Schutzfunktion, Trinkwasserspeicherung, Schifffahrt, Erholung, etc.) dem Gefährdungspotenzial durch die Anlage (Menschenleben, Wirtschaftsgüter, Umwelt) gegenübersteht. Auch die Regelungen des Wasserrechtsgesetzes (WRG) sind nicht frei von diesem Spannungsfeld (Sicherheit im öffentlichen Interesse – möglichst vollständige Ausnutzung der Wasserkraft – Anforderungen im Sinne der ökologischen Funktionsfähigkeit).

Der Grundstein um fachlich kompetent (potent), wachsam und flexibel auf (neue) Herausforderungen eingehen zu können, wurde mit der Gründung der Staubeckenkommission gelegt. Jedenfalls gilt es, die menschenmöglichen Anstrengungen zu unternehmen, um eine größtmögliche Sicherheit der Talsperren zu erreichen (Melbinger, 1991).

Dementsprechend besteht hier Regulierungsbedarf für Planung, Bau, Betrieb und für den Notfall. Der Grundstein um fachlich kompetent (potent), wachsam und flexibel auf (neue) Herausforderungen eingehen zu können, wurde mit der Gründung der Staubeckenkommission gelegt. Jedenfalls gilt es, die menschenmöglichen Anstrengungen zu unternehmen, um eine größtmögliche Sicherheit der Talsperren zu erreichen (Melbinger, 1991).

2. Die Staubeckenkommission

2.1 Rückblick

Die Staubeckenkommission wurde 1916 als Antwort auf den Dammbbruch an der Weißen Dese (Isergebirge) im heutigen Tschechien ins Leben

gerufen. Aufgrund eines gesteigerten Bewusstseins, betreffend das Gefährdungspotenzial von Stauanlagen, wollte man durch die gezielte und offizielle Prüfung von Projekten, weiteren Katastrophen vorbeugen und die Sicherheit von Talsperren in den Vordergrund rücken. Das gilt natürlich auch heute und zukünftig.

Die Staubeckenkommission besteht aus einem Gremium anerkannter Fachleute und Experten aus folgenden talsperrenrelevanten Fachgebieten: Geologie, Bodenmechanik, Felsmechanik, Statik und Sperrtechnik, Dammbau, Betontechnologie, Injektionstechnik, Erdbebenkunde, Hydrologie, Hydraulik, Wasserbau, Wasserwirtschaft, Maschinenbau, Messtechnik.

Ausgelöst durch die schweren Unglücksfälle (Vega de Tera, 1959, Malpasset, 1959 und Vajont, 1963) wurde – unabhängig von der Prüfung der Projekte – der Stellenwert einer vom Betreiber unabhängigen Überwachung für die Talsperrensicherheit erkannt. Daraufhin wurde innerhalb der Kommission eine ständige Expertenkommission – in Form des Unterausschusses „Talsperrenüberwachung“ der Staubeckenkommission – zur regelmäßigen Überwachung der großen Stauanlagen gegründet.

2.2 Allgemein

Die Staubeckenkommission ist eine Einrichtung im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, für die fachliche Begutachtung der sich auf Staubeckenanlagen und Talsperren beziehenden technischen Fragen im Zuge oder außerhalb eines wasserrechtlichen Verfahrens (§100 Abs. 3, WRG 1959). Die Zusammensetzung, Bestellung und Tätigkeit der Kommission wird durch die Staubeckenkommissions-Verordnung (BGBl. 1985/222) näher geregelt. Die Mitglieder und Sachverständigen der Staubeckenkommission üben ihre Tätigkeiten ehrenamtlich aus.

Bisher wurden durch die Staubeckenkommission folgende Beschlüsse und Stellungnahmen zur Präzisierung von Rechtsakten gefasst:

- Stellungnahme zur Frage der Talsperrenüberwachung und Talsperrensicherheit (1964)
- Modifizierte Stellungnahme zur Frage der Talsperrenüberwachung und Talsperrensicherheit (1978)
- Stellungnahme zur Talsperrenüberwachung – Grundsätzliches, gegenwärtige Situation der Eigenüberwachung (1992)
- Beschluss betreffend Anforderungen an den Talsperrenverantwortlichen (1998)
- Beschluss betreffend Schulung des mit der Überwachung der Talsperren befassten Personals (1998)
- Beschluss betreffend Talsperrenüberwachung in den Bundesländern (1998)
- Grundsatzbeschluss betreffend die Prüfung bzw. Überwachung besonderer Stauanlagen – „kleine Stauanlagen“ (1999)
- Grundsatzbeschluss betreffend die Überwachung der großen Talsperren in drei Ebenen (2000)
- Beschluss betreffend die Aufgaben der Bundesverwaltung zur langfristigen Gewährleistung der Talsperrensicherheit (2002)
- Beschluss betreffend die Festlegung der im WRG normierten „Höhe über Gründungssohle“ (2010)

Um die Bemessung von Stauanlagen nach einheitlichen Kriterien durchzuführen und gewisse Mindeststandards zu definieren, wurden seitens der Staubeckenkommission Richtlinien und Leitfäden erarbeitet:

- Richtlinie zum Nachweis der Standsicherheit von Staudämmen, Mai 1996
- Richtlinie über die Erdbebenberechnung von Talsperren, Band 1–6, 1996–2001

- Leitfaden zum Nachweis der Hochwassersicherheit von Talsperren (Beschluss Februar 2007)
- Leitfaden betreffend die Anforderungen an „zentrale Warten“ beim Betrieb von Stauanlagen (Beschluss Dezember 2007)
- Leitfaden über Anforderungen an Stauanlagenverantwortliche von „kleinen Stauanlagen“ (Beschluss 2008)

2.3 Einbindung der Staubeckenkommission

Wird ein Projekt bei der zuständigen Wasserrechtsbehörde (BMLFUW, Ämter der Landesregierungen bzw. Bezirksverwaltungsbehörde) eingereicht (Projektsantrag), so überprüft die Wasserrechtsbehörde das Projekt unter anderem auf entgegenstehende öffentliche Interessen und auf die Zuständigkeit der Staubeckenkommission.

Diesbezüglich schreibt der §104 Abs 3, WRG 1959 im Zuge der vorläufigen Überprüfung vor, dass bei der Bewilligung von Talsperren und Speichern (Flusskraftwerke ausgenommen), deren Höhe über Gründungssohle 15m übersteigt oder durch die eine zusätzliche Wassermenge von mehr als 500.000m³ zurückgehalten wird, ein Gutachten der Staubeckenkommission einzuholen ist.

Zur Definition der „Höhe über Gründungssohle“ präzisiert der Beschluss der Staubeckenkommission (April 2010): „Die Staubeckenkommission stellt aus fachlicher Sicht fest, dass für die Anwendung des Höhenkriteriums nach dem Wasserrechtsgesetz 1959 § 23 a (1), § 100 (3) lit. d, § 104 (3), § 134 (7) der Höhenunterschied zwischen höchstem Punkt der Sperrenkronen und tiefstem Punkt der Gründungssohle im maßgebenden Querschnitt der Sperre anzusetzen ist. Wenn Zweifel über die Abgrenzung des Sperrkörpers und damit über den tiefsten Punkt der Gründungssohle bestehen (z.B. bei Vorschüttun-

gen zur Geländegestaltung), wird die Beziehung eines mit den speziellen Fragen des Dammbaus bzw. der Talsperrenstatik besonders vertrauten und erfahrenen Sachverständigen zur Feststellung der maßgebenden Höhe für erforderlich erachtet. Bei dieser Feststellung des in statisch konstruktiver Hinsicht erforderlichen Querschnittes sind auf der sicheren Seite liegende Materialkennwerte in Ansatz zu bringen.“

Ebenso ist von den Wasserrechtsbehörden im Zuge eines wasserrechtlichen Verfahrens nach §3 der Staubeckenkommissions-Verordnung, BGBl. 1985/222 zur Beurteilung von Staubeckenanlagen und Talsperren gemäß §2 Z1 ein Gutachten der Kommission einzuholen, wenn besondere Gründungsverhältnisse, ungewöhnliche Bauweisen oder besondere Beanspruchungen vorliegen (Ausnahme: Gefahr in Verzug). Ob diese Voraussetzungen im Einzelfall vorliegen, entscheidet im Zweifelsfall der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.

Die mündliche Wasserrechtsverhandlung unter dem Beisein der Parteien im Verfahren findet ohne unmittelbare Beteiligung der Staubeckenkommission statt, wobei eine Beziehung der Referenten der Staubeckenkommission im Sinne der Qualität (Kontinuität) des Projekts empfohlen wird. Der Bewilligungsbescheid wird von der zuständigen Behörde ausgestellt, wenn die Voraussetzungen zur Wahrung öffentlicher Interessen und privater Rechte, unter Berücksichtigung der im Bescheid näher definierten Auflagen als gegeben angenommen werden können.

Im Rahmen der Bauausführung sind die im Bescheid angeführten Maßnahmen für Bau, Überwachung und Kontrolle sowie die Dokumentation der projektgemäßen Ausführung und der geringfügigen Änderungen zu erfüllen. Eine Einbeziehung der mit dem Projekt befassten Referenten der Staubeckenkommission im weiteren

wasserrechtlichen Verfahren bzw. die Vorschreibung einer wasserrechtlichen Bauaufsicht wäre jedenfalls, im Sinne der Kontinuität, von Vorteil. Nach Fertigstellung des Projekts wird eine (Vor-)Überprüfung der Anlage unter „erleichterten“ Bedingungen empfohlen (sofern dies möglich ist). Dabei wird üblicherweise ein speziell auf diesen Fall abgestimmtes Mess- und Beobachtungsprogramm eingehalten und das Sperrenverhalten bzw. das Verhalten der Stauraumumrahmung (Sperrenvorland, Speichereinhänge) dokumentiert und analysiert.

Während des wasserrechtlichen Endüberprüfungsverfahrens überprüft die Behörde die bewilligungsgemäße Ausführung der Anlage und ob die Voraussetzungen für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb gegeben sind. Geringfügige Abweichungen vom Bewilligungsprojekt können im Rahmen des Endüberprüfungsverfahrens mitbewilligt werden. (Im Rahmen der Endüberprüfung erkannte „über das geringfügige Maß“ hinausgehende Abweichungen müssen einem gesonderten wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren unterzogen werden.) Danach geht die Anlage in den „Normal“-Betrieb über.

Alle fertiggestellten großen Stauanlagen werden periodisch (im Abstand von maximal 5 Jahren) einer Vor-Ort-Überprüfung durch den Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“ der Staubeckenkommission unterzogen (im Auftrag der Wasserrechtsbehörde).

Gemäß § 23a und § 131 WRG kann der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft die Talsperren und Speicher, deren Höhe über Gründungssohle 15m übersteigt oder durch die eine zusätzliche Wassermenge von mehr als 500.000m³ zurückgehalten wird (und die daher zwingend einen Talsperrenverantwortlichen gemäß §23 a WRG 1959 benötigen), in Zeitabständen von nicht mehr als 5 Jahren unter Befassung der Staubeckenkommissi-

on auf ihre Stand- und Betriebssicherheit überprüfen. (siehe Kap. 2.2 Fremdüberwachung)

Betreffend alle Talsperren und Speicher unter 15m Höhe oder mit weniger als 500.000m³ Inhalt sowie für Flusskraftwerke besagt § 134 Abs. WRG, dass soweit dies im Interesse der allgemeinen Sicherheit notwendig erscheint (erhebliches Gefährdungspotenzial), die Wasserrechtsbehörde – mit Bescheid – die Anwendung des § 23a betreffend Talsperrenverantwortliche und des § 131 Abs. 1 betreffend Aufsichtsbestimmungen vorschreiben kann (Einzelfallbeurteilung).

Läuft bei bestehenden Anlagen aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters das erworbene Wasserrecht ab, so ist rechtzeitig um eine Wiederverleihung des Wasserrechtes anzusuchen. Wiederverleihungsverfahren sind grundsätzlich wie Neubewilligungen zu behandeln, weshalb von der zuständigen Wasserrechtsbehörde, unter den o.g. Kriterien, ein Gutachten der Staubeckenkommission einzuholen ist.

2.4 Aufgaben der Staubeckenkommission gemäß Staubeckenkommissions-Verordnung

Aufgaben sind

- technische und technisch-wirtschaftliche Begutachtung von Entwürfen für den Bau neuer bzw. für die Abänderung bestehender oder im Bau befindlicher Staubeckenanlagen und Talsperren,
- Erstellung und Publikation von Richtlinien und Leitfäden,
- Sammlung, Evidenzhaltung und Prüfung von Unterlagen über den Zustand österr. Staubeckenanlagen und Talsperren und ggf. Vorschläge zu Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen,
- Klärung grundlegender spezifischer technischer Fragestellungen (Arbeitsgruppen).

2.5 Aufgaben des Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“ der Staubeckenkommission:

- 5-Jahresbegutachtungen durch den Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“ (vor Ort),
- Prüfungen aus besonderem Anlass,
- Rückkopplung zur Staubeckenkommission (jährliche Berichterstattung).

3. Rechtlicher Rahmen

Den rechtlichen Rahmen für die Talsperrensicherheit, die Staubeckenkommission sowie die damit verbundene Sicherheitsphilosophie bilden übergeordnet das Wasserrechtsgesetz 1959 i.d.g.F., die Staubeckenkommissions-Verordnung 1985, die Beschlüsse der Staubeckenkommission sowie Richtlinien und Leitfäden der Kommission, die eine Konkretisierung der übergeordneten Vorgaben darstellen. Zusätzlich finden u.a. das UVP-Gesetz 2000, die Störfallinformations-Verordnung und weitere Gesetze ihre Anwendung.

Folgende Grundprinzipien lassen sich aus dem WRG ableiten:

- Besondere Bedeutung genießt die Sicherheit der Bevölkerung, im Sinne der Wahrung öffentlicher Interessen.
- Weiters dürfen fremde Rechte nicht beeinträchtigt werden.
- Das Betätigungsfeld im Talsperrensektor ist vielfältig und laufend Veränderungen bzw. neuen Erkenntnissen unterworfen, die einer zeitgerechten Anpassung der Anlagen und der Überwachungseinrichtungen an den „Stand der Technik“ bedürfen.
- Auch Stauanlagen unterliegen einem Alterungsprozess. Besonderes Augenmerk gilt der Instandhaltung bzw. gegebenenfalls nötigen Anpassungen und Erneuerungen.
- Vorsorgemaßnahmen und Planungen für Notfälle sind zu treffen.

4. Das Sicherheitskonzept

Die Staubeckenkommission versteht sich als Teil des Sicherheitskonzeptes, der ausgehend von der Konzentration an Fachleuten und Fachwissen und unter Berücksichtigung des rechtlichen Rahmens, die Voraussetzung für die bestmögliche Umsetzung von Projekten, im Zusammenhang mit Fragen der Talsperrentechnik und Talsperrensicherheit schaffen soll. Ihr Zuständigkeitsbereich umschließt im weiteren Sinn die drei Säulen der Sicherheit. Die Gesamtsicherheit einer Stauanlage baut auf diesen drei Säulen – 1. der Konstruktion, 2. der Überwachung und 3. der – auf (gestaffeltes Konzept vgl. Biedermann, 1990), wobei unter Gesamtsicherheit die Stand- und Betriebssicherheit verstanden wird (Abb. 2).

Die konservative Bemessung der Sperre soll gewährleisten, dass die Bauwerke den unterschiedlichen Belastungen, die während Bau und Betrieb der Anlage auftreten können, mit ausreichender Zuverlässigkeit standhalten. Ein durchdachtes Überwachungs- und Notfallkonzept ist imstande, das jedenfalls verbleibende Restrisiko (keine absolute Sicherheit) bestmöglich zu beherrschen. Es geht darum, Mängel frühzeitig zu erkennen um rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

4.1 Säule Konstruktion

4.1.1 Konservativer Entwurf

Schon in der Planungsphase ist für eine Auslegung bzw. Dimensionierung des Bauwerks (Tragwerks) und seiner Anlagenteile mit ausreichenden Sicherheitsreserven („auf der sicheren Seite liegend“) Sorge zu tragen. Das betrifft i.A. die Dimensionierung von Betonbauwerken, die Annahme von bodenphysikalischen/ felsmechanischen Parametern des Untergrundes und des Schüttmaterials, Böschungsneigungen, Dichtungs- und In-

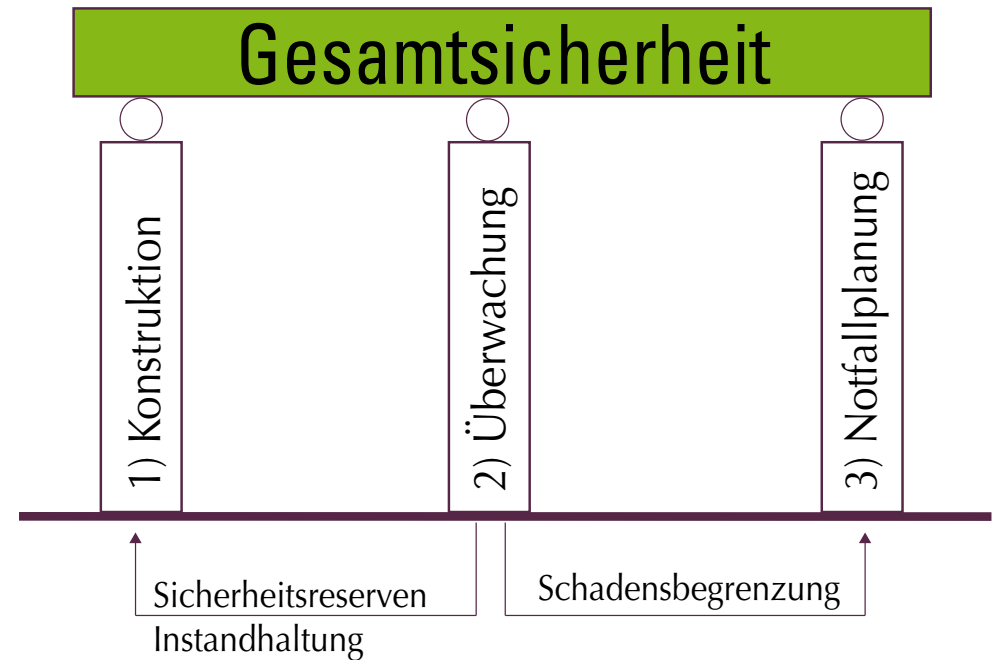


Abb. 2: Drei-Säulenmodell der Talsperrensicherheit (nach Biedermann, 1990)

Fig. 2: Three pillar-model concerning dam safety (by Biedermann, 1990)

jektionsmaßnahmen, Bemessung der Hochwasserentlastung und der Notentleerung/Grundablass, stahlwasserbauliche Anlagenteile etc. als Voraussetzung für einen sicheren Betrieb.

Tragreserven in Form einer vorausschauenden Planung sind erforderlich, um u.a.:

- die während der zeitlich eng begrenzten Bauzeit evtl. auftretenden ungünstigen Einbaubedingungen (nicht planbare Witterungseinflüsse) zu berücksichtigen,
- die Unzulänglichkeiten bei der Ausführung abzudecken,
- allfällige zusätzliche Beanspruchungen, z.B. aufgrund von Setzungen zu berücksichtigen,
- die Alterung der verwendeten Materialien zu berücksichtigen (Bauwerksanschlüsse, stahlwasserbauliche Anlagenteile, Dichtungsmaterialien etc.).

Eine vorausschauende Planung hat auch besondere Ereignisse im Bereich des Stauraumes in die Bemessung von Freibord und die Lage von Einlaufbauwerken etc. zu berücksichtigen. Als mögliche Gefährdungsszenarien gelten Mur- und Lawineneinstoß, Eisstoß, Felssturz, Verkläusung etc. Das Überströmen der Sicherheitskosten (i.A. Mauerkrone bzw. Dichtungsoberkante, vgl. LF zum Nachweis der Hochwassersicherheit von Talsperren) ist für alle Bemessungssituationen sicher zu verhindern.

Untergrund und Sperre bilden eine Einheit. Unter der Berücksichtigung von fachspezifischem Experten-Know-how kann so ein individuell abgestimmtes „Gesamtbauwerk“ entstehen. Aus dem Aufbau und der Struktur des Untergrundes bzw. der Topografie, den betrieblichen Erfordernissen und wirtschaftlichen Randbedingungen lassen sich für Neuanlagen mögliche Sperrtypen-

pen und -formen ableiten. Das Zusammenwirken von Sperre und Untergrund wird über die Beanspruchungen des Sperrkörpers erkennbar. Der Vergleich von prognostiziertem Verhalten mit den aktuellen Messungen bzw. Auswertungen ermöglicht die Überwachung der verbleibenden Sicherheitsreserven der Anlage.

Um standortgerechte und zweckdienliche Lösungen zu ermöglichen, ist ein ausgewogener Rahmen aus wenigen Spezialnormen und ausreichenden Freiheiten für die Integration fachspezifischer Lösungen notwendig. Das Fachwissen und die Erfahrung von Experten (z.B. Projektant, Staubeckenkommission) werden dabei „starren“ Vorgaben durch Richtlinien und Normen vorgezogen.

4.1.2 Qualitativ „hochwertige“ Ausführung

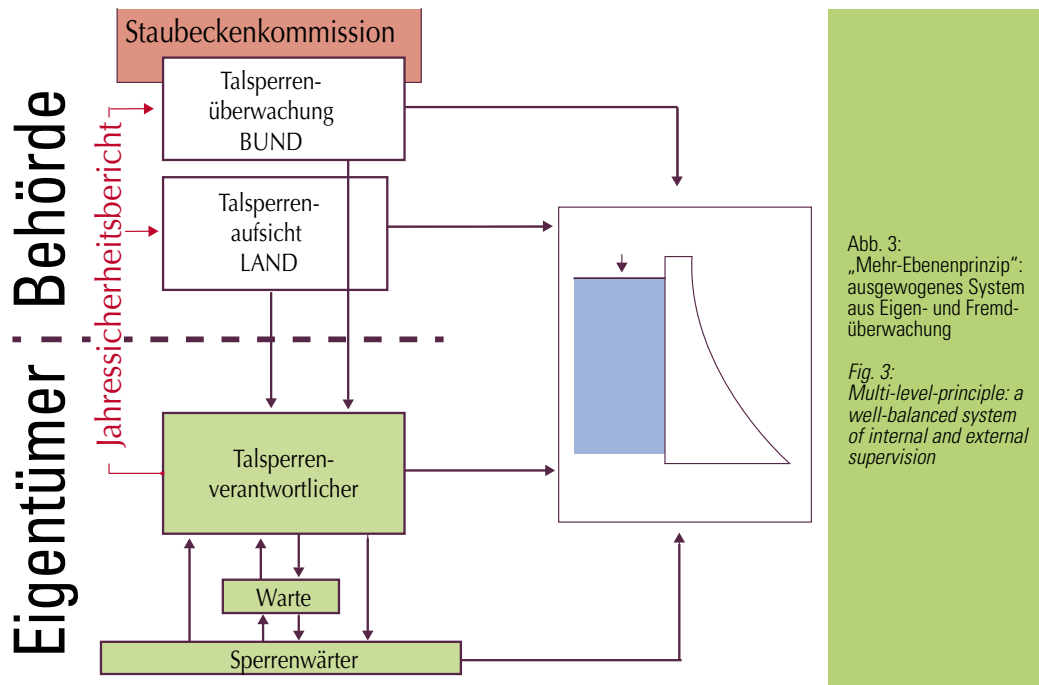
Darunter wird die projektgemäße Umsetzung der Planung unter Befassung entsprechend qualifizierter Firmen und einer ebensolchen Bauaufsicht verstanden.

4.2 Säule Überwachung

Abbildung 3 zeigt das Überwachungskonzept aufgeteilt auf 3 Ebenen, die Überwachung auf Eigentümerseite und die behördliche Überwachung durch Bund (Talsperrenüberwachung und Staubeckenkommission) und Länder (Gewässeraufsicht). Dieses „Mehr-Ebenenprinzip“ vereint einige wesentliche Vorteile im Zusammenhang mit der Sicherheit der Stauanlage. Die geteilte Überwachungskompetenz bietet die Möglichkeit einer weitgehend unabhängigen, doppelten Kontrolle nach dem „4-Augenprinzip“. Einige der Vorteile sollen hier kurz erwähnt werden:

- Neben der Vertrautheit mit der Anlage auf Betreiberseite und dem Detailwissen über die Anlage besteht andererseits auch die Gefahr der „Betriebsblindheit“.

Demgegenüber steht die Unvoreingenommenheit der behördlichen Überwachungsstellen (Bund, Länder), die bestimmte Abläufe, Methoden etc. kritisch hinterfragen,



ohne an traditionelle Strukturen gebunden zu sein. Zusätzlich verfügen die behördlichen Überwachungsstellen, aufgrund ihrer breiten Zuständigkeit, über Vergleichsmöglichkeit mit anderen Anlagen, Betreibern und Staaten.

- Der Betreiber ist aufgrund seiner betrieblichen Interessen nicht frei von Aufwand-Nutzen-Überlegungen. Demgegenüber steht für die behördliche Überwachung der „Sicherheitsaspekt“ im Vordergrund.
- Der festgesetzte Zeitpunkt der Überprüfung bewirkt sowohl beim Betreiber als auch auf Behördenseite eine besondere Vorbereitung auf die Überprüfung und sorgt damit für eine zusätzliche, intensive Auseinandersetzung mit der Anlage.

4.2.1 Eigenüberwachung

Die Eigenüberwachung erfolgt durch den Eigentümer (Wasserberechtigten), der auch die Hauptverantwortung für seine Stauanlage trägt. Der Sperrenwärter (SW) als „Hausmeister der Anlage“ verbringt die meiste Zeit im Bereich der Anlage und ist, wenn qualifiziert und regelmäßig geschult, mit der Anlage bestens vertraut. Er ist eine wesentliche Informationsquelle für den Talsperrenverantwortlichen.

Der Talsperrenverantwortliche (TV) hat über entsprechende fachliche Qualifikationen zu verfügen und ist gemäß §23a WRG für die Einhaltung der die Sicherheit der Talsperre betreffenden Vorschriften und Verwaltungsakte verantwortlich. Er muss neben der fachlichen Qualifikation auch über die notwendigen Entscheidungsbefugnisse verfügen, um im Notfall auch in die Betriebsführung der Anlage rasch und unbürokratisch eingreifen zu können. Er hat

- erkannte Mängel zu beheben und diese dem Wasserberechtigten zur Kenntnis zu bringen,

- besondere Vorkommnisse unverzüglich an die Wasserrechtsbehörde, die Gewässeraufsicht und das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft weiterzuleiten,
- umfassende, jährliche Berichte über das Sperrenverhalten an die Gewässeraufsicht (Talsperrenaufsicht Land) und das BM-LFUW (Talsperrenüberwachung Bund) zu übermitteln und am Ende seiner Ausführungen die Stand- und Betriebssicherheit der Gesamtanlage zu beurteilen.

Aufgaben und Tätigkeiten des TV sind im Beschluss der Staubeckenkommission „Anforderungen an den TV (1998)“ näher geregelt.

Grundlage für die Beurteilung der Stand- und Betriebssicherheit einer Anlage sind die Jahresberichte bzw. darüber hinausgehende Unterlagen. Die Jahresberichte umfassen neben einem detaillierten technischen Bericht die Zusammenschau der bisherigen Messergebnisse, meist dargestellt in Form von Diagrammen. Die jährlichen Messungen werden auch in den Kontext von Langzeitauftragungen gestellt und die Ergebnisse durch den TV interpretiert. Wesentlich ist die unverzügliche Auswertung der Ergebnisse der regelmäßig stattfindenden Beobachtungen, Messungen und Erprobungen und die sofortige Interpretation durch den TV, um gegebenenfalls rechtzeitig Maßnahmen einleiten zu können. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass basierend auf Mess- und Überprüfungsprogrammen eine Vielzahl an Unzulänglichkeiten bei (visuellen) Inspektionen und Erprobungen erkannt wurde, was die Wichtigkeit einer kritischen Durchführung dieser Inspektionen bzw. Erprobungen unterstreicht (Eigenüberwachung).

Je nach Sperrertyp und Zielsetzung ergeben sich unterschiedliche Voraussetzungen betreffend die Thematik der 3 Säulen der Sicherheit. Rückhaltebecken der WLV stehen oftmals an abgelegenen, schwer zugänglichen Standorten.

Zusätzlich sind die Möglichkeiten einer Überwachung unter Belastung aufgrund der seltenen Staabelastung zeitlich stark limitiert. Bei diesen Sperren beispielsweise liegt, aufgrund der geringeren Möglichkeiten der messtechnischen Überwachung, das Hauptaugenmerk auf der konstruktiven Sicherheit und regelmäßigen visuellen Kontrollen bzw. der Notfallplanung. Ebenso bestehen geringe Chancen für Gegenmaßnahmen aufgrund von Messungen (Auswertungen) in diesem kurzen Zeitfenster der Belastung. Üblich ist die geodätische Überwachung (Lage, Höhe) der Sperre und der Stauraumumrahmung, um entsprechende Bewegungstendenzen zu erfassen. Zusätzlich können Piezometer zur Überwachung des Bergwasserspiegels und Sohlwasserdruckes (Auftriebssicherheit) etc. eingesetzt werden. Im Sinne der Sicherheit solcher Anlagen ist besonders hervorzuheben, dass der Ersteinbau dieser Anlagen bereits die volle Belastung der Sperre (Bemessungsfall) bedeuten kann.

Ausgehend von einer andauernden Staabelastung, werden die Speicher zur energiewirtschaftlichen Nutzung sehr umfangreich und wichtige Parameter automatisiert überwacht. Bedeutende Messwerte wie Sickerwassermengen, Pegelstände, Lote, Extensometer, Piezometer usw. können zusätzlich mit Grenzwerten versehen sein, bei deren Überschreitung eine Meldung an dauernd besetzte Betriebs- und Überwachungsstellen bzw. entscheidungsbefugte Personen (SW, TV) weitergeleitet wird.

4.2.2 Fremdüberwachung

Die Fremdüberwachung durch die Behörden erfolgt unabhängig vom Wasserberechtigten:

Innerhalb der Länder obliegt die Gewässeraufsicht dem Landeshauptmann, vertreten durch das Talsperrenaufsichtsorgan. Talsperrenaufsichtsorgane sind für die Überwachung der Stauanlagen speziell geschulte Organwalter der „Gewässeraufsicht“.

Dabei erfolgt ausgehend von den Jahresberichten und Begehungen des Vorjahres bzw. aufgrund der Informationspflicht des TV eine Überprüfung der Sperre und der Stauraumumrahmung. Das Ausmaß der jeweiligen Überprüfungen (visuelle Kontrollen, Messungen, Erprobungen z.B. Funktion des Grundablasses) wird vom Talsperrenaufsichtsorgan in Abhängigkeit des Zustandes der jeweiligen Einrichtungen festgelegt. Der Bericht über die Befunde sowie die Stellungnahme zur Überprüfung durch das Talsperrenaufsichtsorgan ist dem folgenden Jahresbericht beizufügen.

Die Talsperrenüberwachung des Bundes überprüft die vom TV verfassten Jahresberichte gemäß den Sicherheitskriterien der Staubeckenkommission. Die jährlichen Berichte bilden, neben den speziell für die Überprüfung ausgearbeiteten Unterlagen, die Grundlage für die Vor-Ort-Überprüfungen der Anlagen durch den Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“, welche mindestens alle 5 Jahre durchgeführt werden. Durch diesen Unterausschuss werden die Fachgebiete Geologie, Statik und Sperrtechnik, Dammbau, Wasserbau, abgedeckt. Die Talsperrenüberwachung des Bundes und die externen Experten (Staubeckenkommission) handeln im Auftrag der Wasserrechtsbehörde.

Der Überprüfung durch den Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“ liegt ein umfangreiches Programm zugrunde, welches in Abhängigkeit des Sperrtyps und der Zielsetzung an die jeweiligen Voraussetzungen angepasst wird.

4.3 Säule Notfallplanung

4.3.1 Störfallanalysen

Um Notfallstrategien planen zu können, müssen mögliche Störfälle erkannt und daraus Szenarien entwickelt werden, um die möglichen Auswirkungen auf Bauwerk und Unterlieger abschätzen zu können.

4.3.2 Alarmplan

Aufbauend auf Störfallanalysen und der Darstellung von Störfallszenarien wird ein Alarmplan entwickelt. Die Erstellung von Alarmplänen erfolgt unter anderem auf der Basis von Flutwellenberechnungen (extreme Hochwässer, Flutwellen aufgrund von Feststoff-, Lawinen-, Mureineinstößen, Verklausungs-, Talsperrenbruch, etc.). Die Darstellung von Überflutungszonen (Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit) bildet die Grundlage für weitere Maßnahmenplanungen. Der Alarmplan beinhaltet nicht nur Maßnahmen, die bei Eintritt einer Katastrophe umzusetzen sind, sondern auch vorbeugende Maßnahmen.

Betreffend Bruchsznarien und Flutwellenberechnungen bei Dämmen wird meist auf die Ansätze von Broich („Dambruchberechnungen nach Broich“), des NÖ-Leitfadens („Überwachung kleiner Staudämme – Flutwellenabschätzung“) und des Bundesamtes für Energie (BFE) der Schweiz („Die Beurteilung der besonderen Gefahr mit vereinfachten Flutwellenberechnungen“) zurückgegriffen (siehe Leitfaden „Mindestanforderungen an den Stauanlagenverantwortlichen von „kleinen Stauanlagen“ bzw. Anhänge 1–4). Bei Betonbauwerken wird meistens ein Totalbruch angenommen, bei Gewichtsmauern mit „atmen“ Fugen kann man das „Ausfahren“ von wenigen Blöcken annehmen.

„WENN-DANN“-Szenarien sollen nicht verängstigen oder abschrecken, sondern primär ein Bewusstsein für das vorhandene Gefährdungspotenzial schaffen (Risikokultur statt Sicherheitsdenken, DKKV, 2003). Es gilt ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass Notfallplanung nicht unweigerlich ein Eingeständnis konstruktiver Schwächen bedeutet, sondern zur Reduktion des immer verbleibenden Restrisikos beiträgt. „Niemand sieht die Eisenbahn als gefährlich an, nur weil sie über Notbremsen verfügt.“ (Melbinger, 1991) Es gilt, auch für den unwahrscheinlichsten Notfall

alle menschenmöglichen Vorsorgemaßnahmen zu treffen um eventuell unvermeidbare Schäden und deren Folgen so gering wie möglich zu halten. Denn tritt ein Versagensfall wider Erwarten ein, so ist das meist zu kurzfristig, um zweckmäßige Maßnahmen einzuleiten.

In diesem Zusammenhang wird auf die im Rahmen des Umweltinformationsgesetzes (UIG 1993, BGBl. I Nr. 495/1993 i.d.g.F.) erlassene Störfallinformationsverordnung (BGBl. Nr. 391/1994 i.d.g.F.) verwiesen, in deren § 2 Abs. 6 die Informationspflicht auch für Sperrenbauwerke mit einer Höhe über Gründungssohle > 15 m oder einem Inhalt > 2 Mio. m³ festgehalten ist.

Der Katastrophenschutz liegt nach der Bundesverfassung im Zuständigkeitsbereich der Länder.

Im Rahmen der Überprüfungen durch den Unterausschuss „Talsperrenüberwachung“ der Staubeckenkommission wird das Auflegen eines Alarmplanes auf Basis einer Flutwellenberechnung und weiters die Umsetzung der Vorgaben dieses Alarmplans (z.B. Training unter Beteiligung der Öffentlichkeit, Informationsveranstaltungen etc.) gefordert.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Der Talsperrenbau entwickelt sich zunehmend in Richtung immer größer werdender Hochwasserrückhalteanlagen, der Errichtung von Speicherrückhalteanlagen zur Kunstschneeherstellung und Rückhalteanlagen der Wildbach und Lawinenverbauung. Die „herkömmlichen“ großen Speicher zur energiewirtschaftlichen Nutzung kommen durch ihr „fortgeschrittenes“ Alter zunehmend in Form von wasserrechtlichen Wiederverleihungsverfahren in die neuerliche Zuständigkeit der Staubeckenkommission. Ein weiterer Schwerpunkt liegt zurzeit in der Vergrößerung des Speicherraumes durch Aufhöhen von Absperrbauwerken, meist in Verbindung mit dem Bau von Pumpspeicherkraftwerken.

Um den sicheren Betrieb, besonders von älter werdenden Anlagen, aufrechterhalten zu können, ist ein ausgewogenes System aus Eigen- und Fremdüberwachung unumgänglich. Im Zuge von notwendigen Anpassungen an den „Stand der Technik“ wurden in den letzten Jahren im Rahmen der Überprüfungen durch den Unterausschuss für Talsperrenüberwachung folgende Maßnahmen für erforderlich erachtet:

- Überprüfung der Dimensionierung von Hochwasserentlastungsanlagen bzw. Anpassungen,
- Überprüfung bestehender bzw. Erbringen neuer Standsicherheitsnachweise,
- Ausstattung von Grundablässen mit einer 2. Verschlussenebene (sowie Notschluss-tauglichkeit),
- Modernisierung bzw. Ergänzung der Mess- und Überwachungseinrichtungen,
- Ergänzungen betreffend abgesicherte Energieversorgung und Fernübertragungswege (Redundanz),
- Überprüfung bzw. Ergänzung der Objektschutzmaßnahmen (Videoüberwachung, Türkontaktmelder).

Das Sicherheitskonzept im Sinne des 3-Säulenmodells (Konstruktion, Überwachung und Notfallplanung) bildet die notwendige Grundlage zur Risikominimierung. Für eine Erfolg versprechende Umsetzung steht die Ausgewogenheit zwischen rechtlich notwendigen Vorgaben (gesetzlicher Rahmen) und dem Bedarf an bzw. der Freiheit für individuelle Lösungen aus Expertenhand. Letztlich entscheidend sind die beteiligten Menschen, die durch ihre Fachkenntnis, Erfahrung und Qualifikation und Einstellung den Erfolg eines Projektes maßgebend beeinflussen.

Die breitere Streuung der Zielsetzungen und Interessen an den Anlagen, ebenso wie die zunehmende Spezialisierung in einzelnen Fachdisziplinen, bewirkt eine Zunahme an Beteiligten (Firmen und einzelnen Spezialisten). Die Lebensdauer einer Talsperre übersteigt bei weitem die Zuständigkeitsdauer einzelner Personen, wodurch die Weitergabe und Erhaltung des „talsperrenrelevanten Wissens“ die Basis für einen weiteren sicheren Betrieb in der Zukunft darstellt. Diese Erhaltung des Wissensstandes und damit eines qualifizierten, fachkompetenten Personalstandes, sowohl auf der Seite der Eigentümer der Stauanlagen als auch auf Behördenseite muss auch in Zukunft oberste Priorität haben.

Um diesem Ziel gerecht zu werden, werden laufend Kurse für Sperrenwärter, Talsperrenverantwortliche bzw. Stauanlagenverantwortliche kleiner Stauanlagen von ATCOLD (Austrian Commission on Large Dams) und den Ländern über die Plattform des ÖWAV angeboten.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl.-Ing. Herbert Heindl
MR Dipl.-Ing. Helmut Czerny
Ing. Bernhard Weichlinger

Abteilung VII/4 Fachliche Grundsätze
der Wasserwirtschaft (Talsperrenüberwachung)
Marxergasse 2, 1030 Wien
Tel. (+43 1) 71100 7562
E-Mail: herbert.heindl@lebensministerium.at
www.lebensministerium.at

Literatur / References:

- BIEDERMANN, R. (1990): Fortentwicklung des Sicherheitskonzeptes für Talsperren und dessen Umsetzung in die Praxis. Mitteilungen des Institutes für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH in Aachen, Heft 78.
- DKKV (Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.) (2003): Hochwasservorsorge in Deutschland. Lernen aus der Katastrophe 2002 im Elbegebiet. Bonn, 2003. 144 S.
- DORALT, W. (Hrsg.): Wasserrecht 2010, Kodex des Österreichischen Rechts, 15. Auflage, LexisNexis
- LANSER, O. (1960): Überblick über die Talsperrenkatastrophen der Vergangenheit. Sonderdruck aus Jahrgang 12, Heft 8/9
- KÖNGETER, J. (2010): Talsperren im Wandel. WasserWirtschaft. Vol. 100, No. 10, pp. 10-15.
- MELBINGER, R. (1991): Die Genehmigung und Überwachung der Talsperren in Österreich, Österreichische Wasserwirtschaft Jahrgang 43, Heft 5/6
- MELBINGER, R. (1998): The Austrian Approach to Dam Safety: A symbiosis of Rules and Engineering Judgement. Proceedings Int. Symposium on Dam Safety, Barcelona Vol. 1 pp45-54.
- OBERNHUBER, P. (2006): Dam Safety Management in Austria. ANCOLD 2006 Conference.
- SCHMIDTKE, R. F. (2004): Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in Hochwasserschutzplanungen. Wasserwirtschaft 94, Heft 9, S.16-20.



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

DIPL. ING. THOMAS PERZ

2630 Ternitz
8600 Bruck/Mur

office@perzplan.at
bruck@perzplan.at

www.perzplan.at

Tel: 02630-35105
Tel: 03862-52818

ROLAND LUZIAN, PETER PINDUR, KURT NICOLUSSI, RUDOLF SAILER, JEAN-NICOLAS HAAS, PETER ZWERGER

Holozänes Lawinengeschehen und „Global Warming“ Eine Analyse der 9000-jährigen Chronologie des Lawinengeschehens am Hang der Schwarzensteinalm in den Zillertaler Alpen, Österreich

Holocene avalanching and “Global Warming” An analysis of the 9000-year chronology of avalanche events on the slope of the Schwarzensteinalm in the Zillertal Alps, Austria

Zusammenfassung:

Bei dendrochronologischen Untersuchungen zur Klimageschichte des alpinen Postglazials am ehemaligen Forschungsinstitut für Hochgebirgsforschung an der Universität Innsbruck konnten anhand von Analysen an subfossilen Moorhölzern prähistorische Lawinenereignisse nachgewiesen werden (PINDUR P. 2000, LUZIAN R. & PINDUR P. 2000).

Der Aspekt des Lawinengeschehens über diesen langen Zeitraum wurde am Institut für Naturgefahren und alpine Waldgrenzregionen beim BFW (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft) aufgegriffen, um im Projekt „Neue Analysemöglichkeiten zur Bestimmung des Lawinengeschehens“ interdisziplinär der Frage nach der Lawinenaktivität während wärmerer Klimabedingungen, wie sie im Holozän über lange Zeiträume herrschten, nachzugehen. Auch über die anthropogene Beeinflussung und die Auswirkungen des Lawinengeschehens auf die subalpine Vegetation sowie die Rekonstruktion der höchstgelegenen, holozänen Waldgrenze wird berichtet. Eines der Ergebnisse zeigt, dass sich ein angenommenes 150-jähriges Ereignis als eine der Grundlagen für die Gefahrenzonenplanung und zur Dimensionierung von Verbauungsmaßnahmen als durchaus realistisch erweist.

Schlüsselwörter: Holozän, Lawinengeschehen, wärmere Klimabedingungen, anthropogene Beeinflussung, Waldgrenze

Summary:

In connection with dendrochronological studies (subfossil bog-woods analysis) of the climate history of the Alpine postglacial era at the former department of high mountain research at the University of Innsbruck, pre-historic avalanche events were detected (PINDUR P. 2000, LUZIAN R. & PINDUR P. 2000).

In the department of Natural Hazards and Alpine Timberline (at the Federal Office and Research Centre for Forests), the aspect of avalanching over this long period of time was taken up. The aim was to answer the question of avalanche activity during warmer climate conditions, like those prevalent for long periods in the holocene. Additionally, the anthropogenic influence and the effects of avalanching on the subalpine vegetation, as well on the reconstruction of the highest holocene timberline-level is reported. The results of the interdisciplinary research project “New Possibilities for the Determination of Avalanching Processes” show that an assumed 150-year event as one of the key assumptions for hazard zoning and planning of avalanche control measures is realistic.

Keywords: holocene, avalanching, warmer climate conditions, anthropogenic impact, timberline

Einleitung

Die Kenntnis über das Auftreten, die Frequenz und das Ausmaß von Lawinen in den Alpen beruht im Wesentlichen auf Beobachtungen sowie historischen Berichten und ist damit auf die letzten Jahrhunderte beschränkt (z.B.: LATERNSENER M. & PFISTER C. 1997, FLIRI F. 1998). Einen wesentlich tieferen Blick in die Vergangenheit, der weit über diese historische Dimension zurückreicht, erlauben naturwissenschaftliche Methoden wie die Jahrringanalyse an von Lawinen geschädigten oder zerstörten Resten und in Mooren konservierten Bäumen.

Von Lawinenabgängen betroffene Bäume zeigen bei mikroskopischer Analyse anhand anatomischer Merkmale wie Verletzungen, Druckholzbildung, abrupte Wachstumsstörungen und plötzliches Absterben im Winterhalbjahr solche Ereignisse an (z.B.: BURROWS C. J. & BURROWS V. L. 1976, CARRARA P. E. 1979, BUTLER D. R.

& MALANSON G. P. 1985, STÖCKLI V. 1998, ZROST D. 2004, KASBAUER D. 2006, STOFFEL M. et al. 2006, CASTELLER A. et al. 2007).

Für prähistorische Zeitabschnitte liegen nur wenige Untersuchungen zu Lawinenaktivitäten vor. Diese basieren vor allem auf der Analyse von mit Schneelawinen abgelagertem Schuttmaterial (BORTENSCHLAGER S. 1984, BLIKRA L. H. & NEMEC W. 1993, BLIKRA L. H. & NESJE A. 1997, NESJE A. et al. 2007) beziehungsweise Bäumen (SMITH D.J. et al. 1994). Die Datierung dieser Lawinenereignisse beruht dabei aber auf Radiokarbonaten, die methodenbedingt keine jahresscharfe Festlegung von Ereignissen ermöglicht.

Im Zuge des Projektes „Neue Analysemöglichkeiten zur Bestimmung des Lawinengeschehens“ wurde erstmals eine umfangreiche Chronologie von kalenderdatierten, waldzerstörenden Lawinenereignissen im Zeitraum der letzten 8000 Jahre vorgelegt (NICOLUSSI K. et al. 2007). Dieser Datensatz beruht auf der dendrochronologischen Analyse und Datierung von 177

Holzproben subfossiler Baumstämme (alle als Zirben, *Pinus cembra* L. identifiziert) aus einem Moor im Oberen Zemmgrund in den Zillertaler Alpen. Dieses Moor liegt in 2150 m Höhe und somit innerhalb des postglazialen Waldgrenz-Schwankungsbereiches. Die Umgebung des Moores ist derzeit nicht bewaldet. Und oberhalb der aktuellen Waldgrenze existieren nur einzelne, weit verteilte und durch relativ geringe Größe charakterisierte Zirben. Der Zirbenjungwuchs ist im Bereich der aktuellen Waldgrenze vorhanden und steigt im Schutze von Geländekanten bis auf 2250 m Höhe.

Blikra und Nesje verweisen auf eine Synchronizität von gehäuften Lawinereignissen mit Gletschervorstoßphasen kühl-feuchter Klimaperioden (BLIKRA L. H. & NESJE A. 1997).

Vor dem Hintergrund der aktuellen „Klimawandel“-Diskussion ist es aber von besonderem Interesse, Kenntnis über den Verlauf des Lawinengeschehens während im Holozän bereits stattgefundenen längerer Warmphasen zu erlangen. Im Zuge des oben erwähnten interdisziplinären Forschungsprojektes HOLA (Kurzbezeichnung für holozänes Lawinengeschehen) wurden

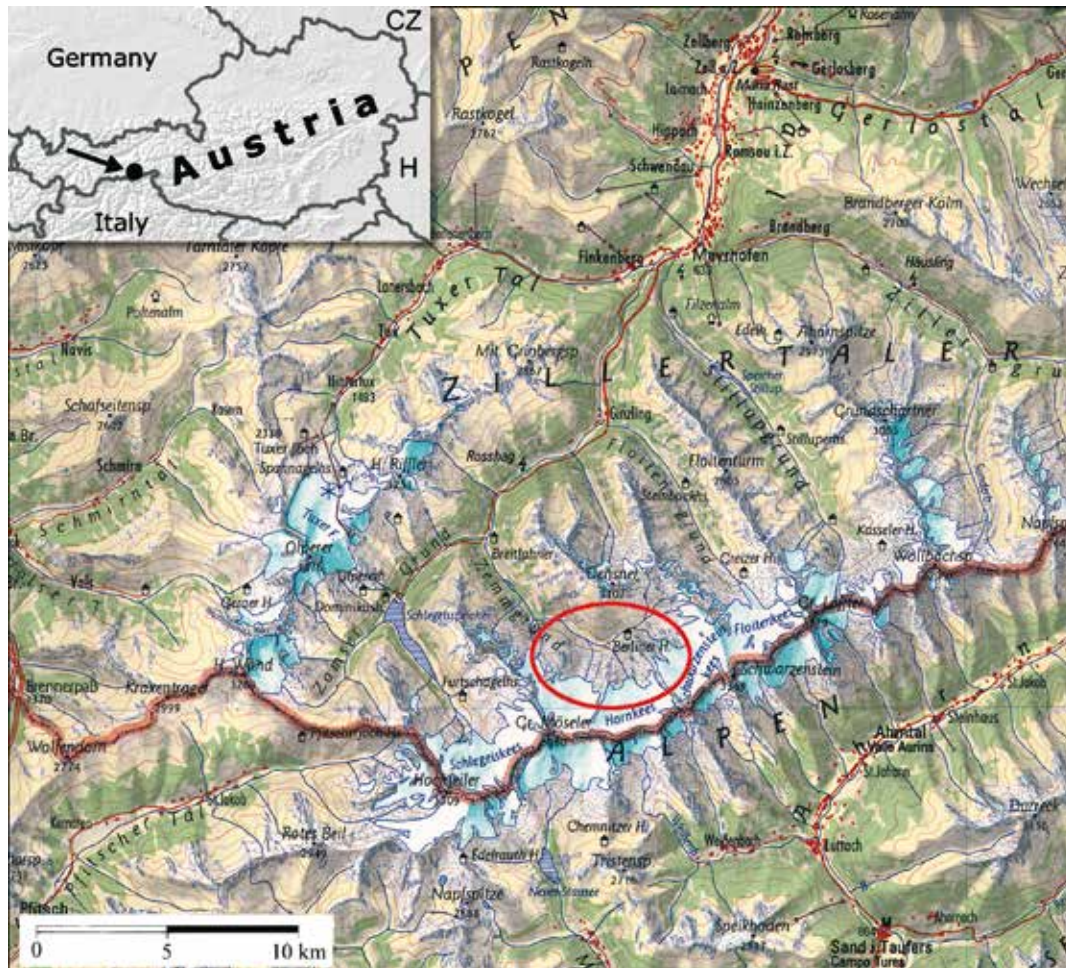


Abb. 1: Lage der Forschungslokalität: 47°01'40" N, 11°49'00" E

Fig. 1: Location of the research centre: 47°01'40" N, 11°49'00" E

zur Bewertung der aus den früheren Warmphasen stammenden stummen Zeugen aus dem „Schwarzensteinmoor“ (subfossile Hölzer und Pollen) Methoden der klimageschichtlichen Forschung (Dendrochronologie, Palynologie) mit dem Lawinensimulationsverfahren SAMOS (BRANDSTÄTTER, W. et al. 1992, SAMPL P. & ZWINGER T. 2004) erfolgreich kombiniert.

Forschungsfragen

1. Kam es auch unter den Bedingungen wärmerer klimatischer Verhältnisse (holozäne Warmphasen bzw. Optima) und einem damit verbundenen besseren Waldwachstum mit beträchtlichem Anstieg der Waldgrenze zu großen und extremen Lawinereignissen (Wirkungsbereich, Frequenz und Wiederkehrdauer, Schneemächtigkeiten)?
2. Sind daraus Hinweise auf das „Bemessungsereignis“ bzw. auf das naturgefahrenbedingte Risiko und dessen Bewertung ableitbar?
3. Inwieweit haben Menschen das Geschehen, z. B. durch Brandrodung, beeinflusst?

Material und Methoden

Um Antworten auf solche Fragen zu erlangen ist es erforderlich, die bei früheren Ereignissen ins Moor gelangten (z. B. von Lawinen transportierte Bäume) und über einen langen Zeitraum in der Natur erhalten gebliebenen Befunde (sogenannte „stumme Zeugen“) zu bewerten und diese Ereignisse retrospektiv zu betrachten. Die Möglichkeit dazu ist durch die Existenz der über die gesamte Nacheiszeit reichenden Ostalpen-Zirbenchronologie (NICOLUSSI K., et al. 2004), der im „Schwarzensteinmoor“ unter Luftabschluss seit Beginn des alpinen Postglazials erhalten gebliebenen stummen Zeugen sowie des Lawinensimulationsverfahrens SAMOS gegeben.

Folgende Hauptarbeitsschritte waren durchzuführen:

- Klärung der Topographie des Lawinenhanges „Schwarzensteinalm“ mittels trigonometrischer Aufnahme des unmittelbaren Moorbereiches sowie der Erzeugung eines hochaufgelösten dreidimensionalen, digitalen Höhenmodells (SCHMIDT R., 2007). Dazu war es notwendig, das digitale 10-m-Geländemodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen mithilfe geodätischer Verfahren zu verbessern.
- Ermittlung und Kartierung der gegenwärtigen Waldverbreitung, -struktur und -entwicklung mittels intensiver Geländearbeit und Vergleich mit bestehender Vegetationskartierung aus den 1950er-Jahren (PINDUR P. et al. 2007) sowie Rekonstruktion der Höhenlage der Waldgrenze während der wärmsten Phasen des Holozäns (ZWINGER P. & PINDUR P. 2007).
- Ortung, Feststellung der Lagerungsrichtung, Verortung und Bergung stummer Zeugen aus dem „Schwarzensteinmoor“ (Abb. 2) als Voraussetzung für die:
- Festlegung des Beginns und der Stärke des anthropogenen Einflusses auf das Waldwachstum. Entnahme und palynologische Analyse von je einem Sedimentbohrkern aus dem „Schwarzensteinmoor“ und zwei weiteren, kleineren, aber höher gelegenen Mooren (HAAS J.N. et al. 2007).
- Datierung der prähistorischen, waldzerstörenden und -schädigenden Lawinereignisse. Entnahme von 217 Stammscheiben aus dem „Schwarzensteinmoor“ deren, dendrochronologisch-mikroskopische Analyse und Synchronisierung mit der Ostalpen-Zirbenchronologie (NICOLUSSI K. et al. 2007, ZROST D. et al. 2007).

Anmerkung:

Weil sich Waldgrenzbäume am Rande ihrer Existenzmöglichkeit befinden reagieren sie sehr sensibel auf Umwelteinflüsse und speichern deshalb Klimasignale eindeutig. Die Ostalpen-Zirbenchronologie beruht durchweg auf Hölzern aus Waldgrenz- bzw. waldgrenznahen (über 2000 m Meereshöhe) Standorten. Dieser Umstand ermöglicht somit auch die Erfassung der holozänen Klimaschwankungen (z. B. Warmphasen).

- Nachrechnung großer, prähistorischer Lawineneignisse am Hang der Schwarzensteinalm mittels des Simulationsmodells SAMOS als Basis für die Rekonstruktion des holozänen Lawinengeschehens (SAILER R. et al. 2007). SAMOS (Snow Avalanche Modelling and Simulation) ist ein dreidimensionales, aus den Komponenten

granulares Fließmodell + gasdynamisches Staubmodell + Resuspensionsmodell gekoppeltes Lawinensimulationsmodell, das vor allem zur Berechnung großer Lawinen geeignet ist. Es wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) gemeinsam mit dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV), dem Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) und der Firma AVL-List entwickelt und wird seit Jahren erfolgreich operativ eingesetzt (SAMPL P. et al. 2000).

- Synthese der Einzelergebnisse sowie deren Interpretation und Diskussion

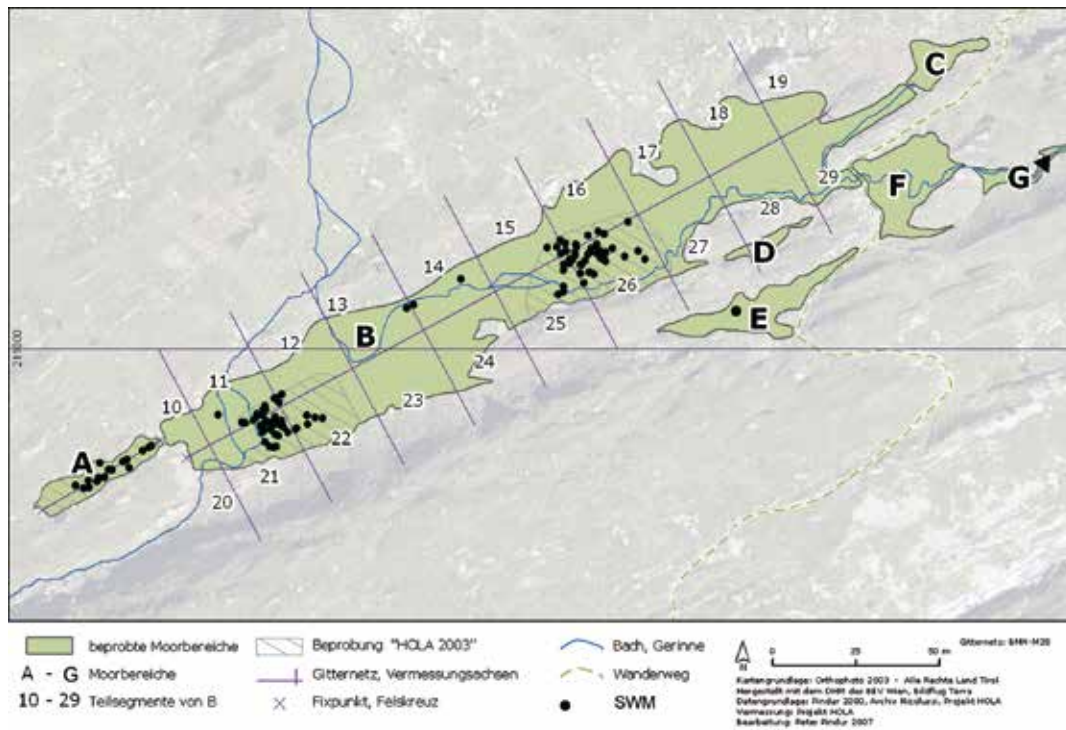


Abb. 2: Lokalisierung von Entnahmestellen der in den Jahren 2002 und 2003 aus dem Schwarzensteinmoor geborgenen stummen Zeugen

Fig. 2: Localisation of removal locations for the silent witnesses removed from the Schwarzensteinmoor in the years 2002 and 2003.

Ergebnisse

Chronologie des Lawinengeschehens am Hang der Schwarzensteinalm

Von insgesamt 217 subfossilen Holzproben konnten 177 auf Lawineneinwirkung analysiert und datiert werden. Bei drei weiteren Proben, die wegen zu geringen Wuchsalters keine eindeutige Synchronposition zuließen, wurde eine Radio-Carbon-Datierung vorgenommen. Die datierten Moorhölzer weisen eine zeitliche Bandbreite von 7050 BC bis 1300 AD auf. (Abb. 3).

An 53 Proben blieb eine voll entwickelte Waldkante erhalten, die jeweils ein Absterben der Bäume im Winterhalbjahr belegen. Darauf basierend und unter Berücksichtigung nachfolgend angeführter Kriterien konnten 21 waldzerstörende Lawineneignisse jahresscharf datiert werden (Tab. 1). Weitere sechs wurden nach Häufungen von Proben mit nahezu übereinstimmenden Endjahren abgeleitet (Tab. 1).

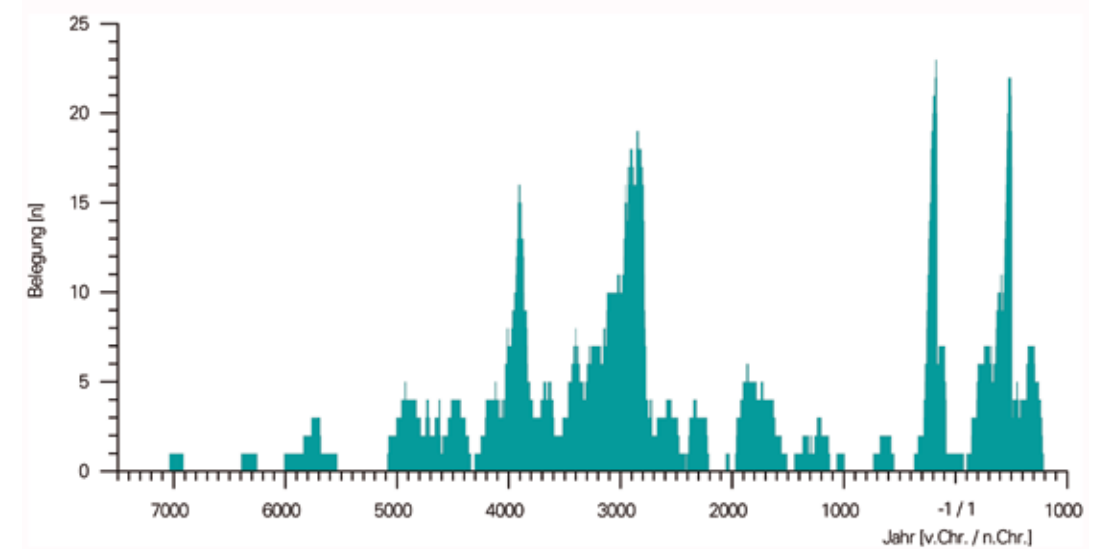


Abb. 3: zeitliche Verteilung der subfossilen Proben aus dem Schwarzensteinmoor für den Zeitraum der letzten 9000 Jahre.

Fig. 3: Temporal distribution of the sub-fossil probes from the Schwarzensteinmoor for the period covering the last 9000 years.

Das älteste bis jetzt datierte Lawineneignis im Oberen Zemmgrund geschah im Winter 6255/54 BC (NICOLUSSI K. et al. 2007).

Weitere Kriterien zur Identifizierung eines Ereignisses als lawinenbedingt:

1. uferferne und hangferne Lage der subfossilen Hölzer im Moor,
2. sowohl normal, als auch parallel und quer zur Moorhauptachse orientierte Lagerung der beprobten Stämme,
3. kollektives, plötzliches Absterben unterschiedlich alter Bäume zum selben Zeitpunkt und nach vollständiger Ausbildung des Spätholzes.

Über die durch Absterbedaten der Lawinenhölzer datierten Ereignisse hinausgehend wurde das Probenmaterial auf jahrringinterne Merkmale, die auf baumschädigende Lawinenabgänge schließen lassen, analysiert. Aufgrund dieser anatomischen Merkmale wurden weitere 64 wald- bzw. baum-

schädigende Lawinenereignisse identifiziert. Diese bereits vorgeschädigten Bäume gelangten erst bei einem späteren, größeren Ereignis ins Moor (ZROST D. et al. 2007).

Die Periode des alpinen Klimaoptimums, etwa das Jahrtausend um 5000 BC, gekennzeich-

net durch eine sehr hohe Baum- und Waldgrenze, sowie weit zurückgezogene Alpengletscher (NICOLUSSI K. et al. 2005, JÖRIN U. E. Et al. 2006) ist im Schwarzensteinmoor durch vergleichsweise wenige Proben belegt. Trotzdem sind vereinzelte Lawinenabgänge (und damit eine entsprechen-

Ereignis	Datierung	mWK	oWK	Baumalter	WorstC
WLE-1	6255/54 BC	1	-	141	-
WLE-2	5691/90 BC	1	-	84	-
WLE-3	4616/15 BC	2	-	48-131	-
WLE-4	4433/32 BC	1	-	162	-
WLE-5	4055/54 BC	1	-	251	+
WLE-6	3834/33 BC	2	7	77-251	+
WLE-7	3812/11 BC	1	-	143	-
aWLE-1	~ 3597 BC	-	3	119-262	-
WLE-8	3380/79 BC	1	1	120-466	-
WLE-9	3082/81 BC	1	-	202	-
aWLE-2	~ 2944 BC	-	4	57-347	-
aWLE-3	~ 2871 BC	-	4	99-233	(+)
WLE-10	2787/86 BC	2	8	74-370	-
WLE-11	2774/73 BC	3	3	69-368	-
aWLE-4	~ 2210 BC	-	3	124-200	(+)
WLE-12	1827/26 BC	1	1	100-107	+
WLE-13	1740-1530 BC*	1	-	60	-
WLE-14	1560/59 BC	1	-	227	-
WLE-15	995/94 BC	1	-	72	-
WLE-16	168/67 BC	12	5	48-205	-
WLE-17	85/84 BC	2	5	65-151	-
aWLE-5	~ 353 AD	-	4	142-182	-
WLE-18	411/12 AD	1	-	150	-
WLE-19	505/06 AD	16	5	32-183	-
WLE-20	743/44 AD	1	-	107	+
aWLE-6	~ 788 AD	-	4	171-321	-
WLE-21	1230-1285 AD*	1	-	81	-

Tab. 1 (nach NICOLUSSI K. et al. 2007, leicht verändert und ergänzt): Zusammenstellung der waldzerstörenden Lawinenereignisse (WLE) und der abgeleiteten waldzerstörenden Lawinenereignisse (aWLE); mWK = Probe mit Waldkante, oWK = Probe ohne Waldkante, WorstC = „Worst-Case“-Ereignis; * = Radio-Carbon-Datierung

Tab. 1 (based on NICOLUSSI K. et al. 2007, slightly modified and supplemented): Composition of the forest-destroying avalanche events (WLE) and the derived forest-destroying avalanche events (aWLE); mWK = Probe with forest edge, oWK = Probe without forest edge, WorstC = "Worst Case" event; * = Radio carbon dating

de Winterschneemenge) auch in diesem Zeitabschnitt nachweisbar.

Im bearbeiteten Zeitraum (7050 BC bis 1300 AD) geschahen 64 Ereignisse, deren Folge Schäden am Baumbestand waren (ZROST D. et al. 2007). 21 weitere Ereignisse führten zur Waldzerstörung und zum Transport der Stämme bzw. deren Bruchstücke (auch der bereits vorgeschädigten) in das Moor (NICOLUSSI K. et al. 2007).

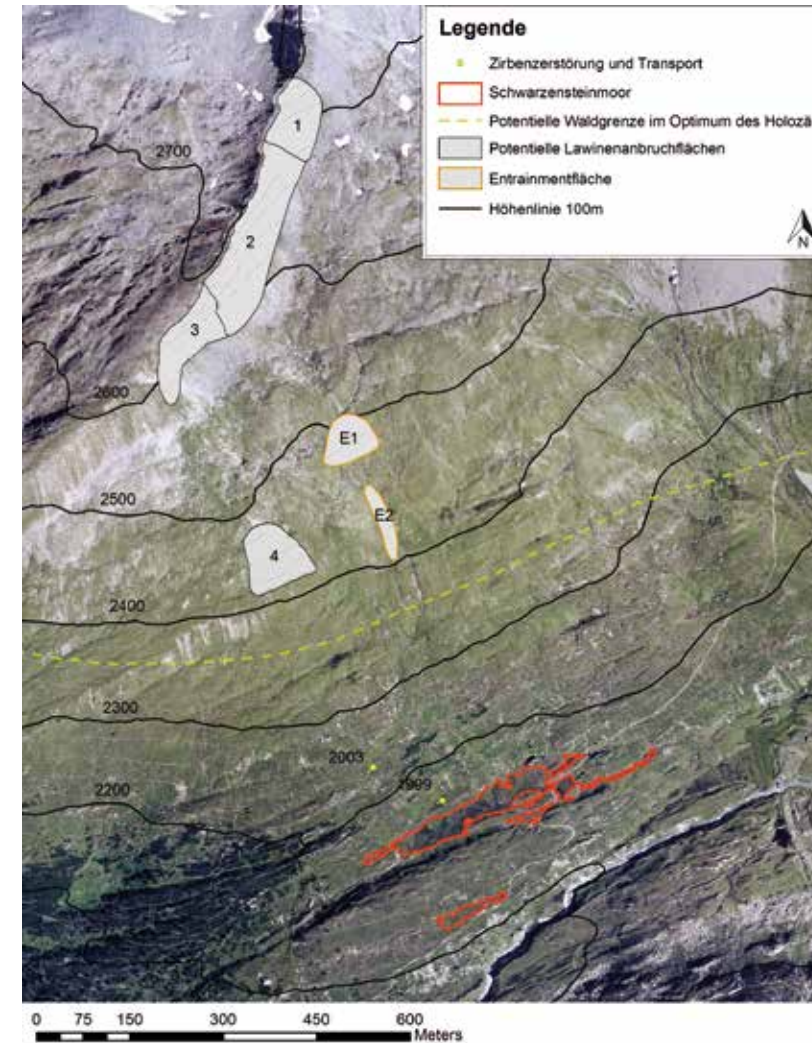


Abb. 4: Übersichtskarte mit Anrissgebieten und Entrainmentflächen. Orthofoto: BEV, 2003; bearbeitet von Pindur, 2004 und Wiatr, 2007

Fig. 4: Survey map with release areas and entrainment surfaces. Ortho photo: BEV, 2003; processed by Pindur, 2004 and Wiatr, 2007

Beobachtete aktuelle Lawinenereignisse (1999, 2003)

Die Geländesituation zeigt, dass es sich beim Schwarzensteinmoor um ein Auffangbecken für alle abgehenden Lawinen handelt. Der aufkommende Jungwuchs wird, vor allem in einer Hauptlawinenbahn, von kurzfristig wiederkehrenden Lawinenereignissen zerstört.

Diese Lawinentätigkeit bezeugt auch ein dendrochronologisch untersuchter Wipfelabschnitt einer Zirbe mit 33 Jahringen und dem Endjahr 1998, das als Lawinenholz aus dem Winter 1998/99 bei den Feldarbeiten im Sommer 1999 auf der Mooroberfläche liegend gefunden wurde. Bei einem weiteren Lawinenabgang im Winter 2002/03 wurde ein noch jüngeres Bäumchen (geschätzt ca. 12 – 17 Jahre alt) auf der Mooroberfläche abgelagert (NICOLUSSI K. et al. 2007).

Dieser Umstand erwies sich für die Abgrenzung der Lawinenanbruchgebiete (Abb. 4) und zur Überprüfung der Plausibilität der Simulation als sehr hilfreich.

Simulation des Lawinengeschehens am Lawinengang Schwarzensteinalm

Umfangreiche Erhebungen und Untersuchungen im Gelände ermöglichten die Rekonstruktion der höchsten holozänen Waldgrenzlage (ZWERGER P. & PINDUR P. 2007, ZWERGER P. & PINDUR P. 2009, WIESER, G. et al. 2009). Die für die Simula-

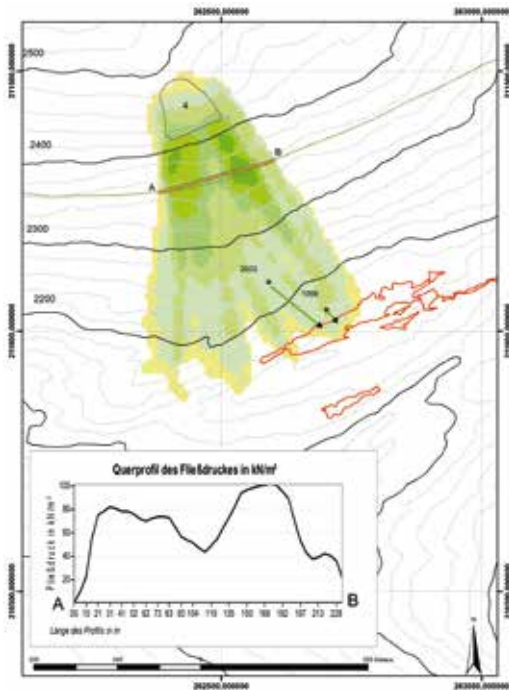


Abb. 5: Fließdruck unter Berücksichtigung der Anbruchfläche 4 bei einer angenommenen Anrisshöhe von 1,0 m. Druckverteilungsklassen siehe Legende, Abb. 7

Fig. 5: Flow pressure under consideration of the break surface 4 with an assumed release height of 1.0 m. Pressure distribution classes, see legend, figure 7

tion ausgeschiedenen Anbruch- und Entrainmentgebiete liegen alle oberhalb dieser rekonstruierten, gegenüber heute deutlich höher gelegenen, Waldgrenze.

Die in 29 Varianten durchgeführte Simulation stattgefundenen, auf Lawineneinwirkung zurückzuführende Waldzerstörungen war ein wesentlicher methodischer Bestandteil des gegen-

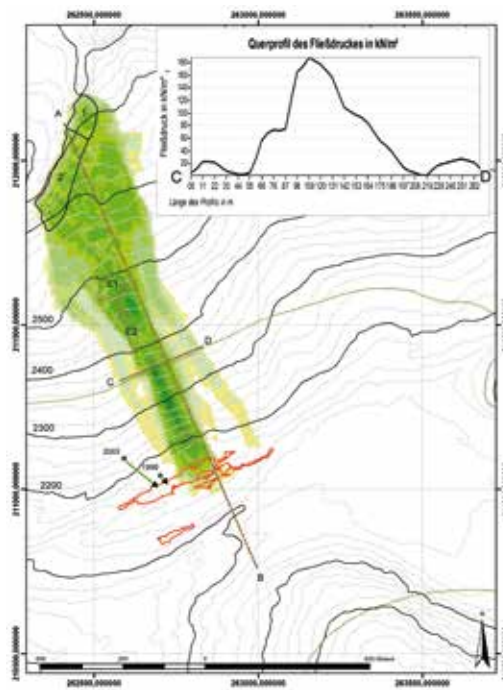


Abb. 6: Fließdruck unter Berücksichtigung der Anbruchflächen 1 und 2 mit den Entrainmentflächen e1 und e2 (Hauptlawinenzug) bei einer angenommenen Anrisshöhe von 1,0 m. Druckverteilungsklassen siehe Legende, Abb. 7

Fig. 6: Flow pressure under consideration of the break surfaces 1 and 2 with entrainment surfaces e1 and e2 (main avalanche flow) with an assumed release height of 1.0 m. Pressure distribution classes, see legend, figure 7

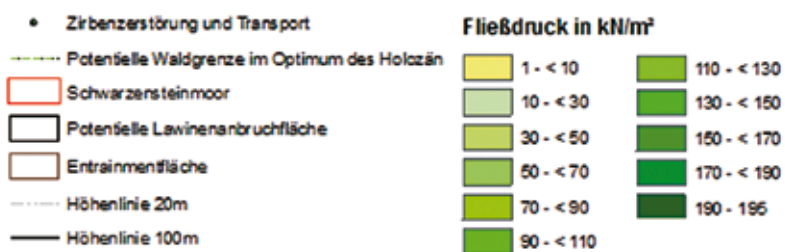


Abb. 7: Legende zu den Abbildungen 5 und 6

Fig. 7: Legend for figures 5 and 6

ständlichen Projektes und zeigt, dass ab bestimmten Schneemächtigkeiten auch aus relativ kleinen Anbruchgebieten (Anbruchfläche 4, Abb. 4) Lawinenabgänge mit weitreichender Wirkung möglich sind (Abb. 5). Die Ermittlung der dynamischen Lawinendruckwerte ergab, dass diese ab 1m Anrisshöhe hoch genug waren, um den damaligen Waldbestand zu zerstören und die Baumstämme in uferferne Lagen des Moores zu transportieren (SAILER R. et al. 2007).

Die Modellierung des Lawinengeschehens ergab auch die Übereinstimmung von Anbruchgebiet, Lawinenbahn und Ablagerung mit den Fundstellen der Baumstämme im Moor. Zudem zeigte sich, dass eine Überschneidung der Hauptlawinenbahn aus den Anbruchgebieten 1 und 2 (und den Entrainmentflächen 1 und 2) mit jener des Anbruchgebietes 4 ab einer Anbruchhöhe von 1,5 m möglich ist. Im Extremfall können also der gesamte Lawinengang und somit alle Moorbereiche bei einem einzigen Ereignis betroffen sein. Bei solch einem Ereignis überströmt der Staubanteil der Lawine den Gegenhang des Schwarzensteinmoores (SAILER R. et al. 2007).

Rekonstruktion der höchstgelegenen holozänen Waldgrenze

Forstbiometrische Analysen und die Ermittlung der rezenten Verbreitung von Keimlingen, Jungpflanzen und Zwergsträuchern im Gelände – unter Einbezug der topographischen und morphologischen Verhältnisse sowie zusätzlicher Berücksichtigung der Beweidung bzw. deren Rückgang – führten zum Entwurf einer Linie, welche die Obergrenze der Waldausbreitung während der wärmsten holozänen Klimaphasen (Optimalphasen) markiert. Die maximale Höhengrenze lag damals im Bereich der Schwarzensteinalm bei etwa 2350 m; das ist noch rund 100 m höher, als Waldwachstum bei den derzeit gegebenen Verhältnissen möglich ist. Damit war die Waldwuchsfläche während des

holozänen Klimaoptimums in der subalpinen Stufe mehr als doppelt so groß wie heute. Die gegenwärtige Waldverbreitung, -struktur und -entwicklung wurde kartiert (ZWERGER P. & PINDUR P. 2007, ZWERGER P. & PINDUR P. 2009, WIESER, G. et al. 2009) und konnte mit der bestehenden, bisher nicht publizierten Vegetationskartierung von Helmut Friedel aus den 1950er-Jahren verglichen werden (PINDUR P. et al. 2007).

Palynologische Befunde aus dem „Schwarzensteinmoor“

Neben den klimatischen Bedingungen für das Waldwachstum war auch die Frage nach dem menschlichen Einfluss auf den Waldbestand im Bereich der Schwarzensteinalm zu klären. Aus dem Schwarzensteinmoor und zwei weiteren, kleineren, aber höher gelegenen Moores, wurden zur Beantwortung dieser Frage Sedimentbohrkerne entnommen und palynologisch analysiert. Daraus ließ sich die Geschichte der Vegetation, des Klimas, der anthropogenen Nutzung und des Groß-Lawinengeschehens der Schwarzensteinalm im Oberen Zemmgrund für den Zeitraum der letzten 10 000 Jahre in vielen Details beschreiben.

Im Neolithikum (ab ca. 4100 BC) zeigen sich die ersten anthropogenen Eingriffe im Pollenprofil des Schwarzensteinmoores, die sich mithilfe typischer Zeigerpflanzen wie Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Ampfer (*Rumex spec.*, *Rumex acetosella*), Beifuß, Brennsegelgewächsen (*Urticaceae*) u. a. nachweisen lassen. (HAAS J. N. et al. 2007). Während der Bronzezeit, ab ca. 2200 BC, erfolgte eine Intensivierung des menschlichen Eingriffes in den Waldbestand durch Brandrodung. Über diese verstärkte Nutzung gibt auch ein zeitgleicher archäologischer Befund aus unmittelbarer Nähe zum Schwarzensteinmoor Aufschluss (PINDUR P. et al. 2007). Bis ins Mittelalter herauf schwankte aber der menschliche Einfluss stark, sodass Waldwachstum oberhalb des Schwarzen-

steinmoores nicht nur klimatisch bedingt, sondern auch durch Nachlassen der Weidenutzung immer wieder möglich war.

Das Lawinengeschehen hat die subalpine Vegetation der Schwarzensteinalm stark beeinflusst. Aufgrund der Veränderungen im Pollenbild müssen die ab 6255 BC in relativ unregelmäßigen Abständen aufgetretenen und dendrochronologisch erfassten Großlawineneignisse (NICOLUSSI K. et al. 2007) nicht nur kurzzeitige Rückschläge in den Zirbenpopulationen (*Pinus cembra*) bewirkt haben, sondern teilweise – je nach Lawinentyp – auch die als lawinentolerant geltenden Grünerlen (*Alnus viridis*) und Latschen (*Pinus mugo*) zumindest kurzfristig in ihrer Blühfähigkeit und Populationsdichte getroffen haben (HAAS J. N. et al. 2007).

Die Ergebnisse der Pollenanalyse erbrachten auch Kenntnis über die mehrmals erfolgten Wechsel der ökologischen Verhältnisse in der Umgebung des Moores. Untersuchungen von in den Bohrkernen enthaltenen Käfern und Milben ergänzten und bestätigten diese Ergebnisse (WILD V. et al. 2007).

Verallgemeinerungen und Konsequenzen

Klima

Die Ergebnisse der Rekonstruktion der paläoökologischen Verhältnisse der vergangenen 8300 Jahre im Untersuchungsgebiet bleiben nicht allein auf den Oberen Zemmgrund beschränkt. Da es sich um klimatisch gesteuerte Prozesse handelte, muss angenommen werden, dass diese Ergebnisse zumindest auf den Ostalpenraum bzw. Mitteleuropa übertragen werden können (siehe auch PATZELT G. 1995, 1999, 2000).

Die dendrochronologisch und palynologisch nachgewiesenen Temperatur- (und Niederschlags-)Schwankungen hatten größere Amplituden als sie seit Beginn der Instrumenten-

beobachtung (z.B. Hohenpeißenberg 1781, Sonnblick 1886) erfasst werden.

Häufige, längerfristige Perioden mit einer deutlichen Verschiebung der Waldgrenze nach oben (etwa noch 100 m höher als unter der gegenwärtigen Erwärmungsphase potenziell möglich) wurden von zeitweiligen Klimaverschlechterungen (massive Gletschervorstöße, z. B.: PATZELT G. & BORTENSCHLAGER S. 1973, SCHWENDINGER G. & PINDUR P. 2007, PINDUR P. & HEUBERGER H. 2010) unterbrochen. Wie wir heute im Untersuchungsgebiet (Waxeggalm) beobachten können, hat klimatische Erwärmung auch durchaus positive Folgen: Es bilden sich in den Gletschervorfeldern „Weideflächen aus Steinwüsten“ und es breitet sich Wald aus, mit all seinen günstigen, verminderten Wirkungen, das Naturgefahrenrisiko betreffend.

Wald

Alle dendrochronologisch analysierten Proben, über den gesamten, untersuchten Zeitraum, wurden als Zirben (*Pinus cembra* L.) identifiziert (PINDUR P. 2000, NICOLUSSI K. et al. 2007). Somit bildet die Zirbe seit über 8000 Jahren die Hauptbaumart der Waldbestände in der subalpinen Stufe des Oberen Zemmgrundes. Das bedeutet, dass sich auch während der stark ausgeprägten, holozänen Warmphasen keine Änderung der Baumartenzusammensetzung im Bereich der subalpinen Höhenstufe bzw. innerhalb der alpinen Waldgrenzregion entwickelte. Daher ist trotz der zu beobachtenden Anhebung der Wachstumshöhen Grenzen eine Entwicklung hin zu anderen Baumarten in dieser, für das Naturgefahren geschehen besonders relevanten, Höhenstufe nicht zu erwarten!

Die anthropogene Einflussnahme an und oberhalb der Waldgrenze ab der späten Jungsteinzeit ist eindeutig nachweisbar, doch war ihre Intensität sehr verschieden und bewirk-

te während der Klimagunstphasen eher nur eine geringfügige Beeinflussung des Waldwachstums. Beweidung und Rodung haben sich allenfalls auf das Wuchsalter der Baumindividuen ausgewirkt (HAAS J. N. et al. 2007).

Die Lawinenanbruchgebiete blieben auch während der holozänen klimatischen Optimalphasen unbewaldet und die Bestände darunter konnten aufgrund der Hangmorphologie nicht sehr dicht gewesen sein (ZWERGER P. & PINDUR P. 2007, ZWERGER P. & PINDUR P. 2009, WIESER, G. et al. 2009).

Lawine

Bei genügend Abstand (etwa 100 Höhenmeter sind ausreichend), entsprechender Topographie bzw. Hangmorphologie eines Anbruchgebietes zur gegebenen Waldgrenze sind waldschädigende und waldzerstörende Lawineneignisse möglich. Die für solche Ereignisse notwendigen Schneemengen fielen auch während der häufigen bzw. langfristigen holozänen Warmphasen. Die nachgewiesenen und abgeleiteten Lawinenschäden (Lawineneinfluss auf die lokale Vegetation – NICOLUSSI K. et al. 2007, ZROST D. et al. 2007, HAAS J. N. et al. 2007) bestätigen diese Annahme. Die Ergebnisse der Modellierung von Lawinenabgängen am Hang der Schwarzensteinalm stimmen mit der Fundsituation der stummen Zeugen überein und zeigen, dass sowohl eine seitliche Überbordung des zentralen Lawinenzuges als auch ein Überströmen des natürlichen Dammes möglich ist (SAILER R. et al. 2007).

Es ist anzunehmen, dass Lawinenbahnen wie der zentrale Bereich der Hauptlawinenbahn der Schwarzensteinmoor-Lawine aufgrund häufiger Kleinereignisse (ZROST D. et al. 2007) ohne Baumwuchs bleiben. Die in Bezug auf die Hauptstoßrichtung der Lawine dezentrale Konzentration von Fundobjekten lässt diesen Schluss zu.

Diese Hypothese, wie auch die Lage der

Fundobjekte und deren Ausrichtung im Moor, schließen Steinschlag und Windwurf aus. Die Schneisen werden fallweise durch Großereignisse aufgeweitet.

Die Ergebnisse der Simulationen mit SAMOS bestätigen diese Annahmen. Weiters lassen die Simulationsergebnisse aufgrund der sehr hohen Fließspitzendruckwerte auf einen bodennahen Bruch von Bäumen, deren Entwurzelung und auch der Zerstörung von Krummholzbewuchs schließen. Die Simulationen erklären zudem – durch Berührung und Überschneidung der Sturzbahn- und Ablagerungsbereiche der Haupt- und Nebenlawinenbahnen – die Streuung (mit Konzentration seitlich der Hauptsturzbahn) der Fundobjekte über den gesamten Moorbereich.

Katastrophale Lawinnenniedergänge (Anrisshöhe min. 1,5 m) mit Zerstörung des nahezu gesamten Waldbestandes am Lawinenhang „Schwarzensteinmoor“ müssen ebenfalls stattgefunden haben. Das kann auf Basis der Simulationsergebnisse – Überschneidung der Sturz- und Ablagerungsbereiche bzw. der Überströmung des natürlichen Geländerückens – und der Lage einzelner Fundobjekte im Sektor 15 des Moorbereiches B angenommen werden (SAILER R. et al. 2007).

Die zeitliche Verteilung der Lawinenabgänge, bestimmt nach jahringinternen Faktoren, lässt keine einfache Zuordnung zu bekannt klimagünstigen beziehungsweise -ungünstigen Perioden des Holozäns, unterteilt nach Waldgrenz- und Gletscherbefunden (NICOLUSSI K. & PATZELT G. 2001, NICOLUSSI K. & PATZELT G. 2006, NICOLUSSI K. et al. 2005, JÖRIN U. E. et al. 2006) zu. Allerdings deutet sich durch die Analyse der möglichen Lawinenabgänge, unterstützt auch durch die synchrone, auffallende Verkürzung der Lebensdauer der betroffenen Bäume im jüngeren Holozän, eine erhöhte Zahl von Lawinen in bereits wieder klimaugünstigeren, feucht-kühler werdenden Abschnitten des Holozäns an (NICOLUSSI K. et al. 2007).

Risiko

Zielsetzung des Projektes HOLA war es unter anderem, ein realistisches Worst-Case-Szenario für das rezente Lawinengeschehen unter Berücksichtigung von im Holozän bereits stattgefundenen Warmphasen und möglicher weiterer Klimaschwankungen zu entwickeln.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden:

- Erwärmung bewirkt besseres Waldwachstum und ein Höhersteigen der Waldgrenze. Damit wird die absolute Zahl potenzieller Lawinenanbruchgebiete verringert, bei gleichzeitig stark positiver Wirkung auf den Gebietsabfluss (GUGGENBERGER H. 1980, KRONFUSS H. 1997, MARKART G. et al. 2006, WIESER G. et al. 2008, MATYSSEK R. et al. 2009).

Das Naturgefahrenrisiko kann daher, potenziell, in vielen alpinen Bereichen abnehmen. Das bedeutet aber nicht, dass der punktuell zweifellos gegebenen Zunahme des Risikos im Hochgebirgsraum (Schlagwort Permafrost) kein Augenmerk zu leisten wäre!

- Lawineneignisse mit katastrophalem Ausmaß („worst case“) sind trotzdem möglich, aber extrem selten (etwa alle 2000 Jahre) und auch die Wiederholwahrscheinlichkeit von Großlawinen (etwa alle 500 Jahre) ist gering. Relativ häufig aber (etwa alle 130 Jahre) kommt es zu „kleineren“ Ereignissen. Diese können selbstverständlich auch katastrophale Wirkung haben, wenn davon Menschen und ihre immer sensibleren bzw. anfälligeren Einrichtungen betroffen werden! Die fiktive Annahme eines 150-jährigen Ereignisses (als das Bemessungs-

ereignis) für die Gefahrenzonenplanung und die Dimensionierung von Bauwerken dürfte daher auch für eine wärmer(?) Zukunft sehr gut gewählt sein.

- Situationen, die zu Großereignissen führen, werden nicht nur lokal beschränkt bleiben. Das muss bei raumplanerischen und sonstigen risikorelevanten Überlegungen bzw. Entscheidungen berücksichtigt werden (LUZIAN R. 2007).

Perspektive

Aufgrund der hier vorgestellten Ergebnisse können darauf aufbauende Projekte, Studien und Auswertungen – bei Ausschöpfung des noch im Schwarzensteinmoor und im Bereich des Untersuchungsgebietes vorhandenen Forschungspotenzials – weitere, wichtige und hochaktuelle (Klima-Anpassungsstrategien) Beiträge sowohl zur anwendungsorientierten Lawinen- als auch zur gebirgsökologischen Forschung leisten.

Dank

Dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol und Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal **für maßgebliche Unterstützung** vor Ort.

Herrn Univ. Prof. Dr. G. Rabeder, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Quartärforschung, **für die sehr gelungene Kooperation** bei der Herausgabe des Projekts-Sammelbandes „Prähistorische Lawinen“.

Für direkte, unentbehrliche finanzielle Zuwendungen: Dem Land Tirol – Abteilung Umwelt, der Arbeitsgemeinschaft für Hochgebirgsforschung München und einer Privatperson aus Innsbruck.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Mag. Roland Luzian

Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft A - 6020 Innsbruck

Ing. Mag. Peter Pindur

Institut für Stadt- und Regionalforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften A – 1010 Wien

A. Univ. Prof. Dr. Kurt Nicolussi

Institut für Geographie, Universität Innsbruck A - 6020 Innsbruck

A. Univ. Prof. Dr. Jean-Nicolas Haas

Institut für Botanik, Universität Innsbruck A - 6020 Innsbruck

Mag. Dr. Rudolf Sailer

Institut für Geographie, Universität Innsbruck A - 6020 Innsbruck

Ing. Peter Zwerger

Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft A - 6020 Innsbruck

Literatur / References:

BLIKRA L. H. & NEMEC W. (1993): Postglacial avalanche activity in western Norway: depositional facies sequences, chronostratigraphy and palaeo-climatic implications. In: Frenzel B., Matthews J.A., Gläser B. (eds.): Solifluction and climatic variations in the Holocene. Paläoklimaforschung/Palaeoclimate Research 11: 143-162.

BLIKRA L.H. & NESJE A. (1997): Holocene avalanche activity in western Norway: chronostratigraphy and palaeoclimatic implications. In: Matthews J.A., Brunsden D., Frenzel B., Gläser B., Weiss M.M. (eds.): Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung/Palaeoclimate Research 19: 299-312.

BORTENSCHLAGER S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. Berichte des Naturwiss.-Medizin. Vereins in Innsbruck 71: 19-56.

BRANDSTÄTTER, W., HAGEN, F., SAMPL, P., SCHAFFHAUSER, H. (1992): Dreidimensionale Simulation von Staublawinen unter Berücksichtigung realer Geländeformen, in Wildbach- und Lawinenverbau 120.

BURROWS C. J. & BURROWS V. L. (1976): Procedures for the study of snow avalanche chronology using growth layers of woody plants. Institute of Arctic and Alpine Research, Occasional Paper no. 23, University of Colorado, 13-24.

BUTLER D.R. & MALANSON G. P. (1985): A history of high-magnitude snow avalanches, southern Glacier National Park, Montana, U.S.A. Mountain Research and Development 5(2): 175-182.

CARRARA P. E. (1979): The determination of snow avalanche frequency through tree-ring analysis and historical records at Ophir, Colorado. Geological Society of America Bulletin, 90: 773-780.

CASTELLER A., STÖCKLI V., VILLALBA R., MAYER A. C. (2007): An Evaluation of Dendroecological Indicators of Snow Avalanches in the Swiss Alps. Alpine, Arctic and Antarctic Research 39(2): 218-228.

FLIRI F. (1998):

Naturchronik von Tirol. Beiträge zur Klimatographie von Tirol. Innsbruck (Universitätsverlag Wagner), 370 S.

GUGGENBERGER H. (1980): Untersuchungen zum Wasserhaushalt der alpinen Zwergstrauchheide Patscherkofel. Ph.D. thesis botany, University Innsbruck, 229 S.

HAAS J. N., WALDE C., WILD V. (2007): Holozäne Schneelawinen und prähistorische Almwirtschaft und ihr Einfluss auf die subalpine Flora und Vegetation der Schwarzensteinalm im Zemmgrund, Zillertal, Tirol, Österreich. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawineneignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 191-226.

JÖRIN U. E., STOCKER T. F., SCHLÜCHTER C. (2006): Multicentury glacier fluctuations in the Swiss Alps during the Holocene. The Holocene 16(5): 697-704.

KASBAUER D. (2006): Rekonstruktion von Lawineneignissen durch die Kombination von Lawinensimulation und dendrogeomorphologischen Methoden. Das Beispiel Hüttentobel-Lawine 1999. Geographische Diplomarbeit, Universität Innsbruck, 110 S.

KRONFUSS H. (1997): Das Klima einer Hochlagenaufforstung in der subalpinen Stufe. Berichte der Forstlichen Bundesanstalt, Nr. 100, 331 S., Wien

LATERNSER M. & PFISTER C. (1997): Avalanches in Switzerland 1500 – 1990. In: Frenzel B., Matthews J. A., Gläser B., Weiss M. M. (eds.): Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung/Palaeoclimate Research 19: 241-266.

LUZIAN R. (2007): Diskussion, Schlussfolgerungen und Ausblick. Holozänes Lawinengeschehen im Lichte der Klimageschichte und des „Klimawandels“. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawineneignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 241-247.

LUZIAN R. & PINDUR P. (2000): Klimageschichtliche Forschung und Lawinengeschehen. In: Wildbach- und Lawinenverbau, 64, 142, S. 85-92.

MARKART G., KOHL B., PERZL F. 2006:

Der Bergwald und seine hydrologische Wirkung – eine unterschätzte Größe? In: LWF-Wissen, Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 55.

MATYSSEK R., WIESER G., PATZNER K., BLASCHKE H., HÄBERLE K.H. (2009):

Transpiration of forest trees and stands at different altitude: consistencies rather than contrasts? In: European Journal of Forest Research, 128, S. 579-596.

NESJE A., BAKKE J., DAHL S.O., LIE O., BOE A.-G. (2007):

A continuous, high-resolution 8500-yr snow-avalanche record from western Norway. The Holocene 17/2: 269-277.

NICOLUSSI K. & PATZELT G. (2001):

Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner (Ostalpen). Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 36: 1-87.

NICOLUSSI K., LUMASSEGGER G., PATZELT G., PINDUR P., SCHIESSLING P. (2004):

Aufbau einer holozänen Hochlagen-Jahring-Chronologie für die zentralen Ostalpen: Möglichkeiten und erste Ergebnisse. In: Innsbrucker Geographische Gesellschaft (Hrsg.): Innsbrucker Jahresbericht 2001/2002, 16: 114-136.

NICOLUSSI K., KAUFMANN M., PATZELT G., VAN DER PLICHT J., THURNER A. (2005):

Holocene tree-line variability in the Kauner Valley, Central Eastern Alps, indicated by dendrochronological analysis of living trees and subfossil logs. Vegetation History and Archaeobotany 14(3): 221-234.

NICOLUSSI K. & PATZELT G. (2006):

Klimawandel und Veränderungen an der alpinen Waldgrenze – aktuelle Entwicklungen im Vergleich zur Nacheiszeit. BFW-Praxisinformation 2006/10, 3-5.

NICOLUSSI K., PINDUR P., SCHIESSLING P., KAUFMANN M., THURNER A., LUZIAN R. (2007):

Waldzerstörende Lawinenereignisse während der letzten 9000 Jahre im Oberen Zemmgrund, Zillertaler Alpen, Tirol. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 157-176.

PATZELT G. & BORTENSCHLAGER S. (1973):

Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). In: Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl. Bd. 16, S. 25-72.

PATZELT G. (1995):

Holocene Glacier and Climate Variations. In: Schirmer (Hrsg.) Quaternary field trips in Central Europe, München.

PATZELT G. (1999):

„Global Warming“ im Lichte der Klimageschichte. In: Löffler, H. u. E. W. Streissler (Hrsg.): Sozialpolitik und Ökologie – Probleme der Zukunft, S. 395 – 406.

PATZELT G. (2000):

Natürliche und anthropogene Umweltveränderungen im Holozän der Alpen. In : Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit. Rundgespräche der Kommission für Ökologie. Kommission für Ökologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (Hrsg.), 18, S. 119-125.

PINDUR P. (2000):

Dendrochronologische Untersuchungen im Oberen Zemmgrund, Zillertaler Alpen. Eine Analyse rezenter Zirben (Pinus Cembra L.) und subfossiler Moorböden aus dem Waldgrenzbereich und deren klimageschichtliche Interpretation. Diplomarbeit, Universität Innsbruck. Unveröffentlicht.

PINDUR P., ZWERGER P., LUZIAN R., STERN R. (2007):

Die Vegetationskartierung im Zemmgrund aus den 1950er Jahren – Grundlage für aktuelle Vergleichsstudien. Ein Ergebnis der Vegetationskartierung von Helmut Friedel in den Zillertaler Alpen. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 109-115.

PINDUR P., SCHÄFER D., LUZIAN R. (2007):

Der Nachweis einer bronzezeitlichen Feuerstelle bei der Schwarzensteinalm im Oberen Zemmgrund. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 143-154.

PINDUR P. & HEUBERGER H. (2010):

Zur holozänen Gletschergeschichte im Zemmgrund in den Zillertaler Alpen, Tirol/Österreich (Ostalpen). In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, 42/2 (2008), S. 21-89.

SAILER R., LUZIAN R., WIATR T. (2007):

Simulation als Basis für die Rekonstruktion holozäner Lawinenereignisse. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 227-238.

SAMPL P., ZWINGER T., SCHAFFHAUSER H. (2000):

Evaluation of Avalanche Defense Structures with the simulation Model SAMOS. In: Rock and Soil Engineering, 1/2000, S. 41-46.

SAMPL P. & ZWINGER T. (2004): Avalanche Simulation with SAMOS. In: Annals of Glaciology, 38, S. 393-398.

SCHMIDT R. (2007):

Erzeugung von Geodaten des Lawinenhanges „Schwarzensteinmoor“. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 43-52.

SCHWENDINGER G. & PINDUR P. (2007):

Die Entwicklung der Gletscher im Zemmgrund seit 1850. Längenänderung, Flächen- und Volumenverlust, Schneegrenzanstieg. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 53-68.

SMITH D.J., MC CARTHY D.P., LUCKMAN B.H. (1994):

Snow avalanche impact pools in the Canadian Rocky Mountains. In: Arctic and Alpine Research Nr. 26(2), S. 116-127.

STÖCKLI V. (1998):

Physical interaction between snow and trees: dendroecology as a valuable tool for their interpretation. In: Urbinati, C.; Carrer, M. (eds.): Dendroecologia - una scienza per l'ambiente fra passato e presente. Corso di Cultura in Ecologia, S. Vito di Cadore/Italia, 1-5 Sept. 1997. Padova, 79-85.

STOFFEL M., BOLLSCHWEILER M., HASSLER G. R. (2006):

Differentiating events on a cone influenced by debris-flow and snow avalanche activity – a dendrogeomorphological approach. In: Earth Surface Processes and Landforms Nr. 31 (11), S. 1424-1437.

WIESER G., HAMMERLE A., WOLFAHRT G. (2008):

The water balance of grassland ecosystems in the Austrian Alps. In: Arctic, Antarctic and Alpine Research, 40, S. 439-445.

WIESER, G., MATYSSEK, R., LUZIAN, R., ZWERGER, P., PINDUR, P., OBERHUBER, W., GRUBER, A. (2009):

Effects of atmospheric and climate change at the timberline of the Central European Alps. In: Annals of Forest Science, Paris, 66(4): 402-412.

WILD V., SCHATZ L., SCHATZ H. (2007):

Subfossile Arthropodenfunde (Acari: Oribatida, Insecta: Coleoptera) in Mooren bei der Schwarzensteinalm im Oberen Zemmgrund in den Zillertaler Alpen (Österreich). In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 117-131.

ZROST D. (2004):

Lawinenereignisse des späten und mittleren Holozäns in den zentralen Ostalpen : dendrochronologische Untersuchungen rezenter und subfossiler Zirbenhölzer im Kaunertal und Zillertal. Geographische Diplomarbeit, Universität Innsbruck, 126 S.

ZROST D., NICOLUSSI K., THURNER A. (2007):

Holozäne Lawinenereignisse im Jahrbild der subfossilen Hölzer des Schwarzensteinmoores, Zillertaler Alpen. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 177-189.

ZWERGER P. & PINDUR P. (2007):

Waldverbreitung und Waldentwicklung im Oberen Zemmgrund. Aktueller Bestand, Strukturanalysen und Entwicklungsdynamik. In: Luzian R. & Pindur P. (2007) Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 16 und Berichte des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft Nr. 141, S. 69-97.

ZWERGER P. & PINDUR P. (2009):

Veränderungen der Waldgrenze. In: Forstzeitung 120. Jahrgang, 05/09, S. 10-12.

CHRISTIAN SCHEIDL

Methoden zur Bestimmung der Mobilität von Murgängen

Run-out prediction methods to estimate debris-flow mobility

Zusammenfassung:

Methoden zur Abschätzung der Mobilität von Massenverlagerungsprozessen im Alpenraum sind ein wesentlicher Bestandteil der Gefahrenabgrenzung im Sinne einer Gefahrenanalyse. In der vorliegenden Arbeit werden ausgewählte Methoden für Murgänge vorgestellt. Präsentiert werden Grundlagen und die sich daraus ergebenden Anforderungen für die Wahl der Eingangsparameter. Dem Erkenntnisstand entsprechend werden Vor- und Nachteile aufgezeigt und Unsicherheiten der einzelnen Modelle diskutiert.

Summary:

Especially in mountainous regions, run-out prediction methods are an essential tool when delineating endangered areas prone to mass movements. This study presents selected models, their backgrounds and the requirements for choosing necessary input parameters. Based on present experiences, advantages and disadvantages as well as uncertainties of each presented model are discussed.

Einleitung

Murgänge stellen weltweit eine Bedrohung für den von Menschen besiedelten Lebensraum dar. Solch gravitative und gerinnebasierende Massenbewegungen werden in den Alpen verhäuft in kleinen und steilen Einzugsgebieten beobachtet (mit EZG-Flächen $< 25 \text{ km}^2$ und mittleren Gerinneneigungen $> 10 \%$; vgl. Rickenmann und Scheidl, 2010). Mit dem Beginn der industriellen Revolution in Europa erlangte die Bedrohung durch Murgänge auch wissenschaftliches Interesse (Duile, 1826; Müller, 1857; Landolt, 1886; Toula, 1892; Schmidt, 1896; Stiny, 1907). Neuere grundlegende Studien, die sich mit dem Prozess des Murganges näher beschäftigen, stammen von Aulitzky (1970), Hampel (1980), Costa (1984), Philips and Davies (1991), Hübl (1995), Rickenmann und Zimmermann (1993) and Iverson (1997).

Der Bedrohung durch Murgänge wurde zunächst mit aktiven Verbauungsmaßnahmen entgegengetreten. Erst in den letzten Jahrzehnten wurden passive Schutzmaßnahmen und das Risikokonzept auch für Murgangsprozesse übernommen (Fuchs et al., 2009). So haben sich im Alpenraum seit Mitte des letzten Jahrhunderts, Karten mit Angabe zu Art und Grad der Bedrohung alpiner Gefahrenprozesse zur Darstellung und Information durchgesetzt (Gefahrenhinweiskarte bzw. Gefahrenzonenplan). Dieser Wandel von reinen aktiven Schutzmaßnahmen zu einer Berücksichtigung von passiven Methoden auch für Murgänge wurde durch Dokumentationen, beginnend mit den Ereignissen 1987 in der Schweiz (Häberli et al., 1990), wesentlich unterstützt.

In jedem Fall ist es notwendig die vorherrschende Prozessart für eine effektive Anwendbarkeit von Methoden zur Bestimmung der Mobilität zu identifizieren. Vor allem bei Massenverlagerungen in Wildbächen ist die Unterscheidung von Murgängen und murartigen Fest-

stofftransporten (Definition nach ONR 24800) nicht immer einfach. Marchi und Brochot (2000), Marchi und D'Agostino (2004), Bardou (2002) und Rickenmann und Scheidl (in press, a) stellen empirische Methoden zur Unterscheidung von Prozessstypen in Wildbach-Einzugsgebieten vor.

Die Abgrenzung der gefährdeten Bereiche im Gefahrenzonenplan erfolgt im Wesentlichen aufgrund der Analyse i) der betroffenen Flächen, ii) der Intensität des Prozesses und iii) der Auftretenshäufigkeit. Gefahrenhinweiskarten stellen ausschließlich betroffene Flächen oder Reichweiten dar, ohne Berücksichtigung von Intensitäten und Auftretenshäufigkeiten.

Zu beachten ist, dass in Österreich für den Prozessstyp des Murganges keine Intensitätsgrenzen für die Bestimmung der gefährdeten Bereiche empfohlen werden. Eine Gefahrenzonierung für Murgänge erfolgt daher oft aufgrund der maximalen Reichweite sowie der maximalen seitlichen Ausbreitung in Kombination der jeweiligen Auftretenshäufigkeit der Magnitude des Ereignisses. Für den Prozess des Murganges hat sich das totale Volumen (Feststoffe + Wasser + organisches Material + Porenanteil) als Maß der Ereignisgröße durchgesetzt.

In diesem Artikel werden ausgewählte Methoden zur Darstellung potenzieller Auslaufflächen bzw. Ablagerungsflächen von Murgängen präsentiert. In einem ersten Schritt werden die grundlegenden Konzepte der Modelle vorgestellt und die Unsicherheiten der vorgestellten Modelle diskutiert. Anschließend wird auf Vor- und Nachteile für eine praxisnahe Anwendung aufmerksam gemacht.

Ausgewählte Modelle zur Bestimmung der Mobilität von Murgängen

Grundsätzlich unterscheidet man empirisch-statistische und physikalische Ansätze zur Abschätzung der Mobilität von Murgängen (Rickenmann,

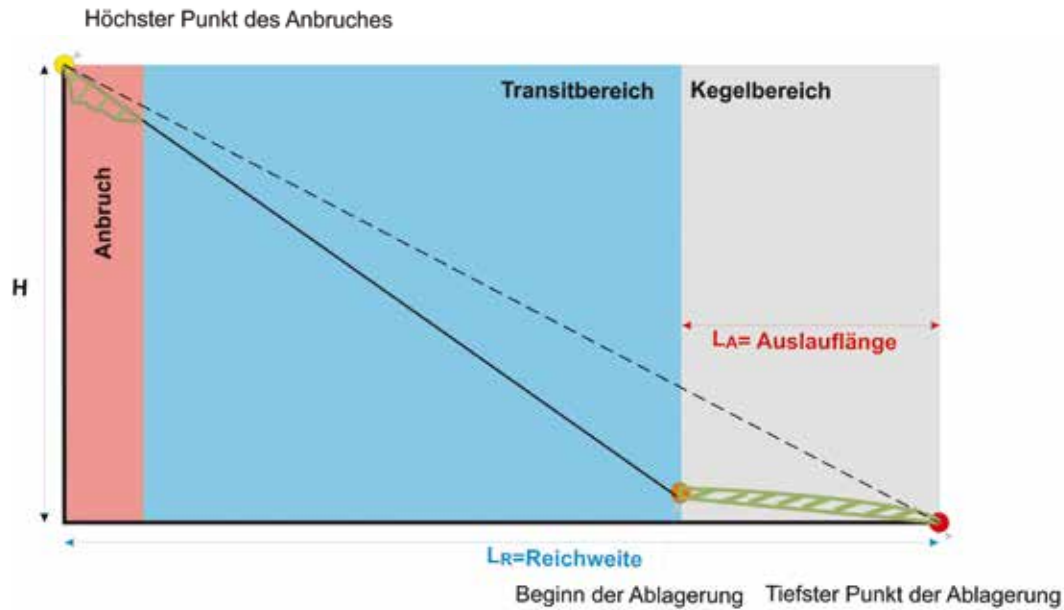


Abb. 1: Unterschied zwischen Reichweite und Auslauflänge zur Bestimmung der Mobilität von Murgängen.

Fig. 1: Difference between reach and run-out length for determining the mobility of debris flows.

2005). Dabei bestimmen Modelle zur Abschätzung der Reichweite (L_R) die horizontale Distanz vom höchsten Punkt des Anbruchgebietes bis zum tiefsten Punkt der Ablagerung. Modelle zur Bestimmung der Auslauflänge (L_A) schätzen die Horizontaldistanz (1-dimensional) oder die Ablagerungsfläche (2-dimensional) zwischen dem Beginn und Ende der Ablagerung am Kegel. Eine schematische Darstellung des Unterschiedes von Reichweite und Auslauflänge ist in Abbildung 1 ersichtlich.

Zu den empirisch-statistischen Ansätzen werden Modelle gezählt, deren Herleitung auf möglichst zahlreichen beobachteten Daten basiert. Solche Methoden besitzen eine einfache statistische Modellstruktur und die meist unkomplizierte Anwendung erleichtert eine Interpretation der Ergebnisse. Vorteile ergeben sich weiters in den wenigen und oftmals leicht zu erhebenden Eingangsparametern. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass solche empirisch-statistischen Ansätze nur für ähnliche naturräumliche Bedingungen

gültig sind, wie sie den Daten zur Herleitung des Ansatzes zugrunde liegen. Weiters sind quantitative Kriterien zur Gefahrenabgrenzung nur teilweise darstellbar (z.B.: Fließgeschwindigkeiten und Abflusshöhen).

Physikalisch basierte Methoden besitzen meist eine komplexe Modellstruktur, da sie auf Ansätze zur Beschreibung der Massenerhaltung, Impulserhaltung oder Energieerhaltung basieren. Dadurch ist für die Interpretation der Ergebnisse oftmals Expertenwissen notwendig. Für eine Anwendung müssen oft mehrere und z. T. schwierig zu bestimmende Eingangsparameter bekannt sein. Vorteile von physikalisch basierten Ansätzen liegen eindeutig in der Darstellung von quantitativen Kriterien zur Gefahrenabgrenzung (dynamische Parameter) und in der uneingeschränkten Anwendung, unabhängig von den naturräumlichen Bedingungen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in dieser Arbeit vorgestellten Modelle und deren Ansätze.

	Empirisch/statistische Modelle	Physikalische Modelle
1D	Reichweitenbestimmung aufgrund morphometrischer Größen. Corominas (1996), Rickenmann (1999)	Bestimmung der Auslauflänge aufgrund eines Modelles mit konstantem Abfluss. Takahashi und Yoshida (1979), Hungri et al. (1984), Takahashi (1991)
2D	Bestimmung der Ablagerungsfläche mittels des Volumen-Flächen Modelles "TopRunDF". Scheidl und Rickenmann (2010)	Bestimmung der Ablagerungsfläche aufgrund des erweiterten konstanten Abflussmodells "TopFlowDF". Scheidl und Rickenmann (in press,b)

Tab. 1: Übersicht über die in dieser Studie vorgestellten Modelle (verändert nach Rickenmann und Scheidl, 2010).

Tab. 1: Overview of run-out prediction models presented in this study (changed after Rickenmann and Scheidl, 2010).

1-dimensionale Modelle

Reichweitenbestimmung aufgrund morphometrischer Größen

Ein weit verbreitetes empirisches, 1-dimensionales Modell zur Bestimmung der Reichweite, basiert auf dem Ansatz des Pauschalgefälles. Dieses beschreibt einen „pauschalen“, gleichbleibenden Widerstand entlang des gesamten Fließweges und kann nach Heim (1932) als dimensionsloser Reibungswinkel dargestellt werden:

$$\tan \alpha = \frac{H}{L_R} \quad (1)$$

In Gleichung (1) bezeichnet H die vertikale Höhendifferenz und L_R die horizontale Reichweite vom höchsten Punkt der Anrisszone bis zum tiefsten Punkt der Ablagerung (Abbildung 1). Einen Zusammenhang zwischen der Reichweite L_R und dem Anrissvolumen V wurde für Murgänge von Corominas (1996),

$$L_R' = 1,03V^{0,105} H \quad (2)$$

und Rickenmann (1999),

$$L_R'' = 1,90V^{0,16} H^{0,83} \quad (3)$$

beschrieben.

Anhand von 94 Murgangereignissen in Österreich, der Schweiz und Südtirol (Italien), konnten Rickenmann und Scheidl (2010) zeigen, dass die Prognosequalität der Gleichungen (1) und (2) ähnlich sind und die Unsicherheiten der Schätzungen für beide Gleichungen bei +/- 30 % der beobachteten Reichweiten liegen (Abbildung 2). Ist man vor allem an der Auslauflänge auf dem Kegel interessiert, kann die Unsicherheit also beträchtlich sein.

Rickenmann und Scheidl (2010) fanden weiters heraus, dass bis zu einer Reichweite von 4.000 m keine systematischen Abweichungen auftraten – jedoch die beobachteten Reichweiten von murartigen Feststofftransporten unterschätzt wurden.

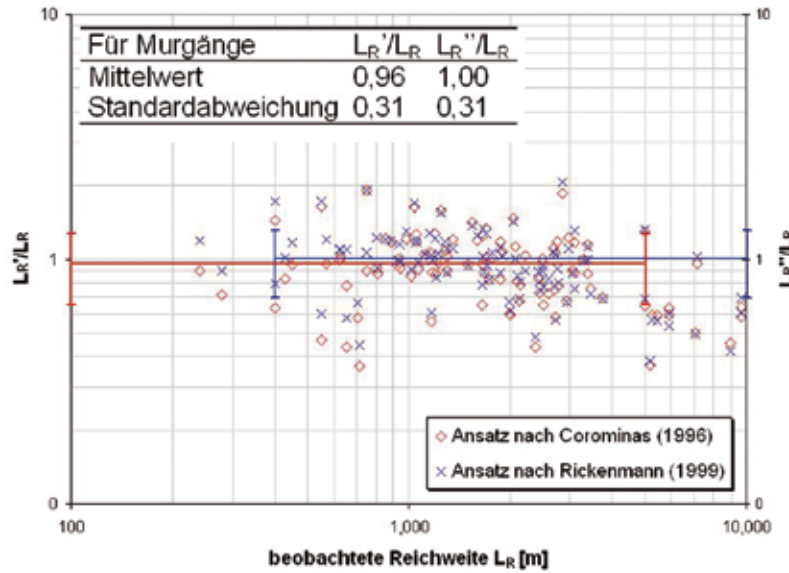


Abb. 2: Normierte berechnete Reichweiten nach Gleichungen (2) und (3) in Abhängigkeit von den beobachteten Reichweiten für 94 Murgangereignisse in Österreich, der Schweiz und Südtirol (Italien).

Fig. 2: Normalised coefficients of total travel distances based on the observed total travel distances of 94 debris-flow events in Austria, Switzerland and South Tyrol (Italy).

Bestimmung der Auslauflänge aufgrund eines Modells mit konstantem Abfluss nach Takahashi

Basierend auf der Impuls- und Massenerhaltung berechnet der Ansatz nach Hungr et al. (1984) und Takahashi (1991) die eindimensionale Auslauflänge L_A am Kegel für eine als konstant angenommene Abflussbreite wie folgt:

$$L_A = \frac{V^2}{G} \quad (4a)$$

Mit der treibenden Komponente V_2 :

$$V^2 = v \cos(\theta_G - \theta_K) \left[1 + \frac{gh \cos \theta_G}{2v^2} \right] \quad (4b)$$

und dem Fließwiderstand G :

$$G = g(S_R \cos \theta_K - \sin \theta_K) \quad (4c)$$

In Gleichungen (4a/4b) bezeichnet v die Fließgeschwindigkeit und h die Fließhöhe am Kegelhals, welcher sich häufig durch einen eindeutigen Gefällsknick zwischen dem Winkel der Gerinne- neigung (θ_G) und dem Winkel der Kegelneigung (θ_K) im Längsprofil darstellen lässt. Da es sich bei diesem Ansatz um ein dynamisches Modell handelt, ist der wichtigste Parameter in Gleichung (4c) das dimensionslose Reibungsgefälle S_R

(Rickenmann, 2005). Zu beachten ist, dass Gleichung (4a) nur dann ein plausibles Resultat (positive Auslauflänge) liefert, wenn das Reibungsgefälle S_R größer ist als der Winkel der Kegelneigung θ_K .

Zahlreiche Studien belegen, dass S_R von beobachteten Murgangereignissen nicht wesentlich größer als θ_K ist. Ein konstantes Reibungsgefälle ($S_R = \tan 10^\circ$), basierend auf acht Murgangereignissen in Kanada, berichten Hungr et al. (1984). Okuda und Suwa (1984) sowie Rickenmann (2005) berechnen das Reibungsgefälle in Abhängigkeit von der Kegelneigung mit $S_R = 1,12 \tan \theta_K$ bzw. $S_R = 1,08 \tan \theta_K$. Ähnliche Zusammenhänge fanden D'Agostino et al. (2010) mit $S_R = 1,07 \tan \theta_K$.

Rickenmann und Scheidl (2010) zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Reibungsgefälle und der Kegelneigung für Murgangereignisse in der Schweiz und Südtirol mit:

$$S_R' = 1,29 \sin \theta_K \quad (5)$$

Sie berechnen weiters ein prognostiziertes Reibungsgefälle S_R'' in Abhängigkeit von dem beobachteten Mobilitätskoeffizienten (Gleichung 8) und der Kegelneigung:

$$S_R'' = 1,95 k_{Bbeob}^{-0,13} \sin \theta_K \quad (6)$$

Abbildung 3 zeigt die Unsicherheiten der Schätzungen für beobachtete Auslauflängen von 63 Murgängen in Österreich, der Schweiz und Südtirol (Italien) für beide Reibungsgefälle S_R' , S_R'' nach Gleichung (5) bzw. (6).

2-dimensionale Modelle

Bestimmung der Ablagerungsfläche mittels des Volumen-Flächen Modelles „TopRunDF“

Basierend auf Überlegungen geometrischer Ähnlichkeiten zwischen beobachteten Ablagerungs-

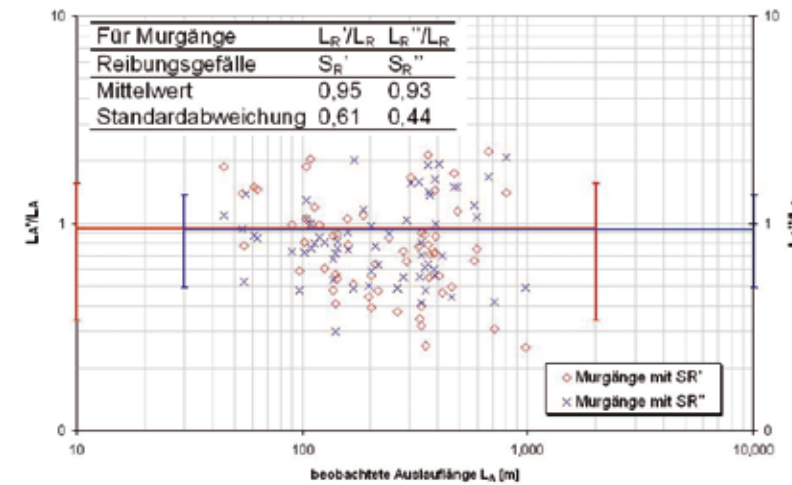


Abb. 3: Normierte berechnete Auslauflängen nach Gleichung (4a) mit unterschiedlichen Reibungsgefällen (Gleichungen 5 und 6) in Abhängigkeit von den beobachteten Auslauflängen. Die Ergebnisse basieren auf 63 Murgangereignissen in Österreich, der Schweiz und Südtirol (Italien).

Fig. 3: Normalised coefficients of run-out distances, calculated with Eq. (4a), using varying friction slopes (Eq. 5 and 6), depending on the observed run-outs. The data is based of 63 debris-flow events in Austria, Switzerland and South Tyrol (Italy).

flächen und deren mittleren Ablagerungshöhen für Lahars (pyroklastische Schlammströme) entwickelten Iverson et al. (1998) folgende Volumen-Flächen Beziehung:

$$B = k_B V^{2/3} \quad (7)$$

In Gleichung (7) beschreibt B die planimetrische Ablagerungsfläche und V das Ereignisvolumen. Der Faktor k_B ist dimensionslos und kann daher zum Vergleich der Mobilität herangezogen werden. Die Ableitung von k_B aus dem Volumen sowie der Ablagerungsfläche für beobachtete Ereignisse wird in dieser Studie, nach Scheidl und Rickenmann (2010), als beobachteter Mobilitätskoeffizient k_{Bbeob} bezeichnet:

$$k_{Bbeob} = B V^{-2/3} \quad (8)$$

In Tabelle 2 sind beobachtete Mobilitätskoeffizienten k_{Bbeob} von unterschiedlichen Untergruppen von Murgängen bzw. murgangsähnlichen Ereignissen gegenübergestellt (Scheidl und Rickenmann, 2010). Die k_{Bbeob} -Werte in Tabelle 2 liegen zwischen 6 und 200, je nach Prozessstyp beginnend bei granularen (grobkörnigen) Murgängen (kleine k_B -Werte) bis Lahars (große k_B -Werte).

Studie	Prozesstyp	Region	Anzahl der Ereignisse	k_{Bbeob}
Crosta et al. (2003)	granulare Murgänge	Alpen, Norditalien	91	6,2
Scheidl und Rickenmann (2010)	granulare Murgänge	Alpen, Südtirol	44	17,3
Griswold (2004)	Murgänge	Weltweit	44	19,9
Scheidl und Rickenmann (2010)	granulare Murgänge	Alpen, Schweiz	34	28,1
Yu et al. (2006)	Murgänge	Xueshan, Taiwan	6	28,8
Scheidl und Rickenmann (2010)	Murgänge	Alpen, Schweiz	8	32
Berti und Simoni (2007)	Murgänge	Alpen, Norditalien	24	33
Scheidl und Rickenmann (2010)	Murgänge	Alpen, Österreich	27	44,7
Capra et al. (2002)	Erdbeben und Murgänge	Transmexikanischer Vulkangürtel	6	55
Scheidl und Rickenmann (2010)	Murgangartiger und fluvialer Feststofftransport	Alpen, Österreich	27	56
Waythomas et al. (2000)	Vulkanische Erdströme	Alaska	10	91,8
Iverson et al. (1998)	Lahars	USA, Kolumbien, Philippinen	27	200

Tab.2: Vergleich der charakteristischen Mobilitätskoeffizienten k_{Bbeob} (Scheidl und Rickenmann, 2010).

Tab.2: Comparison of the observed mobility coefficients k_{Bbeob} (Scheidl and Rickenmann, 2010).

Um die Mobilität und damit die potenzielle Größe der planimetrischen Ablagerungsfläche prognostizieren zu können, kann nach Scheidl und Rickenmann (2010) folgende Beziehung angewendet werden:

$$k_{Bprog} = 5,07 S_K^{-0,10} S_G^{-1,68} \quad (9)$$

Der prognostizierte Mobilitätskoeffizient k_{Bprog} basiert auf der mittleren Kegelneigung S_K sowie der mittleren Gerinneneigung S_G . Rickenmann und Scheidl (2010) zeigen, dass die Unsicherheit der Schätzung von Ablagerungsflächen, basierend auf k_{Bprog} , +/- 70 % der beobachteten Ablagerungsflächen betragen können.

Das Programm TopRunDF dient zur Si-

mulation der Ablagerungsfläche und Ablagerungshöhe für Murgänge, und wurde von Scheidl und Rickenmann (2010) entwickelt. TopRunDF kombiniert die Flächen-Volumen-Beziehung (Gleichung 7) mit einem zufallsbasierten D8-Fließalgorithmus (Hürlimann et al., 2008) zur Bestimmung der potenziellen Fließpfade. Eingangsparameter sind das Volumen, ein Mobilitätskoeffizient (Gleichung 8 oder 9), der Startpunkt der Ablagerung sowie ein digitales Geländemodell des Ablagerungsbereiches (Murkegel).

Die bisher mit TopRunDF simulierten Ereignisse in der Schweiz und Südtirol (Rickenmann und Scheidl, 2010; Scheidl und Rickenmann, 2010; Hochschwarzer, 2009) zeigen plausible Ergebnisse. Die Ergebnisse geben weiters Aufschluss darüber,

dass die Lage der simulierten Ablagerungsfläche hauptsächlich von der Topographie des Murkegels gesteuert wird. Es ist daher wichtig, Geländemodelle anzuwenden, die eine Abbildung der topographischen Situation vor dem Ereignis wiedergeben. Eine laterale Ausbreitung der Simulation mit TopRunDF wird über die sogenannte Monte-Carlo-Iterationszahl (MCI-Zahl), die Anzahl der zufallsbasierten Fließpfade, gesteuert. Die MCI-Zahl beeinflusst direkt die Größe des Ausbreitungswinkels der simulierten Ablagerung, unabhängig von der Kegeltopographie, und kann daher als ein Parameter zur Kontrolle der seitlichen Ausbreitung betrachtet werden. Die Kalibrierung mit 14 simulierten Schweizer Murgangereignissen ergab eine optimierte MCI-Zahl von 50 (Rickenmann und Scheidl, 2010). Abbildung 4 zeigt ein Simulationsergebnis von TopRunDF für das Murgangereignis des Arundakopfbaches vom Juni 2002 (Südtirol). Das Ereignisvolumen beträgt $V = 15.000 \text{ m}^3$ und der Mobilitätskoeffizient wurde mit $k_{Bbeob} = 58$ angenommen.

Das Programm TopRunDF ist frei erhältlich und kann, nach Registrierung, unter www.debris-flow.at kostenlos heruntergeladen werden. Eine detaillierte Beschreibung von TopRunDF findet sich in Rickenmann und Scheidl (2010) sowie Scheidl und Rickenmann (2010).

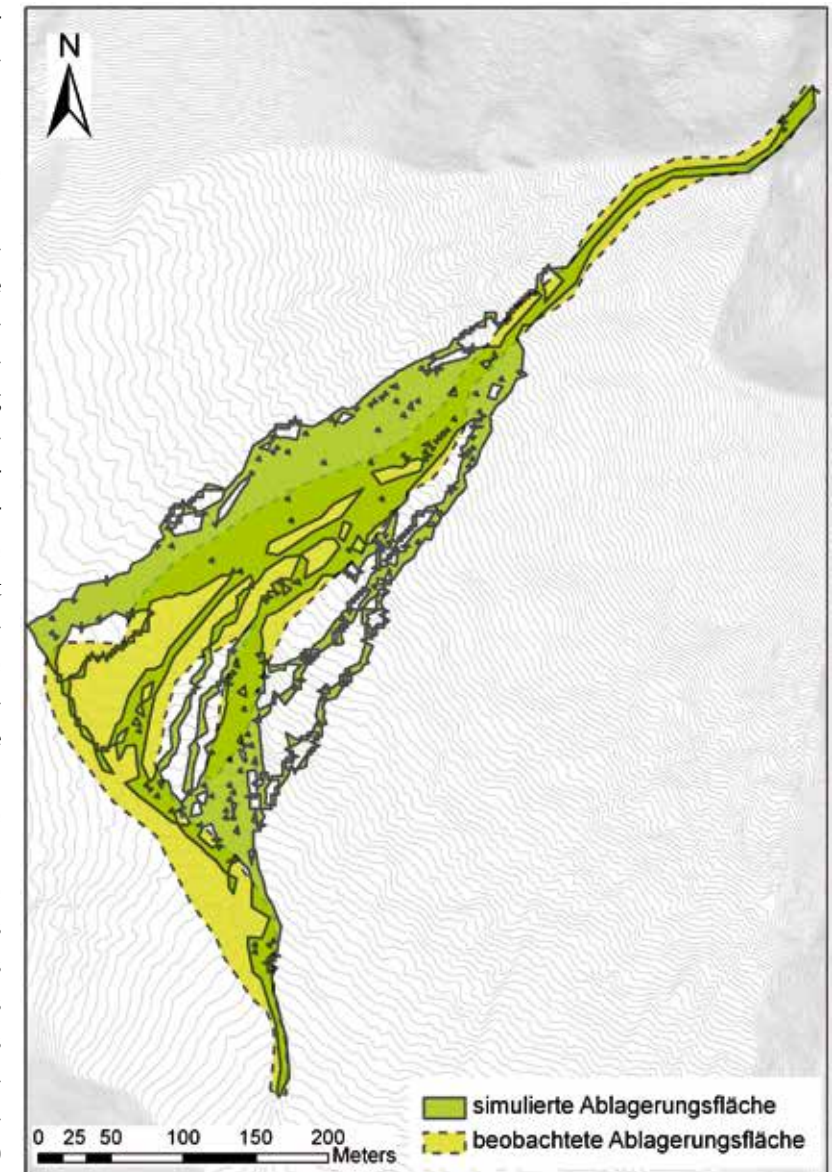


Abb. 4: TopRunDF – Simulation des Murgangereignisses vom Arundakopfbach (IT).

Fig. 4: Best-fit simulation results of the debris-flow event at the Arundakopfbach (IT), using TopRunDF.

Bestimmung der Ablagerungsfläche aufgrund des erweiterten konstanten Abflussmodells „TopFlowDF“

Das GIS-basierte Simulationsprogramm TopFlowDF kombiniert das Konzept des konstanten Abflussmodells nach Takahashi mit dem Flächen-Volumen-Modell von TopRunDF. Letzteres dient dazu einen Simulationsperimeter zu definieren, d.h. multiple individuelle Fließpfade, basierend auf einem Mobilitätskoeffizienten k_B (Gleichung 8 oder 9) und einem Ereignisvolumen V , zu ermitteln. Für jeden dieser Fließpfade wird anschließend die Auslauflänge in expliziter Form der Gleichungen (4a-c) berechnet. Hierbei hat jeder Fließpfad eine konstante Breite (Zellgröße) und einen konstanten Durchfluss – relativ zur Anzahl, Länge und Fließwahrscheinlichkeit der Fließpfade. Die Fließwahrscheinlichkeit gibt an, wie häufig eine Zelle während der Simulation überflossen wurde. Das Reibungsgefälle in TopFlowDF (S_R^*) wird nicht konstant gehalten, sondern aufgrund eines vom Anwender gewählten

Reibungskoeffizienten k_{fric} in Abhängigkeit vom Neigungsgradienten zwischen zwei Fließzellen ermittelt ($\tan\theta_{Zelle}$).

$$S_R^* = k_{fric} \tan\theta_{Zelle} \quad (10)$$

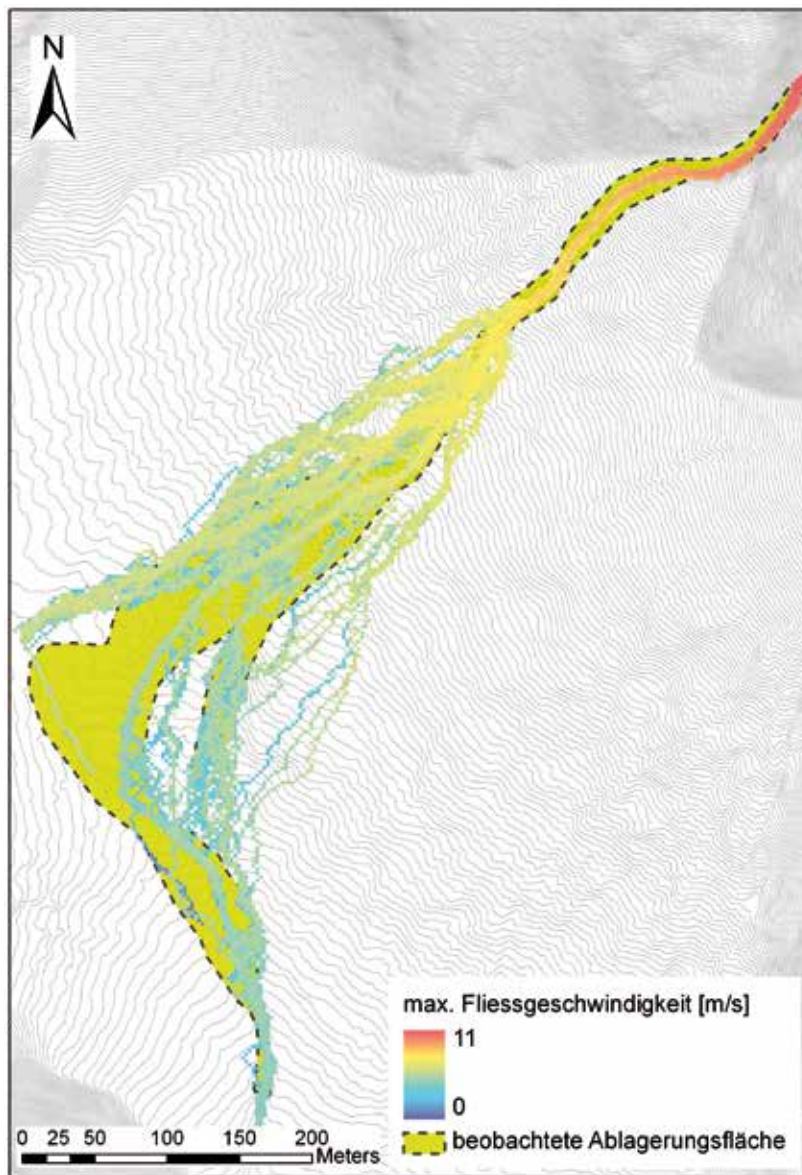


Abb. 5: TopFlowDF – Simulation der maximalen Fließgeschwindigkeiten des Murgangereignisses vom Arundakopfbach (IT).

Fig. 5: Best-fit simulation results of maximum flow velocities of the debris-flow event at the Arundakopfbach (IT), using TopFlowDF.

Notwendige Eingangsparameter für die Anwendung von TopFlowDF sind das Volumen, ein Mobilitätskoeffizient (Gleichung 8 oder 9), der Startpunkt der Ablagerung sowie ein digitales Geländemodell des Ablagerungsbereiches. Weiters muss die Fließhöhe h , Fließbreite W und ein maximaler Abfluss Q_{max} am Startpunkt der Simulation bekannt sein. Zusätzlich sind ein Reibungskoeffizient und eine mittlere Gerinneneigung oberhalb des Startpunktes anzunehmen. Ergebnisse von TopFlowDF zeigen die Verteilung der maximalen Fließgeschwindigkeiten am Kegel sowie die maximalen Fließhöhen innerhalb des simulierten Ablagerungsbereiches. Das Beispiel in Abbildung 5 zeigt simulierte maximale Fließgeschwindigkeiten mit TopFlowDF für das Murgangereignis des Arundakopfbaches vom Juni 2002 (Südtirol). Das Ergebnis basiert auf folgenden Eingangsgrößen $V = 15.000 \text{ m}^3$, $Q_{max} = 300 \text{ m}^3/\text{s}$, $h = 2,7 \text{ m}$, $W = 10,0 \text{ m}$, $k_{fric} = 1,04$.

Eine detaillierte Beschreibung sowie erste Simulationsergebnisse können in Scheidl und Rickenmann (in press, b) nachgelesen werden. TopFlowDF wird ab Juni 2011 unter www.debrisflow.at zur kostenlosen Anwendung zur Verfügung gestellt.

Diskussion und Zusammenfassung

Die gezeigten 1-dimensionalen Ansätze zur Bestimmung der Reichweite stellen eine sehr einfache Methode dar, um eine Aussage über die Mobilität eines Murganges zu machen. Die dafür notwendige, exakte Bestimmung des Anbruchgebietes ist für murfähige Einzugsgebiete jedoch nicht immer möglich. Weiters müssen der Startpunkt und das Längsprofil des Fließweges bekannt sein. Wenn sich Murgänge aufgrund einer „Verflüssigung“ der Sohle oder aufgrund einer Kombination räumlich unterschiedlicher Rutschungsgebiete entwickeln, stößt das Modell an Grenzen.

Vorsicht ist auch geboten bei teilweise konvexen Abschnitten im Längsprofil. Für Ereignisse mit eindeutigem Anbruchkriterium liefern beide Modelle akzeptable Ergebnisse für die Reichweite, hingegen kann die Unsicherheit bezüglich der Auslauflänge auf dem Kegel beträchtlich sein (Rickenmann und Scheidl, 2010).

Die Bestimmung der Auslauflänge am Kegel kann für ein Ereignis mit kanalisierter Ablagerung (wo ein tiefes Gerinne ein laterales Ausbrechen der Murenmassen verhindert) mit dem konstantem Abflussmodell nach Takahashi grundsätzlich plausibel abgeschätzt werden. Bei der Anwendung dieses Modells spielt das Reibungsgefälle S_R eine wesentliche Rolle und charakterisiert, ähnlich wie der Mobilitätskoeffizient k_B , den Fließwiderstand während der Ablagerungsphase eines Ereignisses. Tendenziell führen granulare Murgänge mit größeren Partikeln und möglicherweise kleineren Wassergehalten zu steileren Wildbachkegeln, woraus sich höhere Fließwiderstände ableiten ließen (Rickenmann und Scheidl, 2010).

Bei der Anwendung 2-dimensionaler Modelle zur Abschätzung der Mobilität eines Murganges sind mehrere innere und äußere Rahmenbedingungen zu beachten.

Zu den inneren Rahmenbedingungen gehört die Wahl der maßgeblichen Fließparameter. Das sehr einfache empirische Simulationsmodell TopRunDF benötigt außer dem Ereignisvolumen einen Mobilitätsfaktor dessen Unsicherheiten nach Gleichung (9) für eine vorwärtsgerichtete Indikation berücksichtigt werden muss. In TopFlowDF sind sowohl dynamische Fließparameter am Startpunkt als auch ein Reibungskoeffizient anzugeben. Auch hier müssen Unsicherheiten berücksichtigt werden, wenn z.B. die dynamischen Fließparameter wie Abflüsse oder Fließgeschwindigkeiten aufgrund empirischer Gleichungen bestimmt werden. Sind Fließparameter aufgrund der ganzen Murenfracht abgeschätzt, so ergeben sich

tendenziell größere dynamische Parameter als für einzelne Murschübe wie sie in der Natur beobachtet werden.

Die äußeren Rahmenbedingungen ergeben sich meist durch die Auflösung des zugrunde liegenden Höhenmodells und den Einfluss der Topographie. Im Allgemeinen erscheint es sinnvoll für den Einsatz 2-dimensionaler Methoden mehrere Varianten „durchzuspielen“ und dafür unterschiedliche Modelle anzuwenden.

Generell stellen die gezeigten Modelle zur Bestimmung der Mobilität von Murgangseignissen einfache und anwendbare Methoden zur Gefahrenabgrenzung dar. Sie können jedoch nicht die einzelnen Arbeitsschritte einer Gefahrenanalyse, wie sie für die Erhebung von Gefahrenzonenplänen oder für die Dimensionierung von Schutzmaßnahmen notwendig sind, ersetzen. Trotzdem werden Simulationsmodelle häufig zur Unterstützung einer räumlichen Betrachtung des Gefährdungspotenzials verwendet oder sind manchmal alleinige Grundlagen für die Schätzung notwendiger räumlicher und dynamischer Parameter seltener Ereignisse. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Unsicherheiten der anzuwendenden Modelle zu kennen.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl.-Ing. Dr. Christian Scheidl
 Institut für Alpine Naturgefahren,
 Department Bautechnik und Naturgefahren
 Universität für Bodenkultur, Wien
 Peter-Jordan Strasse 82
 1190 Wien
 E-Mail: christian.scheidl@boku.ac.at
 www.debris-flow.at

Literatur / References:

- AULITZKY H. (1970):
 Der Enterbach (Inzing in Tirol) am 26. Juli 1969, Versuch der Analyse eines Murganges als Grundlage für die Neuerstellung einer zerstörten Wildbachverbauung. Wildbach- und Lawinenverbau, 34, 37 S.
- BARDOU E. (2002):
 Methodologie de diagnostic des laves torrentielles sur un bassin versant alpin. Ph. D. thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- COROMINAS J. (1996):
 The angle of reach as a mobility index for small and large landslides. Canadian Geotechnical Journal 33, 260–271S.
- COSTA J. E. (1984):
 Physical Geomorphology of Debris Flows. In: Costa, J. E. & Fleisher, P. (Eds.) Developments and Applications of Geomorphology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 268-317S.
- D'AGOSTINO V., CESCO M. und MARCHI L. (2010):
 Field and laboratory investigations of runout distances of debris flows in the Dolomites (Eastern Italian Alps) – Geomorphology 115, 294 – 304S.
- DUILE J. (1826):
 Verbauung der Wildbäche in Gebirgs-Ländern vorzüglich der Provinz Tirol, und Vorarlberg. Innsbruck, 179S.
- FUCHS S., KAITNA R., SCHEIDL C. und HÜBL J. (2008):
 The Application of the Risk Concept to Debris Flow Hazards. Geomechanik und Tunnelbau 2, 120-129S.
- HAEBERLI W., RICKENMANN D., ZIMMERMANN M. (1990):
 Investigation of 1987 debris flows in the Swiss Alps: general concept and geophysical soundings. Hydrology in Mountainous Regions. II – Artificial Reservoirs Water and Slopes. IAHS, 194, 8S.
- HAMPEL R. (1980):
 Murenfracht von Katastrophenhochwässern. Wildbach- und Lawinenverbau, 44, 2, 71-102S.
- HEIM A. (1932):
 Bergsturz und Menschenleben. Fretz & Wasmuth, Zürich.
- HOCHSCHWARZER M. (2009):
 Vergleich von Simulationsmodellen zur Reichweitenabschätzung alpiner Murgänge am Beispiel Südtiroler Ereignisse. Master's thesis, University of Life Sciences and Natural Resources.
- HÜBL J. (1995):
 Muren: Prozesse und Ablagerungsformen, Beurteilung für die Gefahrenzonenplanung. Dissertation am Institut für Wildbach- und Lawinenschutz, Universität für Bodenkultur, Wien, 200S.
- HÜRLIMANN M., RICKENMANN D., MEDINA V. & BATEMAN A. (2008):
 Evaluation of approaches to calculate debris-flow parameters for hazard assessment. Engineering Geology 102: 152–163S.
- HUNGR O., MORGAN G. und KELLERHALS R. (1984):
 Quantitative analysis of debris torrent hazards for design of remedial measures. Canadian Geotechnical Journal 21: 663–677S.
- IVERSON R. M. (1997): The Physics of Debris Flows. Reviews of Geophysics, 35, 245-296S.
- IVERSON R.M., SCHILLING S.P. und VALLANCE J.W. (1998):
 Objective delineation of lahar inundation hazard zones. GSA Bulletin 110, 972–984S.
- LANDOLT E. (1886):
 Die Bäche, Schneelawinen und Steinschläge und die Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch dieselben. Schweizer Forstverein, Zürich, 94S.

MARCHI L. und BROCHOT S. (2000):
 Les cônes de déjection torrentiels dans les alpes françaises. morphométrie et processus de transport solide torrentiel. Revue de Géographie Alpine 88-3, 23–38S.

MARCHI, L. and D'AGOSTINO V. (2004):
 Estimation of debris-flow magnitude in the eastern italian alps. Earth Surface Processes and Landforms 29, 207–220S.

MÜLLER F. (1857):
 Gebirgs-Bäche und ihre Verheerungen wie die Mittel zur Abwendung der Letzteren. Krüll'sche Universitäts-Buchhandlung, Landshut, 35S.

OKUDA S. und SUWA H. (1984): Some relationships between debris flow motion and microtopography for the kamikamihori fan, north japan alps. In: Burt T. P. & Walling D. E (1984, eds.) - Catchment Experiments in Fluvial Geomorphology. 447–464, GeoBooks, Norwich, UK.

PHILLIPS C. und DAVIES T. (1991):
 Determining rheologic parameters of debris flow material. Geomorphology, 4, 101-110S.

RICKENMANN D. und ZIMMERMANN M. (1993):
 The 1987 debris flows in Switzerland: documentation and analysis. Geomorphology, 8, 175-189S.

RICKENMANN D. (2005):
 Runout prediction methods. In: Jakob M. & O. Hungr (Eds.) Debris-Flow Hazards and Related Phenomena, Springer, 305–324S.

RICKENMANN D. und SCHEIDL C. (2010):
 Modelle zur Abschätzung des Ablagerungsverhaltens von Murgängen. Wasser Energie Luft (1) 102:17-26S.

RICKENMANN D. und SCHEIDL C. (in press, a):
 Debris-flow runout and deposition on the fan. In: Bollschweiler M., Stoffel M. & Rudolf-Miklau F. (Eds.) Tracking past events on fans and cones.

SCHEIDL C. und RICKENMANN D. (2010):
 Empirical prediction of debris-flow mobility and deposition on fans. Earth Surface Processes and Landforms 35:157-173S.

SCHEIDL C. und RICKENMANN D. (in press, b):
 TopFlowDF – a simple GIS based model to simulate debris-flow runout on the fan. Proceedings of the 5th DFHM, Padua.

SCHMIDT C. (1896):
 Der Murgang des Lambbaches bei Brienz. Himmel und Erde, IX, 2, 27S.
 Stiny J. (1907): Das Murenphänomen. Vortrag gehalten am 4. und 25. Mai 1907, 9S.

TAKAHASHI T. (1991):
 Debris flow. IAHR Monograph Series. A.A.Balkema / Rotterdam / Brookfield

TOULA F. (1892):
 Über Wildbach-Verheerungen und die Mittel, ihnen vorzubeugen. Vortrag gehalten den 16. März 1892. Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, 65S.

ANDREAS DREXEL

Mur- und Hochwasserereignisse im Juli 2010 - Aufarbeitung und Erkenntnisse aus Sicht des Forsttechnischen Dienstes, Gebietsbauleitung Oberes Inntal

Debris flows and flood events of July 2010 - Reprocessing and conclusions of the Austrian Service for Torrent and Avalanche control, construction site management Oberes Inntal

Zusammenfassung:

Im Zeitraum vom 10.–17. Juli 2010 wurde das Tiroler Oberland immer wieder von Unwettern heimgesucht. Heftige Gewitter, teilweise mit Hagel durchsetzt, führten zu „klassischen“ Wildbach- Schadereignissen wie Hochwässern mit starkem Geschiebetrieb und Muren. Speziell in der Nacht vom 12.07. waren das Stanzertal und das Paznaun betroffen.

Neben den Sofortmaßnahmen zählt die Dokumentation und Analyse der Ereignisse sowie die Überprüfung der Wirkung der Verbauungen zu den unumgänglichen Tätigkeiten während und nach den Ereignissen. Die heurigen Muren und Hochwässern zeigen einerseits, wo das Gefahrenpotenzial richtig erkannt wurde, andererseits aber auch wo die Verbauungen und Gefahreinschätzungen adaptiert werden müssen.

Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus den Ereignissen vom Juli 2010 anhand von Fallbeispielen aus dem Stanzertal und dem Paznaun beschrieben.

Schlüsselwörter: Schutzmaßnahmen; Muren; Ereignisdokumentation

Summary:

In the period from the 10th to the 17th of July 2010, the Tyrolean Oberland was afflicted by torrential rain and hail. These thunderstorms led to typical torrential events like floods with strong bed load transport and debris flows. Especially the Stanzertal and the Paznaun valley were afflicted in the night of the 12th of that month.

In addition to the urgent measures (organization of temporal measures for protecting jeopardized people) the documentation and analysis of the events as well - the permanent technical control offers essential tools for efficient disaster management.

The practicality of the Austrian forest technical system was proven in summer 2010.

Nevertheless there is still a need for improvement especially concerning the design of permanent measures and hazard mapping.

The experiences from the previously mentioned events are summarized in the following documentation

Keywords: protection measures; debris flows; event documentation

Krisenbewältigung/ Koordination

Aufgrund der Anzahl und Größe der Ereignisse wurde in der Nacht vom 12. 07. 2010 in der Bezirkshauptmannschaft (BH) Landeck ein vorgesehener Krisenstab abgehalten. Hier waren Vertreter der Polizei, Feuerwehr, Landesstraßenverwaltung, des Wasserbaus, der Wildbach- und Lawinerverbauung und der Bezirkshauptmann von Landeck vertreten.

Bei einer solchen Krisensitzung wird das Vorgehen der Entscheidungsträger aufeinander abgestimmt. Essentielle Fragen, wie das Aufrechterhalten von Straßensperren, Evakuierungen sowie der Abgleich des Wissenstandes und die Einbindung zusätzlicher Fachstellen werden hier besprochen.

Daneben müssen auch administrative Fragen geklärt werden, beispielsweise das rasche Finden und die nachfolgende Bewilligung von

Deponien für das im Siedlungsraum angelagerte Murmaterial.

Generell kann gesagt werden, dass die Koordination der Hilfs- und Rettungskräfte im Bezirk Landeck, wohl auch aufgrund der zahlreichen leidvollen Erfahrungen aus der Vergangenheit, hervorragend und reibungslos ablief. Besonders zu betonen ist, dass dem Bewahren eines gewissen Überblickes in einer solchen Nacht und dem Zeitraum danach nicht genug Bedeutung beigemessen werden kann. Hierbei spielen die modernen technischen Kommunikationsmittel (Digitalfunk), wie sie in Tirol seit 2005 vorhanden sind, eine Schlüsselrolle.

Bereits am 13.07. um 7.30 Uhr waren Vertreter der Gebietsbauleitung Oberes Inntal mit dem Hubschrauber des Innenministeriums unterwegs, um sich ein Bild über die Schadensausmaße im Bereich von Kappl und dem Stanzertal zu machen.

Name	Einzugsgebiet [km ²]	Geschätzter Spitzenabfluss (Quelle: Hübl et al. 2010.)	Ereigniszeitpunkt	Prozess	Zustand/Wirkung der Verbauung	Folgeprojekt	Besonderheit
Rammelbach	3,01	200 m ³ /s	12.07. 2010 gegen 18:50 Uhr	Murstoß, später Hochwasser mit Geschiebe	schwer beschädigt	SM	Blöcke >5 m ³
Dawinbach	5,48	160 m ³ /s	12.07. 2010 gegen 18:00 Uhr	Murstöße	zerstört	SM	Wildholz und Blöcke >5 m ³
Diasbach	6,84	90 m ³ /s	12.07. 2010 gegen 19:15 Uhr	Hochwasser mit Geschiebe	beschädigt	PE	ca. 100.000 m ³ Ablagerung im Siedlungsgebiet; Rückstau der Trisanna
Eggerbach	1,07	8 m ³ /s	12.07. 2010 gegen 19:15 Uhr	Hochwasser mit Geschiebe	unverbaut	PE	Starke Grabeneintiefung
Farstrinne	6,34	k.A.	17.07. 2010 gegen 20:00 Uhr	3 Murstöße; später Hochwasser	Becken verfüllt	SM	Blöcke bis 75 m ³

Tab. 1: Übersichtstabelle über die Fallbeispiele.

Tab. 1: Case study overview.

Fallbeispiele

Nachfolgende Fallbeispiele wurden bzgl. ihrer Relevanz für eine fachliche Diskussion ausgewählt. Nicht unwesentlich bei dieser Auswahl war auch ein teilweises Versagen von bereits gesetzten Maßnahmen bzw. die Ereignisstärke (Magnitude). Anzumerken ist, dass es im Sommer 2010, auch zu „unspektakulären“ Ereignissen kam, bei denen die gesetzten Maßnahmen ihre Funktionsfähigkeit bewiesen.

a. Rammelbach/ Gemeinde Flirsch

Kurzbeschreibung:

Beim Rammelbach in der Gemeinde Flirsch kam

es in den Abendstunden des 12.07. zu einem durch Hagel ausgelösten Murstoß. Die Murmatrix war mit großen Blöcken durchsetzt. Die Groblöcke beschädigten die oberhalb des Beckens situierte Sperrenstaffelung. Hier wurden die Kronen in Mitleidenschaft gezogen. Durch eine ungünstige Belastung während des Murganges wurden die Sperrenbalken der Geschieberückhaltesperre aus den seitlichen Einbindungen gehoben. Dadurch kam es, dass das Geschieberückhaltebecken in seiner Funktion stark eingeschränkt wurde. Unterhalb des Beckens führten die großen Blöcke zu Schäden an den Sohlgurten. Im Bereich der Bundesstraße kam es aufgrund des verstärkten Geschiebetriebes zur Anlandung von Geschiebe. Die Rosanna wurde an das orografisch rechte Ufer gedrängt.

Konsequenz/Schlussfolgerung:

- Sanierung der Sperrenstaffelung und der Sohlgurte: Die Kronen der Sperrenstaffelung werden oberhalb des Beckens nicht mehr mit Granitsteinen verkleidet, sondern teilweise mit Stahlblechen. Bei den obersten Sperren wird versucht eine zusätzliche Dämpfung mittels Kunststoffen



Abb. 1: Große Blöcke (~ 3 m³) konnten die Geschieberückhaltesperre passieren und wurden im Siedlungsbereich abgelagert.

Fig. 1: The retention basin was passed by the large blocks (~3 m³), they were deposited in the settlement area.



Abb. 2: Die ausgehobenen Balken der Geschieberückhaltesperre, der Murstoß kam von unten rechts, folgten der Dammböschung und schwappten auf die Beckenoberkante (lila Linie).

Fig. 2: The downer bars of the outlet structure were lifted by the debris flow. The debris flow followed the dam (right side of the picture) and overtopped it next to the outlet structure (purple line).



Abb. 3: Beschädigte Sperre der Staffelung oberhalb des Geschiebeauffangbeckens. Blockgröße ~12 m³

Fig. 3: One of the damaged check dams above the retention basin. Block volume: ~ 12 m³

b. Dawinbach/Gemeinde Strengen

Kurzbeschreibung:

Beim teilverbauten Dawinbach, Gemeinde Strengen, kam es aufgrund von starken Eintiefungerscheinungen nach Starkregen am Abend des 12. auf den 13. Juli zu mehreren Murgängen. Die für diesen Murgang zu gering dimensionierte Abflusssektion wurde durch den Murgang soweit beschädigt, dass sie in weiterer Folge funktionsun-

fähig wurde. Es kam zur Ablagerung von großen Blöcken und Wildholz, da das Unterlaufgerinne, im Speziellen die alte Reichsbrücke, nicht in der Lage war, die Abflussspitzen der Muren aufzunehmen. Von diesem Ereignis konnte ein Video aufgenommen werden, das Überborden im Unterlauf konnte dabei sehr gut dokumentiert werden. Eine Analyse dieses Videos ergab eine Geschwindigkeit von ca. 5m/s (Hübl et al. 2010).



Abb. 4:
Ein großer Block blieb in der orig. rechten Sperrenöffnung stecken; ca. 10m³ (lila Pfeil)

Fig. 4:
A large block got stuck in the flow-dosing dam; block volume ~10 m³ (purple arrow)



Abb. 5:
Mehrere große Blöcke (ca. 8 m³) wurden orig. links auf dem Parkplatz unterhalb der alten Reichsbrücke abgelagert.

Fig. 5:
Several large blocks (~ 8m³) were deposited on the left hand side of the torrent after the old bridge.

Konsequenzen/Schlussfolgerung:

- Überdenkung des Verbauungskonzeptes
- Der Mittelpfeiler des, für einen Murstoß, zu gering bemessenen Sperrbauwerkes wurde nach den Aufräumarbeiten gesprengt, die Balken nicht mehr eingelegt



Abb. 6: Geschiebeablagerung im Siedlungsgebiet, das Gerinne ist ausgewaschen, die Ablagerungen in der Rosanna erkennbar.

Fig. 6: Sediment deposit in the settlement area and the Rosanna river; the channel of the Dawinbach torrent is free of debris.

c. Diasbach/Gemeinde Kappl

Kurzbeschreibung:

Der teilverbaute Diasbach tiefte sich im Mittellauf bis zu 6 m ein. Durch Nachböschungen und Rutschungen fielen große Geschiebemengen an. Der Vorfluter (Trisanna) konnte dieses Geschiebe nicht abführen. Es kam zu rückschreitender Auflandung

und Überbordung aufgrund nachfolgender Murschübe. In unmittelbarer Siedlungsnähe und im Siedlungsgebiet wurde nach ersten Schätzungen ca. 60.000–65.000 m³ Murmaterial abgelagert. Tatsächlich mussten im Zuge der Sofortmaßnahmen 82.000 m³ Murmaterial maschinell abtransportiert werden, somit beläuft sich die Geschiebefracht des Ereignisses auf ca. 100.000 m³ (bei einem unterstellten Transport der Trisanna von ca. 18.000 m³). Das Ablagerungsgefälle des Murkells betrug 11%–15%.

Die Trisanna staute sich durch den Geschiebeeinstoß des Diasbaches kurzfristig auf, überbordete und überschwemmte 4 Häuser auf der orographisch linken Seite, taleinwärts des Diasbaches.

Während des Ereignisses mussten ca. 50 Häuser mit etwa 250 Personen im Ortsteil Lochau, orig. links des Diasbaches, evakuiert werden; es waren auch umfangreiche Sachschäden zu verzeichnen.

Größtenteils erfüllte die Staffelung ihre Funktion und verhinderte im Mittellaufbereich eine Eintiefung wie im unmittelbar anschließenden oberen Bereich des Einzugsgebietes. Hier wird aufgrund der Umgehung einer Sperre bzw. teilweisen Freilegung mehrerer Sperren die Bedeutung der Flügeleinbindung in den Hang aufgezeigt (Abbildung 10). Eine Flügeleinbindung in diesem Baufeld ist aufgrund der steilen und tlw. instabilen Grabeneinhängen nur sehr schwer möglich.

Der ministeriell genehmigte Gefahrenzonenplan der Gemeinde Kappl unterstellt dem Diasbach einen Spitzenabfluss von 38 m³/s (Reinwasser: 33m³/s) bei einer geschätzten Geschiebefracht von ca. 31.000m³. Der Bach wurde als murfähig angesehen, beim Spitzenabfluss wurde jedoch nur ein Geschiebeanteil von 15 % angenommen.



Abb. 7: Blick vom Hubschrauber am 13.07.2010; der Ortsteil Lochau wurde schwer getroffen. 250 Personen mussten evakuiert werden.

Fig. 7: Overview of the event on the 13th of July 2010 from the helicopter. The area of Lochau was hardly affected by the Diasbach, 250 persons had to be evacuated.



Abb. 8: Der aktuelle Gefahrenzonenplan mit den Ablagerungs-kariert und Überschwemmungs-gebieten (gestrichelt) vom 12.07.2010

Fig. 8: The actual Hazard Zone map with the deposit (checked) and flood (dashed) area of the event from the 12th of July 2010.

Konsequenzen/Schlussfolgerung:

- Weiterführung der Verbauung; Projekt in Ausarbeitung
- Schaffung eines Geschiebeablageraumes vor der Einmündung in die Trisanna
- Gefahrenzonen, liegen trotz wesentlich größerer Geschiebefracht/Abflussdichte im „guten“ Bereich, die Gefahrenzonen – als Summenzonen aller möglichen Ereignisarten – haben sich in diesem Fall bewährt. Konsequenz in der Betrachtung des Abflussspitze (Hochwasser vs. Mure) ist jedoch notwendig.
- Überlegungen von Kurvenüberhöhungen der Sperrenflügel; Adaptierung der verwendeten Bautype
- Optimierung der Abflusssektionen in murfähigen Wildbächen wird erarbeitet.
- Diskussion über die Sinnhaftigkeit der hydrologischen Bemessung von murfähigen Wildbächen



Abb. 9: Die Staffellung zeigte tlw. Funktionsfähigkeit, wurde aber leicht beschädigt. Bei den Außenbögen der Bachachse wurden die Leitwerke hinterspült, eine Sperre wurde vom Diasbach umgangen (lila Linien).

Fig. 9: The chain of check dams showed its full functional capabilities. However they were damaged by the debris flow. The training structures in the torrent turnout were eroded (purple lines).

Abb. 10: Die Konsolidierungssperren wurden als „Kastensperre“ errichtet. Da keine (Flügel-) Einbindung in den Hang besteht, können die Sperren bei einer Überlastung der Abflusssektion umfahren/ seitlich ausgewaschen werden.

Fig. 10: The check dam was built as a "box dam. In the case of overflowing of the discharge section there are no wings to resist the erosion process.





Abb. 11:
Die Gemein-
destraßenbrü-
cke bei hm 4,5
wurde durch
die Mure
versetzt. Die
Schäden am
Tragwerk sind
erkennbar (lila
Pfeil).

Fig. 11:
The bridge for
the municipal
road was
displaced by
the debris
flow. The
purple arrow
shows the
damage of the
construction.



Abb. 12:
Bereich der
Grabenein-
tiefung bei
hm 13. Die
Nachbö-
schungen und
Setzungser-
scheinungen
sind noch im
Gange.
Die ursprüng-
liche Gerin-
nesohle lässt
sich aufgrund
der Brücke
erahnen.

Fig. 12:
The picture
shows the
erosion in the
middle reach
of the torrent.
The banks and
slopes are
active at the
moment.
The position
of the original
channel bed is
indicated by
the bridge.

Abb. 13:
Bereich der
Grabenein-
tiefung: Der
Diasbach
tiefte sich
stellenweise
bis zu 6 m ein.

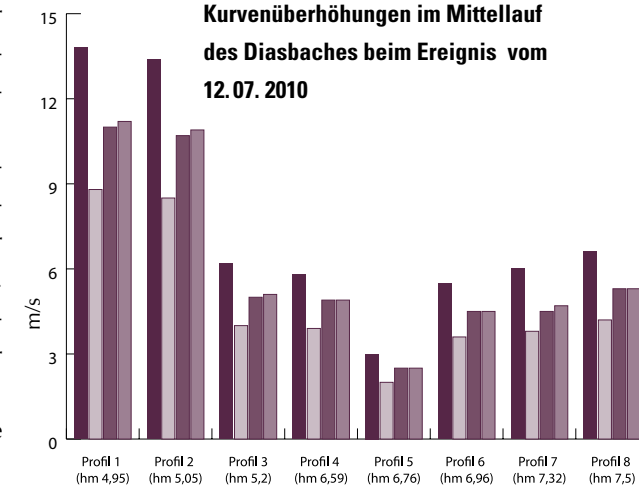
Fig. 13:
Strong ero-
sion in the
middle reach.
Originally the
bed of the
Diasbach was
6 m above the
actual bed
before the
debris flow
occurred.



Berechnungen:

Im Diasbach zeigten sich starke Kurvenüberhöhungen im gestaffelten Bereich. Mithilfe dreier Ansätze wurde versucht das Ereignis rückzurechnen. Nachfolgend sind diese drei Ansätze zur Bestimmung der Geschwindigkeiten kurz erläutert. Im verbauten Mittellauf war es möglich, die Kurvenüberhöhungen des Ereignisses zu beobachten. Bei einem Gefälle von 20° kann mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s gerechnet werden. Abbildung 15 stellt die Ergebnisse der Geschwindigkeitsberechnungen aus den Aufnahmen der Kurvenüberhöhungen dar. Die Werte von Profil 1 und Profil 2 sind als Ausreißer zu betrachten, die Werte sind unrealistisch hoch.

**Geschwindigkeiten aus den
Kurvenüberhöhungen im Mittellauf
des Diasbaches beim Ereignis vom
12.07.2010**



	Profil 1 (hm 4,95)	Profil 2 (hm 5,05)	Profil 3 (hm 5,2)	Profil 4 (hm 6,59)	Profil 5 (hm 6,76)	Profil 6 (hm 6,96)	Profil 7 (hm 7,32)	Profil 8 (hm 7,5)
Fließgeschwindigkeit nach Haiden; 1925 in Aulitzky; 1989	13,8	13,4	6,2	5,8	3,0	5,5	6,0	6,6
Fließgeschwindigkeit Arbeitsgruppe Hydrologie; 1996	8,8	8,5	4,0	3,9	2,0	3,6	3,8	4,2
Fließgeschwindigkeit nach Selby, 1993	11,0	10,7	5,0	4,9	2,5	4,5	4,5	5,3
Mittelwert	11,2	10,9	5,1	4,9	2,5	4,5	4,7	5,3

Abb 14: Fließgeschwindigkeiten aus Kurvenüberhöhungen; die Profile wurden an den Konsolidierungssperren erhoben.

Tab. 14: Velocity of the debris flows, calculated based on the super-elevations; the cross-sections were taken at the check dams.

Die verwendeten Formelansätze stellen sich wie folgt dar:

Arbeitsgruppe Hydrologie; 1996:

$$V = k_c * (g * \tan \beta * R_c * \cos \Theta)^{1/2} \quad [\text{m/s}]$$

Wobei

k_c = Korrekturfaktor (0,63),

g = Erdbeschleunigung [9,81 m/s²],

β = Neigung der Kurvenüberhöhung [°],

R_c = Kurvenradius [m]; Θ = Gerinneneigung [°]

Haiden, 1925 in Aulitzky, 1989

(in Landeshydrologie und -geologie hrsg. 1996):

$$V = [(g * \tan \beta R_a)^{1/2} * 1/2 * (1 + (R_a - b)/R_a)] \quad [\text{m/s}]$$

Wobei

R_a = Radius der Kurvenaußenseite [m],

b = Breite der Murgangsspuren [m]

Selby, 1993:

$$v = (k_1 * r_c * g * \cos \beta * \tan \delta)^{0,5} \quad [\text{m/s}]$$

Wobei

r_c = Radius der Kurvenaußenseite [m],

δ = Winkel der Kurvenüberhöhung quer zur Bachachse [°],

k_1 = Korrekturfaktor [1] (nach Costa, 1984)

d. Eggerbach/ Gemeinde Kappl

Kurzbeschreibung:

Durch starke Gewittertätigkeit kam es am Abend des 12.07.2010, parallel zum Ereignis beim benachbarten Diasbach, zu einem Hochwasserereignis mit Geschiebetrieb. Dabei mussten ca. 20 Personen (Hotel Dorfstadel) evakuiert werden. Vier Wohngebäude, drei Fremdenverkehrsbetriebe, ein Gewerbebetrieb und ein Wirtschaftsgebäude wurden beschädigt. Insgesamt waren ca. 150 lfm Gemeinestraße einige Tage unterbrochen.



Abb. 15:
Der Bereich der Talstation Diasbahn und B188 Silvrettastraße verklauste die viel zu gering bemessene Künette, das Geschiebe wurde abgelagert.

Fig. 15:
In the vicinity of the federal highway B188 the trench was far too small. The torrent was blocked in this area and the sediments were deposited outside of the trench.

Durch die starke Hochwasserfracht tiefte sich der Eggerbach auf seiner gesamten Länge stark ein. Im Bereich von hm 1–7 führten die Nachböschungen zu Schäden.

Die Schäden an Gebäude und Infrastruktur werden auf ca. 1.000.000 Euro geschätzt (Auskunft Gemeinde Kappl).



Abb. 16:
Am Hotel Dorfstadel kam es durch das Ereignis vom 12.07. zu starken Schäden, ca. 20 Personen mussten hier evakuiert werden. Schadenssumme ca. 800.000 Euros (Auskunft Besitzer)

Fig. 16:
The Hotel Dorfstadel was severely damaged by the event of the 12th of July, 2010. 20 persons had to be evacuated. The owner estimated the loss amount to be 800,000 euros.



Abb. 17:
Der Brückendurchlass bei hm 3,27 war zu klein; Verklausung und seitlicher Bachaustritt waren die Folge.

Fig. 17:
The runoff section of the municipal bridge was too small, the torrent got blocked and sediments were deposited.

Konsequenz/ Schlussfolgerung:

- Der Gefahrenzonenplan wurde bei diesem Ereignis bestätigt. Bei der kommissionellen Überprüfung des GZP Kappl waren alleine für den Eggerbach 10 Einsprüche zu verzeichnen, welche um eine Rücknahme dieser Zonen baten. Die Begründung war damals eine vermutete übertriebene Darstellung des Planverfassers.



Abb. 18: Der ministeriell genehmigte Gefahrenzonenplan der Gemeinde Kappl, Teilbereich Eggerbach: Die „üppigen“ gelben Zonen waren Gegenstand heftiger Kontroverse. Das Ausmaß der roten Zone wurde unterschätzt (Verklaungen).

Fig. 18: The hazard zone map of the Eggerbach in the community of Kappl. The „opulent“ yellow zones was heatedly discussed. The red zone was too small; there were a lot of log jams by the bridges.

- Ein Projekt mit einem Umfang von 1,8 Millionen Euro wurde unmittelbar nach dem Ereignis ausgearbeitet und befindet sich in Ausführung.

e. Farstrinne/ Gemeinde Umhausen

Kurzbeschreibung:

Am 17.07.2010 wurde das Einzugsgebiet der Farstrinne/Gemeinde Umhausen im Ötztal von einer Gewitterzelle getroffen, die Berge sollen danach „weiß wie im Winter“ gewesen sein (Hagel). In weiterer Folge kam es zu drei Murschüben mit nachfolgendem Hochwasser. Die eben fertig gestellten Geschieberückhaltebecken zeigten volle Funktionsfähigkeit, dennoch traten einige interessante Details zu Tage:

- Das Verlandungsgefälle variierte beim gleichen Bach bei unterschiedlichen Ereignissen sehr stark. Bei der Farstrinne wurde ein Verlandungsgefälle von 14% angenommen und bereits beobachtet. Beim Ereignis vom 17. Juli erreichte das Verlandungsgefälle aufgrund des hohen Wasseranteils nur 3–5%
- Die lichte Weite der Balken war für den ersten Murstoß zu groß, sodass die Mure den ersten Auffangraum beinahe ungehindert passieren konnte. Der zweite und dritte Murstoß führte zur teilweisen Verfüllung des oberen Beckens, mit Blockgrößen von bis zu 75 m³.

Konsequenz/Schlussfolgerung:

- lichte Weite der Sperrbalken zu groß
- Diskussion über die Vermeidung der zu erwartenden extremen Punktlasten auf die Sperrbalken

Abb. 19: Oberes Geschiebeauffangbecken: Hier wurden ca. 17.000 m³ abgelagert. Das gesamte Ablagerungsvolumen belief sich auf ca. 35.000–40.000 m³. Überraschend war der geringe Verlandungswinkel von 3–5%, 14% wurden bereits beobachtet.

Fig. 19: In the upper retention basin, app. 17,000 m³ of sediment have been deposited. The overall deposited material is in the range of 35,000 to 40,000 m³. The slope of the deposit was very surprisingly only 3-5%; 14% were observed during the past.



Abb. 20: Die Hochwasseranschlagsmarke des Ereignisses (lila Linie).

Fig. 20: The tracing of the flood (purple line).





Abb. 21:
Großblöcke
mit bis zu
~75 m³
wurden in der
Murmatrix
mittransportiert.

Fig. 21:
A large block
with ~75 m³
volume was
transported
by the debris
flow.



Abb. 22: Selber Block aus einer anderen Blickrichtung; die Sperrerbalken hätten der extremen Punktlast vermutlich nachgegeben.

Fig. 22: The same block from another view: the bars of the outlet structure would, most probably, not be able to resist the extreme point load.



Abb. 23:
Unterhalb des
Auslaufbau-
werkes bei
hm 11: Auch
größere Blö-
cke (ca. 5 m³)
konnten die
Balkenöffnun-
gen passieren.

Fig. 23:
Downstream
of the outlet
structure at
hm 11. Also
larger blocks
(~ 5 m³)
were able to
pass the
structure.



Abb. 24: Teilverfülltes unteres Becken: hier wurden ca. 20.000 m³ abgelagert.

Fig. 24: Partially filled lower retention basin next to the Öztaler Ach river: ca. 20,000 m³ have been deposited here.

Zusammenfassung/Resümee

In der Gebietsbauleitung Oberes Inntal wurden im Juli 2010 zahlreiche Ereignisse registriert. Insbesondere das Stanzertal und das Paznaun waren davon betroffen. Durch die intensiven gravitativen Prozesse kam es zu Beschädigungen von Schutz- und Siedlungsinfrastrukturen.

Die Ereignisse zeigten im Wesentlichen das, was in der Gefahrenzonenplanung erwartet wurde. Die vorhandenen Verbauungseinrichtungen erfüllten größtenteils die ihnen zugeordnete Funktion, dadurch konnten größere Schäden im Siedlungsraum verhindert werden. Adaptierungen, die sich aus den neuen Erkenntnissen ergeben, befinden sich heute in der Umsetzung. Besonderes Augenmerk gilt hier der Dimensionierung der Bauwerke auf die Belastungen bei einer Mure.

Das Problem von auftretenden Spitzenbelastungen (Punktdrücken) aufgrund von großen Grobblecken, welche in der Murmatrix mitgeführt werden, bleibt vorerst bestehen. Eine konstruktive Optimierung der Auslaufbauwerke ist notwendig. Zu überlegen bleibt, ob eine hydraulische Bemessung bei murfähigen Wildbächen zulässig ist und bleiben soll. Eine rein hydraulische Bemessung führt zur Unterschätzung des tatsächlich auftretenden Potenzials des Einzugsgebietes und in weiterer Folge beim Bau von Schutzinfrastruktur und Brücken zur zu geringen Bemessung von Abflussquerschnitten im Murfall. Derzeit ist jedoch keine praktikable Lösung zur Abschätzung bzw. Berechnung der zu erwartenden Größen vorhanden. Erfahrungswerte lassen sich nur bedingt auf andere Einzugsgebiete umlegen.

Genauso wie es prinzipiell nicht zulässig ist, von der Jährlichkeit des Niederschlages auf die Jährlichkeit des Abflusses zu schließen, ist es in der Projektierung von Schutzbauwerken nicht zulässig die Verbauungen auf bestimmte „Refe-

renzereignisse“ hin zu dimensionieren. Insbesondere die Dimensionierung von Geschieberetentionsräumen und deren Auslaufbauwerke bereiten dem/der Projektant/in Probleme. Die Bandbreite im Prozessbereich ist, selbst innerhalb eines Einzugsgebietes, nur sehr schwer abschätzbar und variiert im Bereich von Murstößen bis hin zu Hochwässern. Möglichst detailgenaue Grundlagenerhebung bleibt in der Planung unentbehrlich.

Conclusion

The construction site of the Oberes Inntal was afflicted by numerous events, especially in the Stanzertal and the Paznaun valley. A lot of debris flows and floods were registered and protection measures and settlement structures were damaged.

The map of the hazard zone helped to forecast the severeness of the events. The technical protection structures fulfilled their functions. Prospectively some adaptations based on the perceptions of the past need to be implemented.

The problem of point loads caused by large blocks in the debris flows still persists. At the moment the constructional optimization of the outlet structures is in progress.

The hydrological design of torrents having the potential of debris flows is discussed at the moment. A hydrological design leads to an underestimation of the runoff potential and consequently - to an underestimation of runoff sections. At the moment there is no practical solution for the estimation or calculation of the torrential potential. Empirical values cannot be transformed from one to another catchment area; as this method has large uncertainties.

Especially the design of retention basins and their outlet structure in torrents with debris flows is a major problem for the experts. The range of the processes is wide, even within one catchment area. As a consequence, approximations

are difficult to handle and vary from debris flows, to debris floods and up to floods with sediment loads. Detailed estimations of the fundamental processes are very important for the design of mitigation measures.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Andreas Drexel
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
Gebietsbauleitung Oberes Inntal
Langgasse 88
6460 Imst
andreas.drexel@die-wildbach.at

Literatur / References:

HÜBL, J., CHIARI, M., SCHEIDL, C., WIESINGER, T., ANGELMAIER, G. (2010): Die Wildbachereignisse im Sommer 2010 Ereignisdokumentation (ER-DOK10 Band 2); IAN Report 141, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur-Wien.

Landeshydrologie und -geologie, Bern hrsg. (1996): Empfehlungen zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Teil II Fachliche Grundlagen und Fallbeispiele. Arbeitsgruppe operationelle Hydrologie, Bern.

Studienunterlagen VO 871309: Channel Prozesse (floods, sediment transport, debris flows); WS 2005/06: Kapitel E5 Debris flow, gelesen von Dieter Rickenmann und Roland Kaitna,

Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien.

Schärddinger Granit Industrie AG
A-4782 St. Florian am Inn, Gopperding 17
Tel.: 07712/3116-0, Fax: 07712/3116-50
e-mail: info@schaerdingergranit.at
www.schaerdingergranit.at

DI Werner Tiwald ZT-Ges.m.b.H.

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Werner Tiwald

staatl. befugter u. beiderter Ing.-Kons. für Forst- u. Holzwirtschaft, Wildbach- u. Lawinerverbauung

allg. beid. u. gerichtlich zertifiz. Sachverständiger

A-3223 Wienerbruck, Langseitenrotte 19

A-6020 Innsbruck, Saurweinweg 5

Tel. +43 2728 20404

Fax +43 2728 20408

Mobil +43 664 2047240

E-Mail: buero@tiwald.at

Website: www.tiwald.at

Planung – GZPs – Simulation – Ausschreibung – Bauleitung – Gutachten – Sicherheitsanalysen



alpin.consulting

PANAGIOTIS STEFANIDIS, STEFANOS STEFANIDIS, FANI TZIAFTANI

Torrential environment and preliminary assessment of sediment transport to Lake Megdoba (Tavropos) in Greece

Das Wildbachpotenzial und vorläufige Bewertung des Sedimenttransports in den See Megdoba (Tavropos) in Griechenland

Summary:

A major impact on storage capacity of artificial reservoirs is the accumulation of alluvium transported from the catchment by drainage networks during high flow events. In this paper, the transportation of catchment sediment to the Lake of Megdoba (Tavropos), Greece was studied. Results show that the Lake Megdoba catchment may deliver substantial sediment during high flow events. To assess the rate of sedimentation, a dam was built within a small subcatchment ($F=4.49 \text{ km}^2$). This dam retained 160 m^3 of sediment during a small period of intense rainfalls. The volume of sediment accumulated during the study period equated amounts of approximately $36 \text{ m}^3/\text{km}^2$. This rate of sediment transport is very high in comparison to other catchments in Greece as well as internationally.

Keywords: reservoirs, catchment, sediment transport, torrential environment

Zusammenfassung:

Große Auswirkungen auf die Speicherkapazität von künstlichen Reservoiren hat die Akkumulation von Alluvium, das aus den Einzugsgebieten während großer Abflussereignisse befördert wird. In diesem Beitrag wird der Sedimenttransport in den See Megdoba (Tavropos) in Griechenland aus dessen Einzugsgebieten untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Einzugsgebiete erhebliche Sedimentmengen bei großen Abflussereignissen in den See befördern. Zur Beurteilung der Sedimentationsrate wurde ein Damm in einem kleinen Teileinzugsgebiet gebaut ($F = 4,49 \text{ km}^2$). Dieser Damm hielt während einer kurzen Zeit intensiver Regenfälle 160 m^3 Sedimente zurück. Das kumulierte Volumen der Sedimente während der gesamten Untersuchung beläuft sich auf rund $36 \text{ m}^3/\text{km}^2$. Dieser Sedimenttransport ist sehr hoch im Vergleich zu anderen Einzugsgebieten in Griechenland und international.

Stichworte: Stauseen, Einzugsgebiet, Sedimenttransport, sintflutartige Umwelt

Introduction

A method to exploit surface flows or springs in order to satisfy the continuously increasing needs for water supply, irrigation, industrial use or production of hydroelectric power is the concentration in reservoirs by manufacturing big or small dams in the main or secondary watercourse of rivers and torrents.

Major threats to these reservoirs are sediments transported by streams. This process is related to the decrease in their capacity and, consequently, to the reduction of their lifetime as well as the deterioration of water quality.

Reservoirs act as sediment traps, interrupting fluvial sediment transport by producing a quiescent pool into which inflowing solids are deposited. Without measures to balance sediment inflows, the reservoir's storage capacity, will decrease by a significant degree (Fan and Morris 1992, Varstraeten and Poesen 2000, Jain and Smith 2000).

In order to study this process, an extensive study of the torrential environment (potential

of torrents is required. This environment is determined mainly by four basic factors: these are climate, relief, vegetation and geological support. Greece demonstrates certain particularities such as a rather intense relief, uneven rainfall distribution during the year, small percentage of forest cover (18.60%) and geological support that comprises highly erodible rocks. These particularities produce severe problems of erosion, landslides and degradation of landform of torrents and rivers. Sediments that this produces are transported and deposited in the lowlands causing severe problems and destructions. Moreover, sediments aggrade rapidly artificial reservoirs created by the construction of dams.

Many small reservoirs in the mountainous area of Italy are exposed to the risk of sedimentation and, for this reason, it has been decided that these constructions ought to be protected by the implementation of hydronomical works (Scheurlein 1987). The problem of sedimentation exists here also and in many reservoirs in Cyprus (Koneatis 1974).

Researchers tried to study the risk of degradation from the action of torrents many years

ago. In 1963, Margaropoulos estimated that the annual soil loss of the Gallikos River catchment ($F=930 \text{ km}^2$) amounts to $323 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$. Also Kotoulas in 1984 estimated that the volumes of deposits produced by torrents in the plain of Thessaloniki ($F=11218 \text{ km}^2$) district as well as in Thermaikos gulf came up to $863 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$.

Regarding the results from other researchers, we know that in Central Macedonia, at small catchments, between $3.09\text{-}5.85 \text{ km}^2$ degradation takes amounts from $132.8 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ to $311.54 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ (Kalinderis and Maris 2009). Moreover, the degradation at the Gerampini catchment ($F=1,06 \text{ km}^2$) reaches $2250 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ (Sapountzis et. al 2006) one of the biggest values ever record in Greece and the mean annually produced sediment for the wider drainage area of Lake Tavropos was calculated as $1,970 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ (Houliaras et. al 2007). Finally, it was estimated that the mean annual degradation for Greece is $650 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ (Kotoulas 1984).

The purpose of this paper is to determine the torrential environment (potential) of the Lake Megdoba drainage catchment and to assess the rate of sedimentation by monitoring the sedimentation process of the reservoir.

Research Area

The artificial Lake Megdoba was created by the Public Power Corporation in 1957 at the basin of torrent Megdoba, an affluent of Acheloos River, by the construction of an arch dam. The technical specifications of the dam are following: 83.5 m height, 188.00m crest length and 795.20 m crest height. The elevation of the highest water level of the lake is 792.00 m . It has a total extent of 25.20 km^2 . The total drainage area, which supplies the lake runoff, has an extent of 141.80 km^2 , therefore the lake amounts to 17.77% of the total drainage area. The lake has a capacity of $400,000,000 \text{ km}^3$.



Abb. 1: The research area

Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet

Research Method

Many of the researchers have tried to classify mountainous watersheds. In 1826 Duile was the first who attempted to classify mountainous watersheds. Since then, many important researches have been made (Surell 1942, Demonzey 1878, Stiny 1931, Margaropoulos 1964, and Kotoulas 1972). The classification of Kotoulas was the only classification that defined specific torrential types.

According to Kotoulas classification, which was used in our research, the four basic factors are relief, climate, vegetation and geological support.

For this study, the research area was mapped and the morphometrics attributes of the drainage basin calculated. The meteorological data of the existing weather stations were collected, interpreted and revised. Moreover, the vegetation cover was analyzed and the torrential petrographical formations of the research area were defined based on the geological maps of Greece (scale 1:50000).

Finally, we monitored the sedimentation

process. For this part of the research we measured the volume of materials that had collected beside a small impounding dam constructed for the protection of the adjacent road and the monitoring of the sediment transport capability of the stream.

Results & Discussion

Drainage Network and the Morphometrical Attributes

Lake Megdoba is the collector of an open drainage network in the basin of Megdoba torrent, a sub-basin of the Acheloos river.

The drainage area has an extent of 141.80 km^2 . In the next table (Table 1), the most important morphometric attributes that prescribe the morphology of the mountainous basins are presented (Kotoulas 2001).

According to Table 1, the sub-basins of the torrents have a small size compared to the size of the lake. Furthermore alluviation is caused mainly by the two bigger torrents Kastritsiotis and Bezoulas. Finally, the inflow points of the torrents in the lake are distributed in such a way that their alluviation is of minor importance.

The torrents, except Kastritsiotis and Bezoulas, occupy a rather small area in comparison to the total lake area and for this reason they do not cause serious problems.

The Kastritsiotis torrent, whose drainage area is rather important in size, produces large amounts of sediments that causes severe problems of sedimentation and may result even in the extension of outfall of the torrent up to an existing crannog.

a/a	Name of torrents	Area (Km^2)	Elevation			Main Stream Length (Km)	Main Stream Slope (%)	Basin Slope (%)
			Hmin	Hmax	Hmed			
1	Karitsiotis	50,35	792	2154	1346	9,8	11,22	55,78
2	Neoxoriou	3,72	792	1380	1070	2,3	19,26	24,73
3	Mpelagias	3,58	792	1480	1133	3,2	17,81	32,68
4	Bezoulas	24,61	800	2154	1387	8,9	11,23	44,25
5	Kryoneriou	6,19	792	1720	1106	4,1	17,07	29,4
6	Garborema	2,75	792	1016	843	2,4	7,92	20,36
7	Anonymo	3,26	792	1076	944	2,8	6,07	23,93
8	Mouchas	3,45	792	1247	990	2,1	14,25	35,94
9	Surface in-between	43,89	792	1380	883	-	-	-
10	Megdobas	141,8	792	2154	1159	-	-	-

Tab. 1: The basins of artificial lake and its morphometric attribute

Tab. 1: Die Einzugsgebiete des Stausees und ihre morphometrischen Attribute

Torrential Factors

The basic factors of torrentiality, which specify the torrent environment (potential) of a region, are: climate, relief, vegetation and geological support (Kotoulas 1972, Stefanidis 1990). These factors were analyzed for each sub-basin and for the drainage area of Lake Megdoba as a whole.

Climate

The climate is the attack factor on the geological support, both for the production and transport of sediments. In order to study the climate of the research area, we collected meteorological data from twelve meteorological stations, which function both in the drainage area and in the wider region, for a significant period of time.

a/a	Meteorological Station	Altitude (m)	Duration (years)
1	Karitsas	1130	8
2	Lamperon	600	8
3	Morfobounou	780	9
4	Mouchas	870	27
5	Bezoulas	930	16
6	Neraida	923	11
7	Tavropou	850	29
8	Karditsas	111	34
9	Karoplaisio	910	19
10	Mesenikola	870	8
11	Peukofutou	690	30
12	Trikalon	112	34

Tab. 2: The meteorological stations that function within or near the basin of Lake Megdoba

Tab. 2: Die meteorologische Stationen innerhalb oder in der Nähe der Einzugsgebiete des Sees Megdoba.

Mean monthly annual precipitation (mm)

a/a	Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
1	Karitsas	128,6	152	146,9	90,7	123,2	70,6	25,8	26	89,2	207,7	254,4	386,8	1701,9
2	Lamperou	89,6	75,7	80,2	62,8	58,3	40,1	21,7	23	60,5	123,4	100,3	143,6	879,2
3	Morfobouniou	125,7	139,2	111,7	61,3	87,6	46,9	37,2	29,8	82,3	222,7	189,5	256,3	1390,2
4	Mouchas	150,6	152,4	108,7	59	115,4	52	20,5	23,4	59,3	196,4	180,8	307,4	1425,9
5	Bezoulas	160,3	142,9	126	83,2	98,9	60,2	38,5	29,1	76,8	208,5	239,3	328,5	1592,2
6	Neraidas	140,3	124,8	178,2	86	110,5	48,7	20,9	22,3	88,6	218,4	242,5	390,2	1671,4
7	Tavropou	165,7	170,4	143,1	66,7	90	51,4	16,1	23,1	62,5	219,3	204,2	299,3	1511,8
8	Karditsas	85,3	77,7	78,2	53,2	48,6	38,9	20,5	13,9	42,8	96,5	129,8	101,5	786,9
9	Karoplesiou	185,7	223,7	213,5	72,5	88,3	53,3	24,5	37,4	79,5	192,9	202,38	421,5	1795,18
10	Mesenikola	138,1	186,2	148,2	83,7	93,1	60,7	29,5	32,4	83,7	186,3	176,7	328,7	1547,3
11	Peukofutou	80,3	98,4	126	83,8	52,6	26,8	9,9	13,8	55,2	141,5	124,8	144,1	957,2
12	Trikala	92	78,6	86,7	57,1	44,9	33,8	23,1	12,3	40,2	97,1	113,1	102,5	781,4

Tab. 3: Mean monthly and annual precipitation of the meteorological stations at the basin of Megdoba

Tab. 3: Mittlerer monatlicher und jährlicher Niederschlag der meteorologische Station beim See Megdoba

According to the data from the above-mentioned meteorological stations, the annual rainfall in the drainage area is significant. Especially at the position of the reservoir, which is the lower level of the research area, the average annual rainfall amounts to 1511.83 mm/year while the minimum average precipitation (in August) is no less than 23.1mm and the maximum average precipitation does not exceed 299.3 mm.

Relief

The role of the relief is regulating, while it determines the intensity with which the climate acts and can demonstrate or intensify the flood phenomena. The maximum elevation in the drainage area of Megdoba Lake is significant (2154m), however due to the elevation of the construction dam (792m), the altitude differences are limited considerably.

The basins of the torrents in the drainage area of Megdoba Lake, especially those of Kastritsiotis and Bezoulas, are mountainous areas with steep slopes.

Vegetation

Research was made on vegetation and plant cover. This research shows that the land use is normal forest 68.89%, sparse forest 13.11%, coppice of high density 2.31%, sparse coppice 2.04%, range lands 5.5%, alpine rangelands 7.61%, agriculture areas 0.46% and naked areas 0.08%. Consequently, forest in the drainage area of Lake Megdoba offers a good hydrogeonomic effect, which practically means that extensive torrential phenomena are not reported. However the good amount of plant cover does not prevent the emergence of intensive flood phenomena.

Geological support

The types and the extension of the torrential petrographical formations in the research area were defined. According to our research, the drainage area as well as the sub-basins of torrents consists of flysch (94.38%), a formation that is characterized mainly by landslides and gully erosion, beach bank erosion to a lesser extent (Aulitzky 1980). Besides the flysch formation, a small amount of limestone formation is found (7.97%).

Torrential Environment (Potential)

Research of the four basic torrential factors has shown the following. The harsh climate with several cloudbursts, the precipitous relief and the rather erodible geological support (mainly flysch), determines a special torrential potential. The plant cover in the area is good and eliminates severe torrential action. However, intense flood phenomena continue to appear since they are not affected by the amount of plant cover. As a result, a significant number of sediment production spots continue to exist, resulting in the production of sediment and debris.

Research of sediment transport capability in the Kiraintan torrent

The study of the four basic factors of torrentiality in the drainage area of Megdoba has shown that, despite the good amount of plant cover, it is characterized by an intense torrential environment that provides the torrent with considerable volumes of sediments.

Forest cover in the drainage area reduces the extensive torrential action. However, as it was mentioned above, it cannot affect intense

incidents. As a result, torrential phenomena occurring in the drainage area are landslides, gully erosions and sheet erosions.

For the completion of the research, a small torrent stream (Kiraintan torrent, $F = 4,49 \text{ km}^2$), which is a tributary of Kastritsiotis torrent, was studied. In the main watercourse of the Kiraintan torrent a small impounding dam was constructed that aimed at the protection of the adjacent road and the monitoring of the sediment transport capacity of the stream.

Estimation of maximum water discharge at the Kiraintan tributary

Estimation of maximum water discharge (100 years interval time) was made by the use of the following equations:

- Coutagne : $Q_{\max} = \alpha * F^{1/2}$, $\alpha = 20-40$
- Valentini : $q_{\max} = \frac{30}{F^{1/2}}$, $Q_{\max} = q_{\max} * F$
- Kresnik : $q_{\max} = \alpha \frac{32}{0,5 + F^{1/2}}$, $Q_{\max} = q_{\max} * F$
- Muller: $q_{\max} = c_m \frac{40}{F^{1/a}}$, c_m : coefficient of runoff
- Fuller: $Q_N = Q_1 * (1 + \beta * \log_{10} T) * \left(1 + \frac{2,66}{F^{0,30}}\right)$

Q_1 : mean water flow of torrents with time interval of one year (m^3)

$$Q_1 = 1,8 * F^{0,8}$$

T: recall period

Frequency (years)	$1+0,8\log T$
1	1,000000
5	1,559200
10	1,800000
20	2,014080
30	2,181680
40	2,281680
50	2,359200
100	2,600000

Tab. 4: Values for the Fuller equation

Tab. 4: Werte für die Fuller-Gleichung

The coefficients used in the above equations are outfall factors. Most of the equations used determine the special runoff q ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$). Total discharge of water is found by the equation $Q_{\max} = q_{\max} * F$ (m^3/sec), where F is the total extent.

Basin	Q (m^3/sec)	Kiraintan
Countage		84,76
Valentini		63,57
Kresnik		109,72
Muller		54,43
Fuller		41,94
Mean		70,84

Tab. 5: The estimated maximum water flow of the Kiraintan torrent

Tab. 5: Die ermittelte maximale Wassermenge des Kiraintan Wildbaches.

Estimation of the maximum sediment discharge

The estimation of maximum sediment discharge was achieved by the use of empirical equation of Stiny and Herheulidze:

$$G_{\max} = \frac{P_n m}{Y_n \cdot (100 - P_n)} \cdot Q_{\max}$$

G: Sediment discharge of torrent streams (m^3/sec)

Q: Water flow of torrent stream (m^3/sec)

P_n : % weight of sediments for a certain slope (from table 5)

m: Rate of torrential action of torrents (from table 6)

Y_n : Weight of one cubic metre of transferred sediments which varies depending on the nature of sediments (m^3)

Basin slope (%)	P_n (%)
<15	20
16-25	25
26-35	30
36-45	35

Tab. 6 Values for the factor P_n

Tab. 6: Werte für den Faktor P_n

Factor Y_n is determined from the texture of transport materials (sand rubble, shingle, boulder etc.) and their carpentry (limestone, granite etc), it varies between 1.5 (sand) and 2.6 (shingle granite).

Basin Category	Torrent character of basin	m Value		
		from	to	mean
I	Intense torrential action	1,00	1,50	1,30
II	Mean torrential action	0,90	1,10	1,00
III	Small torrential action	0,70	0,90	0,80
IV	Smidgen torrential action	0,50	0,70	0,60

Tab. 7: The rate of torrential action m of mountainous basin

Tab. 7: Werte des Wildbachcharakters von gebirgigen Einzugsgebieten

$$G_{\max} = \frac{40 * 1,0}{2,6 * (100 - 40)} * 70,88 = 18.17 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Consequently, the maximum sediment discharge at the position of the dam amounts to $G_{\max 100} = 18.71 \text{ m}^3/\text{sec}$. Moreover, the maximum water flow and sediment discharge ($Q_{\max 100} + G_{\max 100}$) at the position of the dam is $Q_{\max 100} + G_{\max 100} = 89.05 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Construction of the dam

Based on the maximum water and sediment discharge ($Q_{\max 100} + G_{\max 100}$), the appropriate transversal section in the mainstream was chosen. The dam was dimensioned as follows: Height: $H_n = 1,5\text{m}$, Foundation Depth: $H_f = 1.0\text{m}$ and Spillway Height: $H_A = 1.5\text{m}$

The purpose of this dam is to retain floodwaters and to trap sediments produced upstream. The construction lasted 15 days and was completed on December 5, 2001. The construction has a pilot nature. In order to control the torrential environment of the Kiraintan torrent, the forest techniques and torrent control works system should be applied.

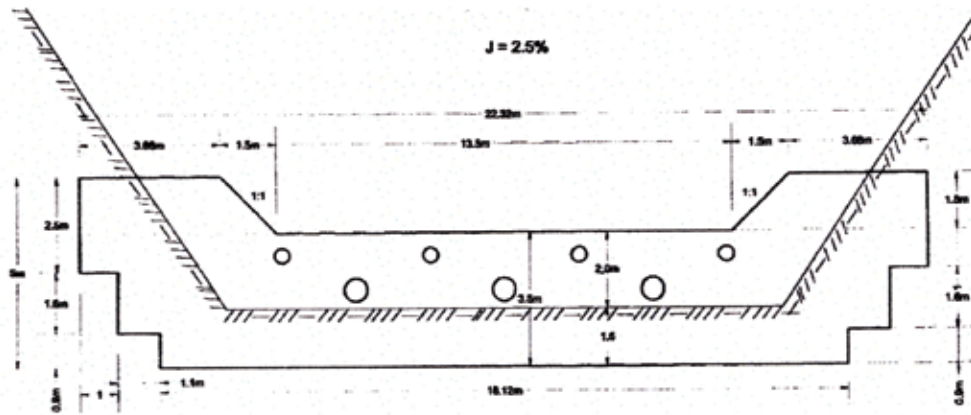


Abb. 2: Forefront of impounding dam

Abb. 2: Ansicht der Rückhaltesperre

Also the presence of flysch in the area results in many landslide problems that should be confronted with the application of proper stabilization works on the surface.

Observation of the development sediment transport capability

Transport of sediments inside streambed of torrential streams condensed when into the handle important water discharge. Basic outfall of stream is not very big. Meanwhile the flood discharge (after a rapid rainfall) is important.

At start we must record rapid rainfalls from the meteorological station of Tavropos (altitude 850m).

At the appearance period of important discharge (look at dam position eftsoon from rapid rainfalls) calculation of arrived water discharge of dam with the method of runoff trace.

After the completion of dam construction (5 December 2001) and as demonstrated by records of meteorological stations, we had the following rainfalls

6 December 2001: 22.00mm

1 January 2002: 10.00mm

18 January 2002: 32.00mm

Furthermore, in the period from 17 December 2001 to 22 December 2001 intense rainfalls developed in the area resulting in the appearance of flood discharge and the transport and deposit of large amounts of debris materials above the dam. Calculating the volume of this material uphill of the imprinted cross-section shows that, until 17/2/2002, 160m³ of sediment was held back. If we take into account that the basin that produces this material has an size of 4.49 km², we can say that the degradation of the basin is 35.63 m³/km² after only a very small period of intense rainfalls.

Conclusion

Lakes or natural reservoirs are usually formed by the water supplied by torrent runoff. Furthermore, runoff, according to the torrential environment that forms the watershed (climate, geology, vegetation and relief) is usually associated with debris flow. As a result, many lakes and reservoirs are

undergoing a sedimentation process which leads to an important reduction of their total capacity.

In this research, an attempt was made to determine the torrential environment of an area that has been considered environmentally important since an artificial reservoir was established.

The main reason for the construction of the dam, which resulted in a reservoir, was the continuously increasing needs for water supply, irrigation, industrial use or production of hydroelectric power. Thus, the sedimentation of the reservoir has many socioeconomic consequences.

In order to monitor the sedimentation process, we chose the appropriate transversal section in the mainstream of the Kastritsiotis torrent and we dimensioned a dam based on the maximum water and sediment discharge. After intense rainfall we visited the dam and we measure the volume of material that had collected beside it. This is very important because we use real measurements as a basis and not the result of some models.

Our research proved that despite the sparse forest cover we have a significant level of sediment production due to intense rainfalls and the fragile geological support in the wider area. Taking all this into account, we anticipate that the volume 35.63 m³/km² of sediment that we calculated for the torrent of Kiraintan (F=4.49 km²) after only a very small period of intense rainfalls is rather important. The volume of 160 m³ of sediments that were kept beside the impounding dam produced only from Kiraintan (F=4,49 km²), a conductor of the Kastritsiotis torrent (50.35 km²). The volume of sediments resulting from the wider drainage area (F=141.8 km²) is a multiple of this so the reservoir at Lake Megdoba is directly threatened by sedimentation. It is necessary to

apply the combined forest technique torrent control system at the torrents that flow into the lake so as to avoid sedimentation. The purpose of this system is the direct protection of the plain areas from the debris flow that deposited there and the check of the flood discharge for the protection of the works at the lowlands. This entire works will protect the Lake Megdoba from sedimentation (Stefanidis et al 2001). The proposed works are check dams, screen dams, sediment control dams, basic stability dams, plain arrangement and deposit dams.

Anschritt der Verfasser / Authors' addresses:

Panagiotis Stefanidis

Accosiate Professor

Faculty of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water management
and Control,

Aristotle University ofThessaloniki, Univ. Campus,
P.O Box: 268, 54124, Thessaloniki, GREECE.

E-mail: stefanid@for.auth.gr

Stefanos Stefanidis

Forester

Faculty of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water management
and Control,

Aristotle University ofThessaloniki, Univ. Campus,
P.O Box: 268, 54124, Thessaloniki, GREECE.

E-mail: ststefanid@gmail.com

Tziaftani Fani

Forester, Msc

Faculty of Forestry and Natural Environment,
Institute of Mountainous Water Management
and Control,

Aristotle University ofThessaloniki, Univ. Campus,
P.O Box: 268, 54124, Thessaloniki, GREECE.

E-mail: fani_tz@yahoo.gr

Literatur / References:

- AULITZKY H. 1980:
Preliminary Two-fold classification of Torrents. International Symposium of INTERPRAEVENT, Linz, pp. 285-310.
- DEMONZEY P. 1978:
L' extension des torrents en France par le reboisement. Paris
- DUILE J., 1826:
Über Verbauuny der Wildbache in Gebirgsländern vor züglich in der Provinz Tirol und Voralberg. Innsbruck.
- FAN J. and MORRIS G. 1992:
Reservoirs Sedimentation II: Reservoir Desiltation and Long Term Storage Capacity. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 118 No.3, pp. 373-384.
- JAIN S. and SINGH P. 2000:
Assessment of sedimentation in Bhakra reservoir in the western Himalayan region using remotely sensed data. Journal des Sciences Hydrologiques, Vol. 47, No.2, pp. 203-212.
- KALINDERIS I. MARIS F. 2009:
Estimation of the mean annual soil loss and the mean annual sediment discharge as a basis for the rational management of the watersheds. Scientific Annals of the Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resource. Vol.2, No.1, pp. 491-506.
- KONEATIS C. 1974:
Dams of Cyprus, Republic of Cyprus, Ministry of Agriculture and Natural Resource, Water Development Department, Cyprus, pp. 1-264.
- KOTOULAS D. 1972:
Die Wildbache Suddeuschalands und Griechenlands. Teil.1. Bericht Nr. 25. Munchen.
- KOTOULAS D. 1984:
Denudation and sedimentation in Greece as an example - from the Mountains and the plain of Salonica, International Symposium of INTERPRAEVENT, Villach, pp. 343-353.
- KOTOULAS D. 2001:
Mountainous Water Management and Control. Vol I. Aristotle University of Thessaloniki, Aristotle University Press, Thessaloniki. pp- 1-681.

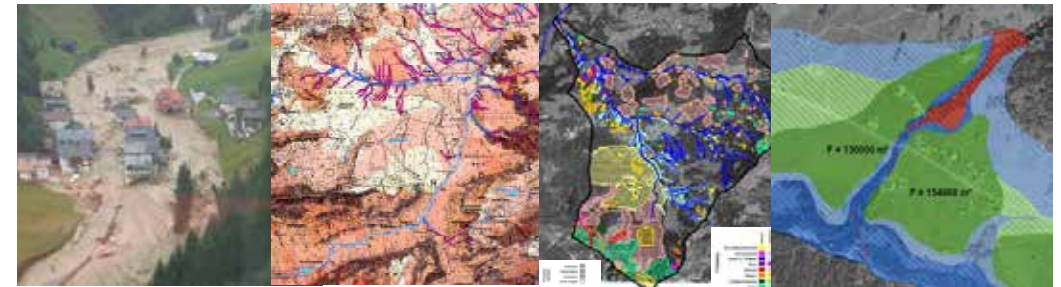
- MARGAROPOULOS P. 1963:
The water erosion and the torrent phenomenon. Athens. pp 1-209.
- MARGAROPOULOS P. 1964:
Rapport sur la classification des basins torrentiels FAO/ EFC/TORR/64/2.
- VERSTRAETEN G. and POESEN J. 2000:
Estimating trap efficiency of small reservoirs and ponds: methods and implication for the assessment of sediment yield. Progress in Physical Geography Vol. 24, pp-219-251.
- SAPOUNTZIS M. PAPATHANASIOU T. and MYRONIDIS D. 2006:
Determination of the degradation in the watershed of torrent Gerampini, Zagora, Pelion. 10th Hellenic Conference of Hellenic Hydrotechnical Union. Hanthi, pp. 135-142.
- SCHEURLEIN H. 1987:
Sedimentation of reservoir. Method of prevention and techniques of rehabilitation. First Iranian Symposium on Dam Engineering. Iranian National Committee on large dams. Tehran, Iran, pp. 1-16.
- STEFANIDIS P. 1990:
Morphometrical and hydrographical composition of torrent types in Northern Greece. Scientific Annals of the Department of Forestry and Natural Environment. Vol. LB, No.6 pp. 239-262.
- STEFANIDIS P., MYRONIDIS D., SAPOUNTZIS M. and STATHIS D. 2001:
The torrent Sklithro in Florina (Torrential Environment and Torrent Control System). Scientific Annals of the Department of Forestry and Natural Environment. Vol. MA, No. 2, pp. 1275-1942.
- STINY J. 1931:
Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde, Wien, pp. 1-120.
- SURELL A. 1842:
Etude sur les torrents des Hautes – Alpes, Paris, pp. 1-283.
- HOULIARAS I., SAPOUNTZIS M., STEFANIDIS P., MYRONIDIS D. and STATHIS D. 2007:
The torrential environment of the Lake Plastira (Central Greece). 13th Hellenic Forestry Conference. Kastoria, pp. 97-108.

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

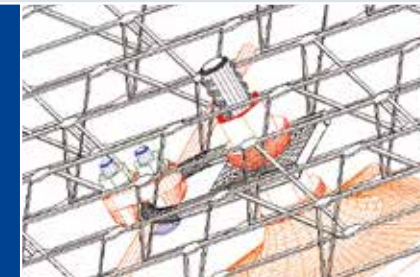
i.n.n.
ingenieurgesellschaft für
naturraum - management mbH & Co KG
tel (fax): 0043-512-342725 (11)
mail: office@inn.co.at
grabenweg 3a
A-6020 innsbruck

Unsere Leistungen im Naturgefahren-Management:

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

Weitere Bereiche: Umwelttechnik und Sportstättenplanung**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



HANS ANGERER, ROBERT HOFMANN

Geologische und geotechnische Aspekte bei der Bemessung von Murgang- und Lawinenschutzdämmen

Geological and geotechnical aspects in the design of debris flow and avalanche-dams

Zusammenfassung:

Für den Lawinenschutz der Gemeinde Tresdorf im Mölltal wurde auf dem Schwemmkegel ein Lawinauffangdamm errichtet. Da auf dem Schwemmkegel gleichzeitig auch mit Murgängen gerechnet werden muss, wirkt dieser Lawinendamm auch als Murauffangdamm (mit Bertonsperre als Durchfluss für den Bach) und in Folge der Murgänge kann es auch zu Wassereinstau des Lawinendamms bis gut 5 Meter Höhe kommen (Vorgabe seitens der Gebietsbauleitung der WLVI).

Geotechnische Probleme umfassen Sickervorgänge, Erosionsstabilität, Erd drücke, (Poren-) Wasser drücke, Böschungsstabilität etc. Diese werden im Folgenden am Murgang- und Lawinenschutzprojekt in Tresdorf/Kärnten aufgezeigt.

Summary:

To protect the rural community of Tresdorf in the Austrian Mölltal valley from avalanches, an avalanche control embankment was built on the alluvial cone. As debris flows must also be taken into account on the alluvial cone, this anti-avalanche dam acts as an anti-debris flow protection dam (with a concrete structure for channelling the torrent). A debris flow may also result in a leachate build-up in the avalanche dam up to a height of 5 metres or possibly more (as specified by the regional Torrent and Avalanche Control supervisory board).

Geotechnical problems include seeping processes, erosion resistance, soil pressure, (pore) water pressure, slope stability, etc. These problems will be explained below based on a debris flow and avalanche control project in Tresdorf in Carinthia.

1. Allgemeines

Am 31. Mai 2009 endete die Koexistenzphase der ÖNORM-B-Normen und der ÖNORM-EN-Normen. Anstelle der ÖNORM B 4700 ist nun die EN 1992-1-1 in Verbindung mit der ÖNORM B 1992-1-1 Stand der Technik. Die Bemessung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinerverbauung erfolgt somit grundsätzlich mit der EN 1997-1 und der EN 1992-1-1 sowie den jeweiligen nationalen Anwendungsdokumenten.

Im Eurocode 7 (EN 1997-1 (November 2004) + AC (Februar 2009)) ist im Anwendungsbereich der EN 1997-1, 1.1.2 die Bemessung von Stützbauwerken explizit erwähnt. Als Themen werden Grundlagen der geotechnischen Bemessung, geotechnische Unterlagen, Bauüberwachung, Kontrollmessungen und Instandhaltung, Schüttungen, Wasserhaltung, Bodenverbesserung, Bodenbewehrung, Flächengründungen, Pfahlgründungen, Verankerungen, Stützbauwerke, hydraulisch verursachtes Versagen, Gesamtstandsicherheit und Erddämme behandelt.

2. Schutzbauwerk Tresdorferbach für Murgänge und Lawinen

2.1 Situation; Bodenerkundungen

In den letzten Jahren trat an diesem Wildbach im Mölltal (Kärnten) ein Katastrophenhochwasser mit schweren Murgängen auf, bei dem unter anderem ein Sägewerk und ein dreigeschossiges Wohnhaus zerstört wurden. Mit Ausnahme der Bundesstraßenbrücke wurden auch sämtliche Brücken zerstört und die Holzsperrren im Mittellauf sowie die gesamte Unterlaufregulierung schwer beschädigt. Im Zuge eines ca. 4 Stunden dauernden Niederschlagsereignisses kam es schließlich zu Überbordungen linksufrig am Schwemmkegel mit

Geschiebeablagerungen von ca. 100 m³ und zur Beschädigung von 300 lfm Gemeindestraße.

Das Einzugsgebiet des Wildbaches hat eine Größe von 3,5 km² mit dem höchsten Punkt auf Seehöhe, 2560 m ü.A. Die Lauflänge des Baches beträgt ca. 3,5 km, wobei der steile Mittellauf in eine Seitenmoräne des Möllgletschers eingeschnitten ist. Daraus resultieren labile links- und rechtsufrige Einhänge, die für die starke Geschiebefracht im Katastrophenfall hauptverantwortlich sind. Die Geschiebemenge im Katastrophenfall wird laut gültigem Gefahrenzonenplan mit 17.000 m³ angegeben. Das HQ₁₀₀ beträgt 21,0 m³/sec.

In diesem Abschnitt muss der Wildbach weitgehend unbehindert durch ein Schutzbauwerk (Lawinauffangdamm) fließen können. Dieser "Durchlass" wurde als Murbrecher konzipiert (Abb. 1). Da der Bach ein potenter Murbach ist und Murstöße bis in den Ortsbereich vordringen, bietet der Lawinauffangdamm mit integriertem Murbrecher einen zweifachen Schutz, nämlich sowohl vor Lawinen als auch vor Muren. Ein weiterer Vorteil des Standortes knapp unterhalb des Schwemmkegelhalses ist die leichte Erreichbarkeit der Baustelle, was die Bau- und Erhaltungskosten wesentlich reduziert.

Die Baugrunderkundungen erfolgten im Sinne der geotechnischen Untersuchungen für Hochwasserschutzdämme nach ÖNORM B 4402. Zur Abschätzung der Kornverteilung des Wildbach- und Murenschuttes wurden 30 Proben entnommen. Demnach sind die Materialien als Gemisch aus Steinen, Kiesen, Sanden mit geringem Feinkornanteil zu klassifizieren (Abb. 2). Die für die Standsicherheit des Damms maßgebenden Kennwerte stellen der Reibungswinkel φ und der Restscherwinkel φ_r dar, welche von der Kornverteilung, dem Größtkorn, der Kornform, der Kornrauigkeit, vom Wassergehalt, der Lagerungsdichte und dem Tonmineralbestand der Feinan-

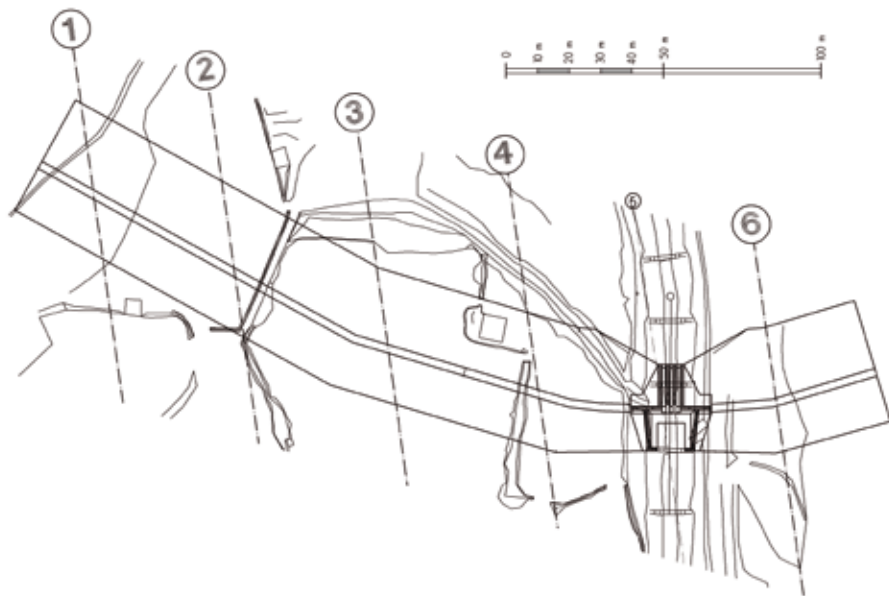


Abb. 1:
Übersicht
Dammbau
Tresdorf
(Hofmann/
Angerer, 2004)

Fig. 1:
Overview
of the
Tresdorf dam
(Hofmann/
Angerer, 2004)

teile abhängen. Im konsolidierten entwässerten Zustand (Langzeitverhalten, keine Porenwasserüberdrücke) ergaben sich an den Stichproben Reibungswinkel von $\varphi = 31,5^\circ$ bis $36,5^\circ$ für den Korngrößenanteil $< 2,0$ mm, wobei die häufigsten Werte um $\varphi = 35^\circ$ lagen. Der für große Schubverformungen ermittelte Restscherwinkel lag geringfügig darunter. Der Reibungswinkel der grobkörnigen Gemische ist erfahrungsgemäß nur unwesentlich größer als der in kleinmaßstäblichen Scherversuchen am Anteil $< 2,0$ mm bestimmte Wert: Die für Körnungen 0,063 mm bis 20 mm geltende,

weitgehend lineare Korrelation zwischen dem Reibungswinkel φ und dem Logarithmus des Größtkornes d_{\max} verflacht ab 20 mm sehr rasch.

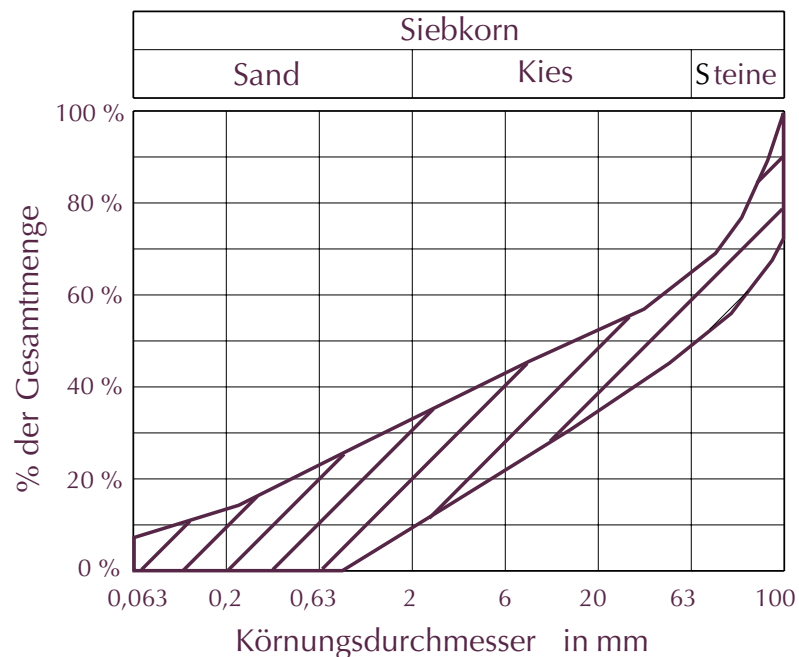


Abb. 2: Körnungslinien Wildbach- und Murenschutt (Hofmann/Angerer, 2004)

Fig. 2: Grain-size distributions of debris-flow sediments (Hofmann/Angerer, 2004)

Zur Abschätzung der Wasserdurchlässigkeit wurden Durchlässigkeitsversuche im Feld durchgeführt. Dabei ergab sich größenordnungsmäßig $k = 3 \cdot 10^{-3}$ bis $3 \cdot 10^{-4}$ m/s. Infolge des relativ geringen Ton-Schluffanteiles des Bodens und aufgrund örtlicher Inhomogenitäten (Zonen mit reichlich Steinen oder Blockwerk) kann die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes örtlich auch deutlich größer sein. Dabei bilden sich in grobkörnigeren Zwischenschichten bevorzugte Wasserwegigkeiten. Bei den Versuchen zeigte sich eine sehr starke Erosionsanfälligkeit des Wildbach- und Murenschutt bereits bei relativ geringen hydraulischen Gradienten.

3. Dimensionierung bei Murenabgängen

3.1 Murgänge und Rheologie

Murengänge sind ein heterogenes Gemisch aus Wasser, Sedimenten unterschiedlicher Korngrößen (Hang- und Wildbachschutt), Wurzelstöcken und Bäumen, etc. An der Front des Murganges befinden sich in der Regel vermehrt große Blöcke. Diese Gerölllawinen fließen ähnlich wie Schneelawinen. Für die Belastungen aus Murengängen stellt sich die Frage, ob eine derartige Masse als Fluid, (somit als Flüssigkeit, die Druck- und Scherkräfte überträgt), betrachtet werden kann. Hiezu erfolgt nach (Schatzmann, 2004) eine Einteilung in vier Murgangstypen:

1. Viskoser Murgang (alle Korngrößen von Ton bis Blöcken sind in einem weitgestuften Gemisch vertreten; mit einem Feinkornanteil von $> 10\% \leq 0,063$ mm).
2. Schlammstrom (Feinkornanteil überwiegt deutlich)
3. Granularer Murgang (Sand – Kies – Blöcke überwiegen).
4. Mischtyp (Hybrid aus 1), 2), 3) und/oder „hyperkonzentriertem“ Abfluss).

Die Murgangstypen 1) und 2) können im Wesentlichen als Fluid betrachtet werden. Bei der Dimensionierung von Schutzbauwerken (Sperrn und Dämme) ist auch der Lastfall Sickerströmung zu betrachten. Somit sind neben den Belastungen aus dem Murgang (hydrodynamische bzw. hydrostatische Bemessung) und den Erddrücken auch die Strömungskräfte und die Erosionsgefahr zu überprüfen.

Über die Murengangbelastungen (Abb. 3) existieren, problembedingt, nur relativ wenige Untersuchungen mit Messungen im Feld. Der Strömungsdruck des Murenkopfes wird bei Standsicherheitsuntersuchungen (in der Regel) mit dem Vier- bis Zehnfachen des statischen Wasserdruckes angesetzt. Um eine wirtschaftliche Bemessung des Bauwerkes zu ermöglichen, wird oftmals in Kauf genommen, dass die Wildbachsperrre bei einem Katastropheneignis beschädigt wird. Bei einer raschen Abbremsung des Murenganges können Drücke von $100\text{--}700$ kN/m² entstehen (Abb. 4). Die Belastung durch die Mure auf den Schutzdamm kann entweder linear, parabel- oder trapezförmig als Vielfaches des Wasserdruckes auf den Schutzdamm angesetzt werden (Abb. 4 und Abb 5.)

Ein weiterer, in der Schweiz gebräuchlicher statischer Druckansatz (Schatzmann, 2004) geht von einer rechteckförmigen Druckverteilung (Druck an Sperrnkronen = hydrostatischer Druck am Sperrfuß) aus (Abb. 6). Druckmessungen während eines Murganges (Hübl/Jäger, 2004) ergaben maximale Drücke, welche in einer Größenordnung von etwa dem 4-fachen hydrostatischen Wasserdruck lagen. Die Instrumentierung erfolgte in 2 Höhenlagen; in Abb. 7 sind die gemessenen Drücke in 0,6 hfl und 0,4 hfl eingetragen. Demnach wurde der Größtwert ungefähr in 60% der Murganghöhe hfl registriert.

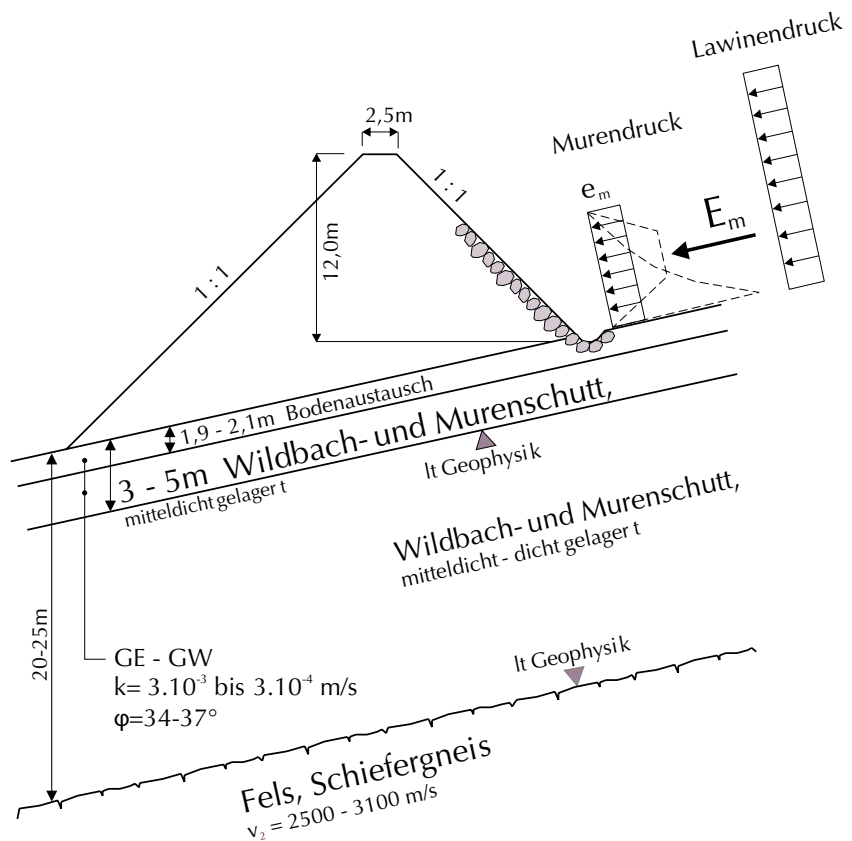
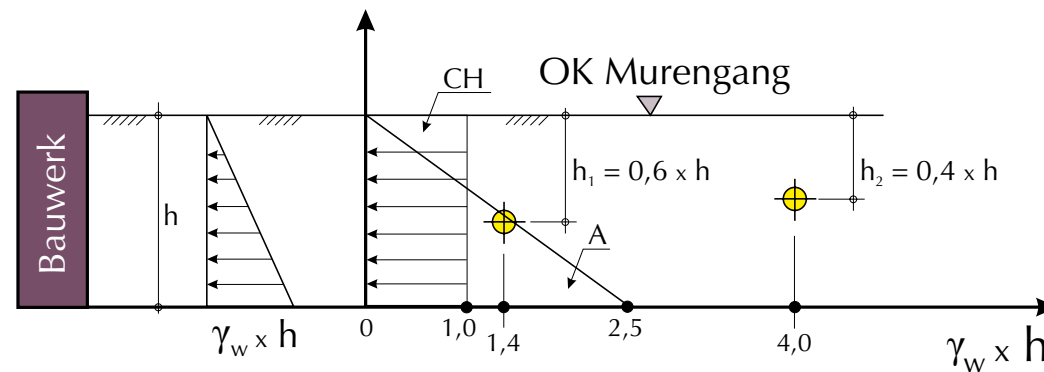


Abb. 3: Prinzipschnitt – Murenschutzdamm (Hofmann/Angerer, 2004)

Fig 3: Typical cross section – debris flow protection dam (Hofmann/Angerer, 2004)



Legende : Versuchsergebnisse

Abb. 6: Druck Sperrkrone = hydrostatischer Druck am (Hübl/Jäger, 2004; Schatzmann, 2005)

Fig. 6: Pressure on the crest of the dam = hydrostatic pressure on the toe of the dam (Hübl/Jäger, 2004; Schatzmann, 2005)

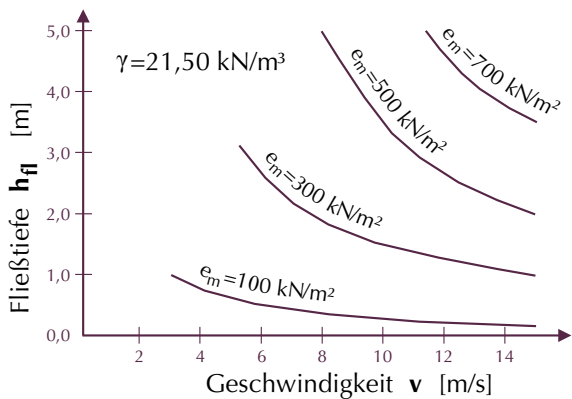


Abb. 4: Druckspitzen auf Bauwerke (Hübl/Jäger, 2004)

Fig.4: Peak pressures acting on constructions (Hübl/Jäger, 2004)

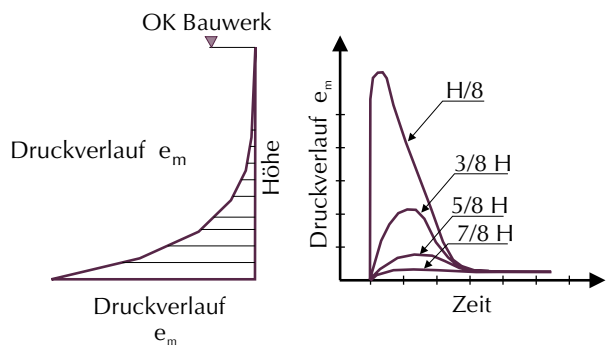


Abb. 5: Druckverlauf auf Bauwerke (Hübl/Jäger, 2004)

Fig 5: Pressure trends acting on the constructions (Hübl/Jäger, 2004)

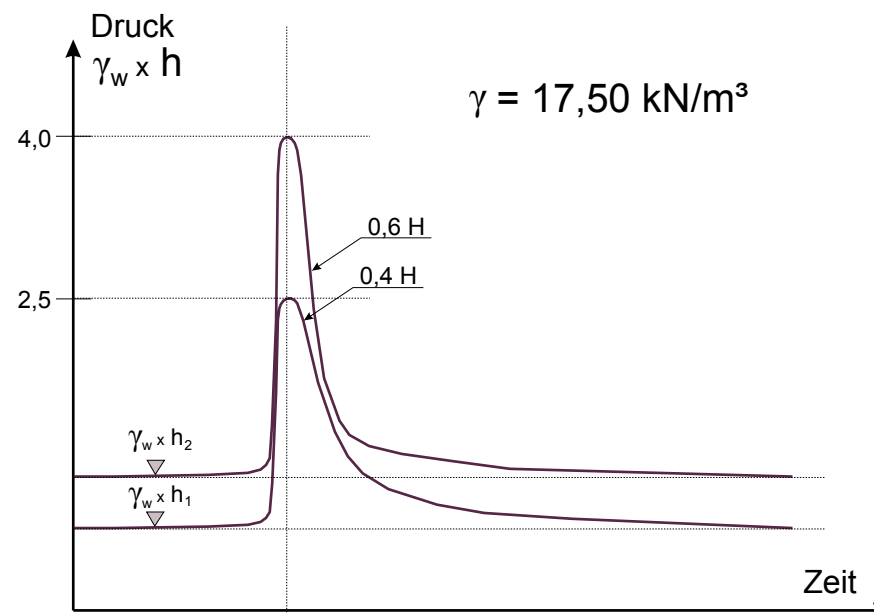


Abb. 7: Drücke aus einem Murgang in 40 % und 60 % der Murganghöhe h_fi (Hübl/Jäger, 2004)

Fig. 7: Pressures from a debris-flow in 40% and 60% of his height h_fi (Hübl/Jäger, 2004)

3.2 Bemessung der Schutzbauten

3.2.1 Schutzdämme

Die Dammaufstandsfläche und der Baugrund von Wildbächen bestehen zumeist aus einem granularen Murgang. Die Neigung der Geländeoberfläche aus Wildbach- und Murenschutt wird im Allgemeinen mit β bezeichnet (Abb. 8). Für die erdstatischen Berechnungen muss vorerst eine Sickerlinie angenommen werden. Als Randbedingung für die Berechnungen kann die Sickerlinie maximal an der GOK liegen („Worst-Case-Szenario“) und sinkt hangparallel soweit ab, bis sie auf den Versagensmechanismus keinen Einfluss mehr hat.

In Tabelle 1 sind die globalen Sicherheitsfaktoren η für unterschiedliche Sickerhältnisse in einem unter β geneigten Hang zusammengefasst. Hierbei wird näherungsweise homogener bzw. hangparallel geschichteter Bodenaufbau angenommen; die Gleitfläche befindet sich in einer Tiefe h und verläuft parallel zur Geländeoberfläche.

fläche. Dies ist bei Wildbach- und Murenzonen der Regelfall. Demnach gilt für den Fall, dass die Lage der Sickerlinie keinen Einfluss mehr auf die Standsicherheit des Geländebruches hat, und für ausschließlich vertikale Durchsickerung eines kohäsionslosen Schuttkörpers für das Grenzgleichgewicht ($\eta = 1,0$): $\tan \beta = \tan \varphi$.

Für eine Sickerströmung, die bis an die Geländeoberfläche reicht, wird bei kohäsionslosem Material $\tan \beta \approx \frac{1}{2} \tan \varphi$. In diesem Fall setzt daher der Böschungsbruch bereits dann ein, wenn die Böschungsneigung etwa die Hälfte des Reibungswinkels beträgt.

Tabelle 1 enthält auch globale Sicherheitsfaktoren für Böden mit kohäsivem Anteil. Allerdings stellt die Kohäsion von Wildbachgeschiebe und Murenmaterial einen äußerst unsicheren Parameter dar und sollte bei Standsicherheitsuntersuchungen und bei der Bemessung von Rückhaltebauwerken tunlichst vernachlässigt werden. Im Zustand des Murenabganges sinkt sie infolge der Bodenverflüssigung zwangsläufig auf Null.

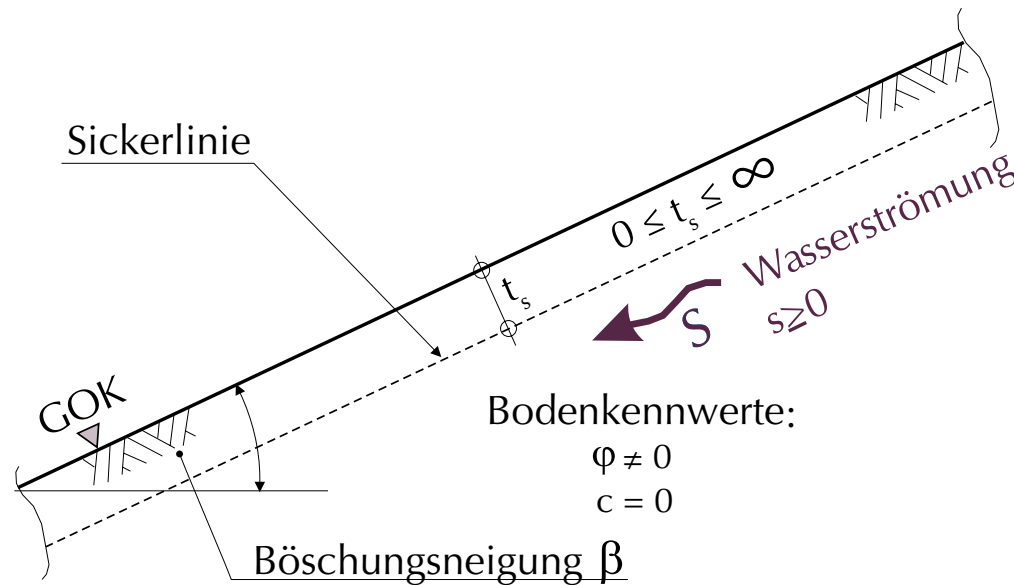


Abb. 8: Schema für erdstatische Berechnungsansätze

Fig. 8: Schema for the stabilisation analysis

	keine Durchströmung	hangparallele Durchströmung	vertikale Durchströmung	
globale Sicherheit η				
homogen	$\eta = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$	$\eta = \frac{\gamma' \cdot \tan \varphi}{\gamma_{sat} \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$	ohne Kohäsion $c = 0$
	$\eta = \frac{\gamma_f \cdot h \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{\gamma_f \cdot h \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{\gamma' \cdot h \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{\gamma_{sat} \cdot h \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{\gamma_{sat} \cdot h \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{\gamma_{sat} \cdot h \cdot \tan \beta}$	mit Kohäsion
	$\eta = \frac{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma' \cdot h_{sat}) \cdot \tan \varphi}{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$	$\eta = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$	ohne Kohäsion $c = 0$
	$\eta = \frac{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma' \cdot h_{sat}) \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \beta}$	$\eta = \frac{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \varphi + c \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}}{(\gamma_f \cdot h_f + \gamma_{sat} \cdot h_{sat}) \cdot \tan \beta}$	mit Kohäsion

Tab. 1: Der Einfluss des Wassers auf die Standsicherheit von Böschungen

Tab 1: The influence of ground-water on the slope-stability

Während des Murganges und danach wirken zusätzlich zu den Belastungen aus dem Eigengewicht des Murenschuttes und der Strömungskräfte die Schubspannungen aus dem Murgang selbst auf das Schutzbauwerk. Bei einer Bestimmung

der charakteristischen Scherparameter aus einer Rückrechnung werden die Einwirkungen aus dem Murgang nicht berücksichtigt. Daher liegt die Annahme, dass bei einer theoretisch „unendlich“ langen Böschung mit einer Neigung β der rück-

Sicherheitsklasse nach B 4040	Mögliche Folgen von Gefährdungen, die vorwiegend die Tragsicherheit betreffen	Schadensfolgeklassen nach EN 1990
1	Keine Gefährdung von Menschenleben, geringe wirtschaftliche Folgen	CC 1
2 $\beta = 4,7$	Gefährdung von Menschenleben und/oder beachtliche wirtschaftliche Folgen	CC 2
3	Gefährdung vieler Menschenleben und /oder schwerwiegende wirtschaftliche Folgen	CC 3

Tab. 2: Möglicher Zusammenhang zwischen Sicherheitsklasse nach B 4040 und Schadensfolgeklassen nach EN 1990: 2002

Tab 2: Possible coherence between the safety class of B 4040 on the consequent classes according to EN 1990: 2002

	Sicherheitsklasse nach ÖNORM B 4433 alt		
	SK 1	SK 2	SK 3
Lastfallklasse1	1,0	1,15	1,3
Bezugszeitraum 1 Jahr	$\beta = 4,2, p_f = 10^{-5}$	$\beta = 4,7, p_f = 10^{-6}$	$\beta = 5,2, p_f = 10^{-7}$
Bezugszeitraum 50 Jahre	$\beta = 3,3, p_f = 10^{-3}$	$\beta = 3,8, p_f = 10^{-4}$	$\beta = 4,3, p_f = 10^{-5}$

Tab. 3: Zusammenhang zwischen Sicherheitszahl (B4433 alt) sowie Versagenswahrscheinlichkeit p_f und dem Sicherheitsindex β nach EN 1990

Tab. 3: Context between factor of safety (B4433 old) and probability of failure p_f and indices of safety β according to EN 1990

gerechnete Reibungswinkel des kohäsionslosen Murenschuttes ungefähr $\tan \varphi = 2 \tan \beta$ sei, auf der „sicheren Seite“.

Die Bestimmung des Ausnutzungsgrades für den Geländebruch (Abb. 10) erfolgt im Sinne der EN 1997-1 in Verbindung mit der neuen ÖNORM B 4433 (voraussichtlich 2010) bzw. der DIN 1054 (2005) mit der zugehörigen DIN 4084 (voraussichtlich 2010). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass nach der ÖNORM EN 1990 die Versagenswahrscheinlichkeit für einen Böschungsbruch unter der Annahme der Übertragung der Schadensfolgekassen (nach EN 1990) in die Sicherheitsklasse (nach ÖNORM 4040) um bis zum 100-Fachen variiert (Tabellen 2 und 3).

Diskrepanzen zwischen unterschiedlichen Normen bzw. Richtlinien können sich auch beim Übergang von globalen Sicherheitsfaktoren auf das neue Teilsicherheitskonzept ergeben. Dies unterstreicht einmal mehr die Forderung, rechnerische Sicherheitsfaktoren bzw. angestrebte Sicherheitsniveaus und zugehörige Theorien bzw. Berechnungsverfahren stets als eine Einheit zu sehen.

3.2.2 Sperrenbauwerke

Murgänge, Wasserströmungen, Erddrücke aus der Dammschüttung, Zwängungen aus den Tempera-

turschwankungen (unterschiedliche Temperaturen an der Luftseite und der Erdseite der Sperre) und Fundamentpressungen führen zu verschiedenen Lastkombinationen, die bei der Bemessung des Sperrenbauwerkes zu berücksichtigen sind. Um die maßgebendste Einwirkungskombination und eine wirklichkeitsnahe Beanspruchung zu ermitteln, sind ab einer gewissen Bauwerkshöhe dreidimensionale Parameterstudien für das Sperrenbauwerk unerlässlich. Die kritische Bauwerkshöhe ergibt sich aus den Einwirkungen in Interaktion mit dem Baugrundmodell und sollte vom geotechnischen Sachverständigen gemeinsam mit dem Projektanten festgelegt werden. Die Abbildungen 9 bis 12 zeigen einige Lastfälle, die aus Sicht der Autoren zu untersuchen sind. Die Lastfälle 1 bis 3 sind ausschließlich erdstatische Einwirkungen auf die Sperrenflügel im Schutzdamm, die Lastfälle 4 bis 6 Einwirkungen auf die Sperre (Zentralbereich), die auf den Bemessungsmurgang abzustimmen sind. Aus diesen Lastfällen sind die Beanspruchungen mittels zwei- bzw. dreidimensionaler Berechnungsmodelle zu ermitteln und schließlich durch Überlagerung (mit entsprechenden Randbedingungen) die maßgebenden Einwirkungskombinationen festzulegen.

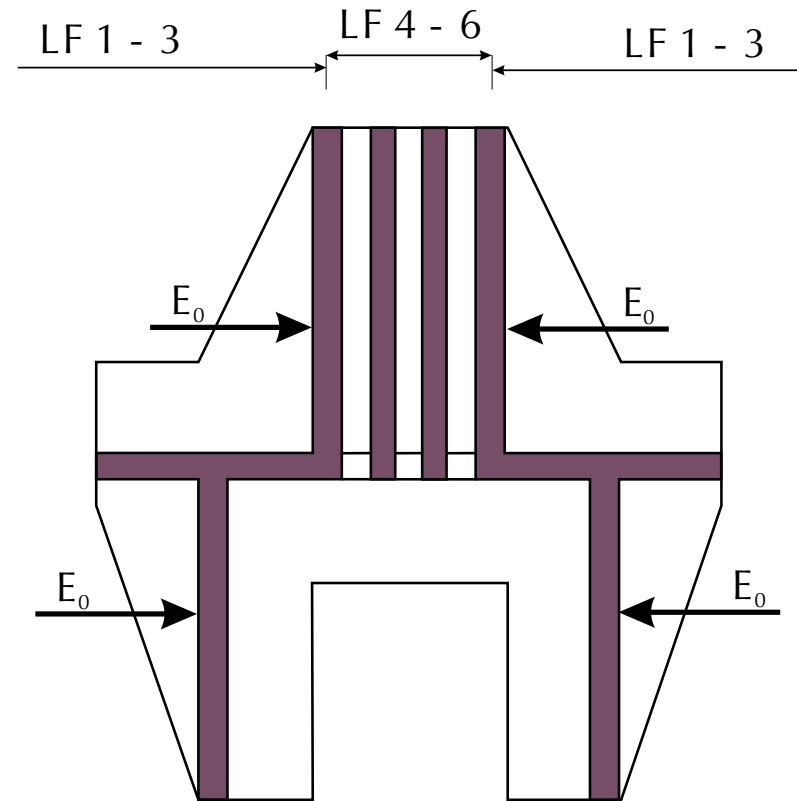


Abb. 9: Typische Sperre und Einwirkungen

Fig. 9: Typical barrier and actions

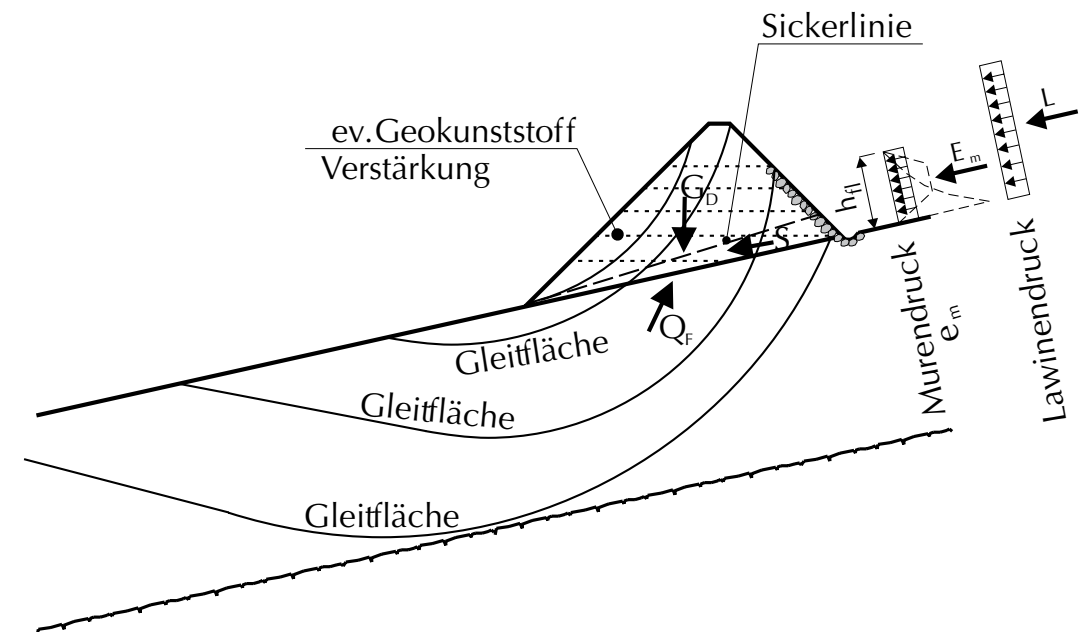


Abb. 10: Prinzipielle Versagensmechanismen des Schutzdamms

Fig. 10: Typical barrier and actions

3.3 Konstruktive Maßnahmen bei Schutzbauten gegen Murgang

Die hohen dynamischen Murengangbelastungen auf den Schutzdamm und die Wildbachsperre erfordern konstruktive Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit der Bauwerke. Diese beginnen bereits mit einem umfangreichen Bodenaustausch in zumindest mitteldicht gelagerstem Baugrund und einer intensiven Verzahnung

mit der Dammschüttung. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Erosionssicherheit im Falle des Einstaus oder eines sehr wasserreichen Murenganges kann eine Dichtwand im Untergrund und im Damm erforderlich sein.

3.3.1 Berechnungsergebnisse und Baumaßnahmen

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen ausgewählte Ergebnisse zum Nachweis der inneren und äußeren Standsicherheit. Die Berechnungen erfolgten

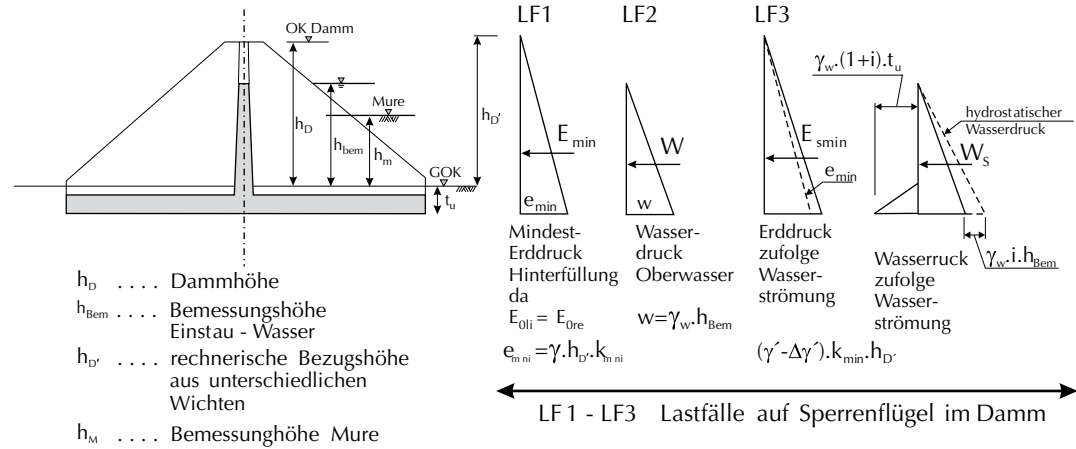


Abb. 11: Einwirkung auf die Sperrenflügel im Schutzdamm – Lastfälle 1 bis 3 (Hofmann, R. & Brandl, H. (2006))

Fig. 11: Actions on the wings of the protection-dam - load cases 1 to 3

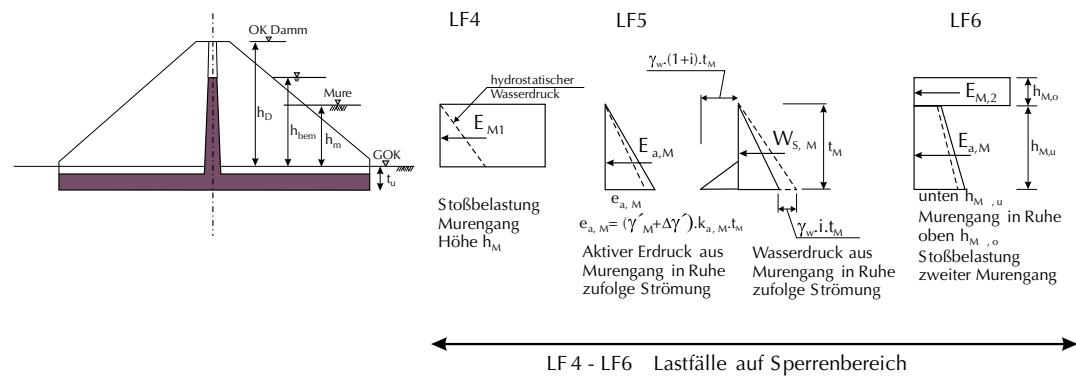


Abb. 12: Einwirkungen auf den Sperrenbereich – Lastfälle 4 bis 6 (Hofmann, R. & Brandl, H. (2006))

Fig. 12: Actions on the dam – load-cases 4 to 6

zu Vergleichszwecken nach ÖNORM B 4433, nach EN 1997-1 für das Verfahren nach Bishop und Janbu (Abb. 13) im Sinne des Nachweisverfahrens NV 3 (A1 oder A2 + M2 + R3) und nach dem Finite-Differenzen-Verfahren (Flac). Die maßgebenden Versagensmechanismen wurden mit dem Programm Flac (FD-Methode) ermittelt, und hierbei das Mohr-Coulombsche Stoffgesetz unter Anwendung der assoziierten und nicht assoziierten Fließregel verwendet (Abb. 14). Mit der nicht assoziierten Fließregel lassen sich lokale Versagensmechanismen erfassen: Für den Bruchmechanismus sind vor allem die Materialparameter der Geogitter des bewehrten Schutzdamms verantwortlich. Mit den konservativen Verfahren erfolgte die Bestimmung des Ausnutzungsgrades zum Nachweis der Geländebruchsicherheit. Hiefür wurden Teilsicherheitsbeiwerte gemäß EN 1997-1, Tabelle 4, gewählt. Die verwendeten Materialparameter für die numerischen Berechnungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit gegenüber Erosion wurde eine Damm- und Untergrundabdichtung bis auf Höhe des Murganges (Abb. 15 und 24) angeordnet.

Um das erforderliche Dammschüttmaterial im steilen Gelände zu minimieren, wurde zunächst aufgrund der schleifenden Verschnitte zwischen Böschung und Gelände eine luftseitige Dammeigung von 45° projiziert. Diese Böschungseigung erforderte zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit gegenüber Geländebruch eine Bewehrung mit Geogittern. Ausgeführt wurde jedoch eine luftseitige Böschungseigung von 2:3 (Abbildung 16). Wegen der großen Bauwerkshöhe und der komplexen Einwirkungen des in den Damm integrierten Sperrbauwerkes erfolgte die Berechnung mit einem dreidimensionalen Finite-Elementprogramm. Das idealisierte Sperrbauwerk ist in Abb. 16, und die Einwirkungen aus Murgang und Erddruck sind in Abb. 17 und 18 abgebildet. Die Bodenpressungen (Abb. 19 und 20) aus dem Lastfall Murgang (LF 4 und 5) ergaben eine nur untergeordnete Größenordnung gegenüber jenen aus dem Eigengewicht der Sperre (LF 1). Aufgrund der Bauwerkshöhe, der Bemessungsfließhöhe des Murganges und des statischen Ersatzdruckes durch den Murgang hat die Murgangbelastung keine wesentlichen Auswirkungen auf die Schnittgrößen.

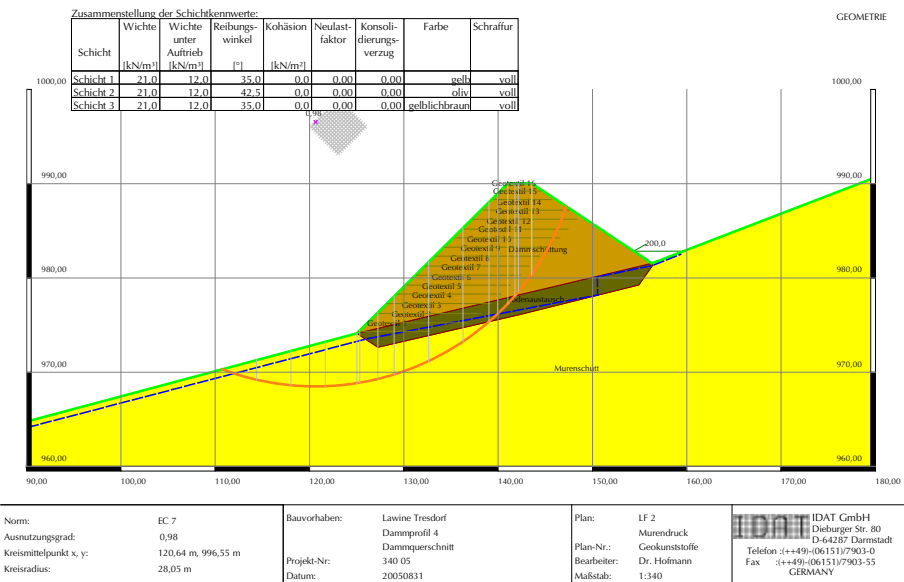


Abb. 13: Geländebruchsicherheit nach EN 1997-1, Abschnitt 11

Fig. 13: Safety of overall stability according to EN 1997-1, chapter 11

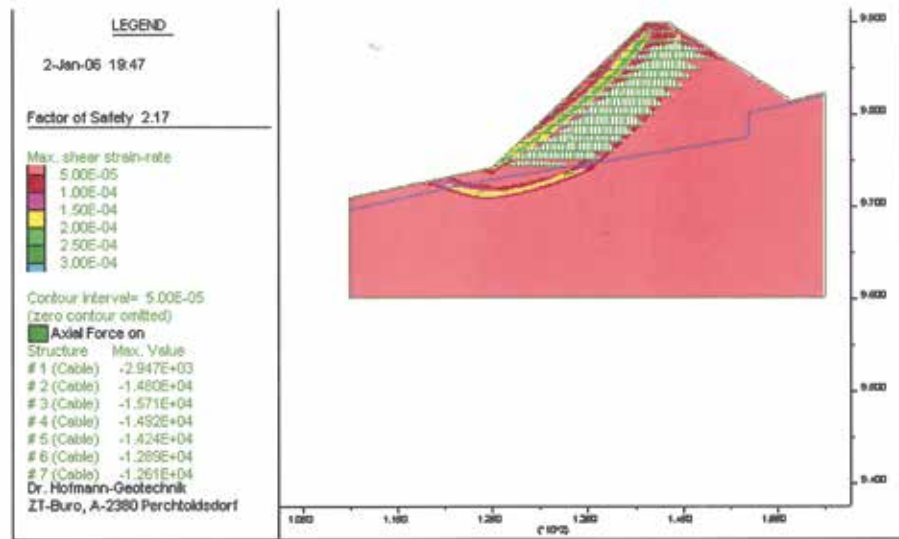


Abb. 14: Versagensmechanismus nach Finite-Differenzen-Methode

Fig. 14: Failure mechanism according to Finite-Difference method

Die numerisch prognostizierten Verformungen sind in den Abb. 21 bis 22 dargestellt. Einen bedeutenden Einfluss auf die innere Tragsicherheit der Bauwerksteile (Flügel, Sperre, Bodenplatte) hat die konstruktive Ausführung der Bodenplatte (Dicke, Ausdehnung im Grundriss). Die Steifigkeit der Platte beeinflusst die Schnittgrößen und

somit die Verformungen (Abb. 23 und 24) in den Wänden in einer wesentlichen Größenordnung. Die Einschätzung dieser Effekte ist bei derartigen Bauwerken nur mittels einer dreidimensionalen Berechnung möglich. Die Abbildungen 24 bis 26 zeigen das ausgeführte Bauwerk.

Teilsicherheitsbeiwerte nach Anhang A.3 (normativ) EN 1997-1:2004									
Nachweis-Verfahren nach	Einwirkungen (γ_F) oder Beanspruchungen (γ_E)				γ_R	Bodenkenngrößen (γ_M)			
	A1, A2					R3	M2		
EUROCODE EC 7-1 PKT. 2.4.7.3.4					R3	M2			
+ in Verbindung mit									
Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der konstruktiven (STR)	ständig ungünstig	ständig günstig	veränderlich ungünstig	veränderlich günstig	Erdwiderstand/Geokunststoff	wirksamer Scherwinkel	wirksame Kohäsion	Scherfestigkeit im undän.	Wichte
und									
geotechnischen (GEO) Grenzzustände									
Nachweisverfahren 3	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q		γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_γ
Kombination: A1 oder A2 + M2 + R3	1,35/1,0	1,0/1,0	1,5/1,3	0/0	1,0	1,3	1,3	1,4	1,0

Tab. 4: Teilsicherheitsbeiwerte für das Nachweisverfahren NV 3 nach EC 7-1

Tab. 4: Partial factors of safety for the evidence procedure

Materialparameter	Einheit	Wert von – bis	
Reibungswinkel Murenschutt	°	35°	37°
Reibungswinkel Bodenaustausch/bewehrt	°	40°	42,5°
Reibungswinkel Dammschüttung	°	35°	37,5°
Reibungswinkel Dammschüttung – Geogitter	°	29	
Kohäsion	KN/m ²	0	0
Wichten	KN/m ³	11,0	23,0
Steifemodul Geogitter	Pa/m	356.000	600.000
Bemessungszugfestigkeit	Pa/m	16.800	32.030

Tab. 5: Materialparameter für die numerischen Berechnungen

Tab. 5: Material parameters for the numerical calculations

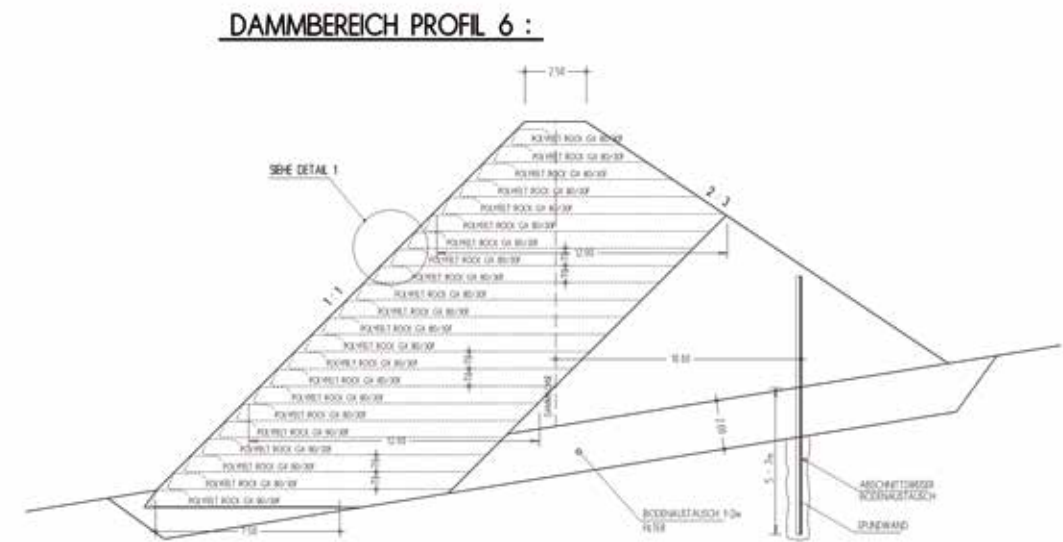


Abb. 15: Alternative Dammkonstruktion mit Geokunststoffen

Fig. 15: Alternative dam-construction with geotextiles

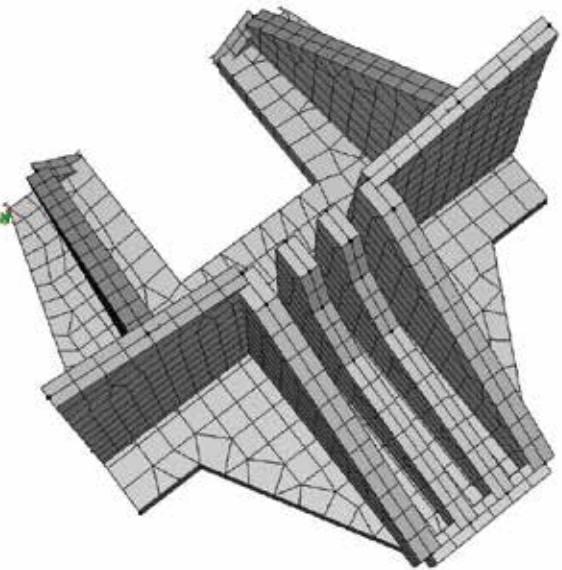


Abb. 16: Idealisiertes Bauwerk
 Fig. 16: Ideal concrete construction

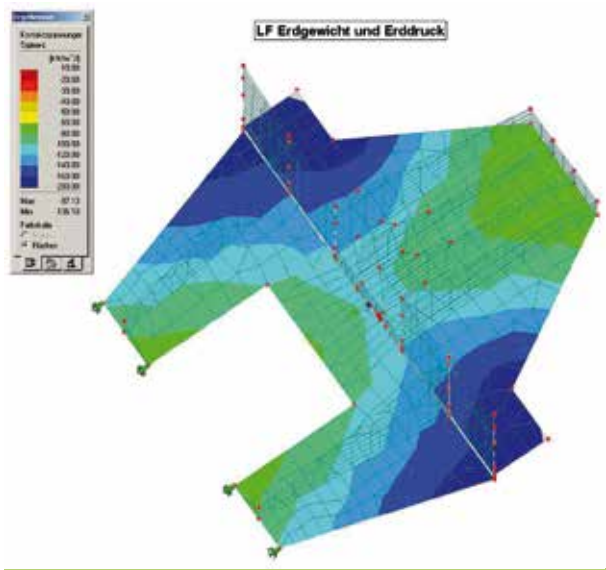


Abb. 19: Bodenpressungen aus LF 1
 Fig. 19: Soil pressure from LF 1

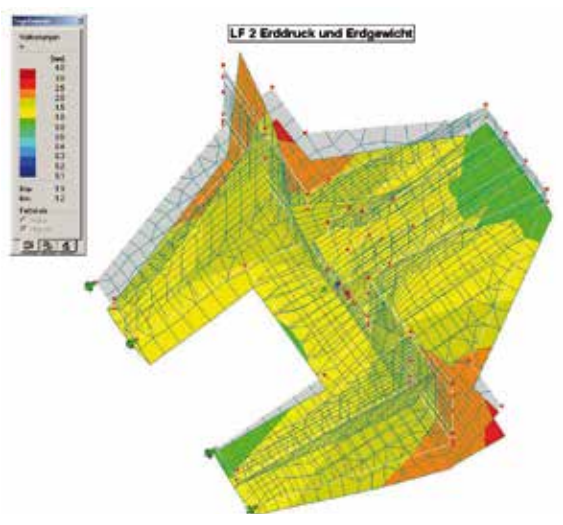


Abb. 21: Verformungen aus LF 1
 Fig. 21: Deformations from LF 1

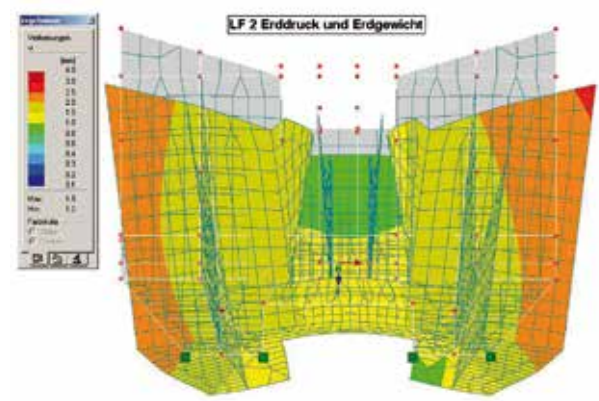


Abb. 23: Verformungen aus LF 1
 Fig. 23: Deformations from LF 1

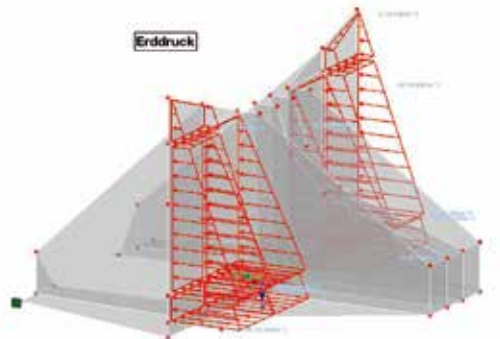


Abb. 17: Einwirkungen aus Erddruck
 Fig. 17: Actions from soil-pressure

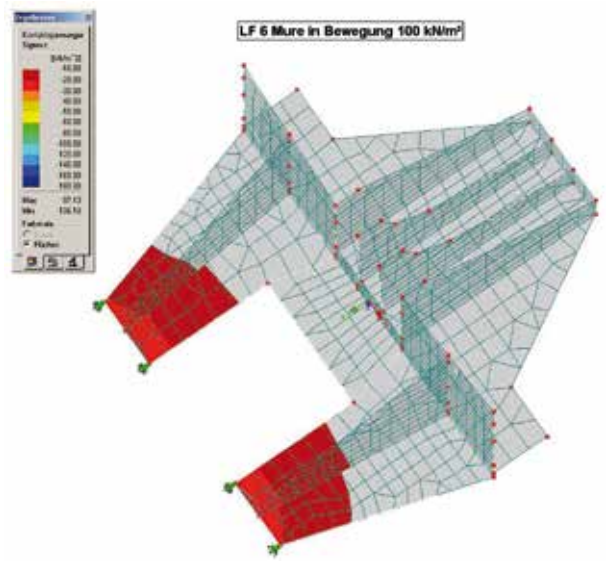


Abb. 20: Bodenpressungen aus LF 4 und 5
 Fig. 20: Soil pressures from LF 4 and 5

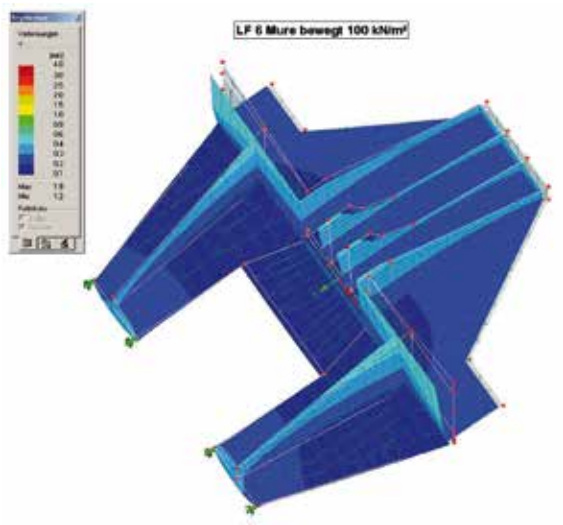


Abb. 22: Verformungen aus LF 4 und 5
 Fig. 22: Deformations from LF 4 and 5

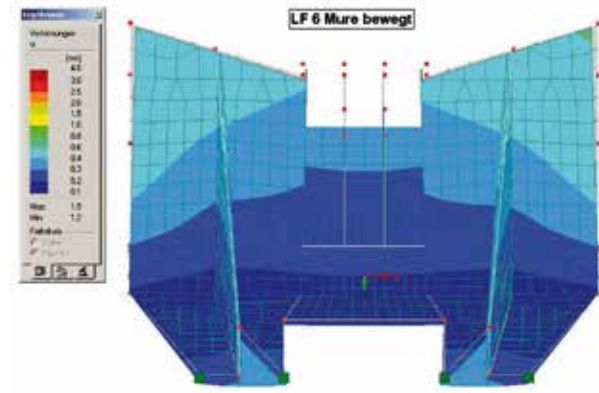


Abb. 24: Verformungen aus LF 4 und 5
 Fig. 24: Deformations from LF 4 and LF 5

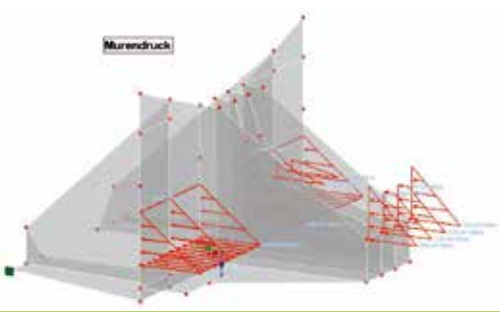


Abb. 18: Einwirkungen aus Murgang
 Fig. 18: Actions from debris-flow

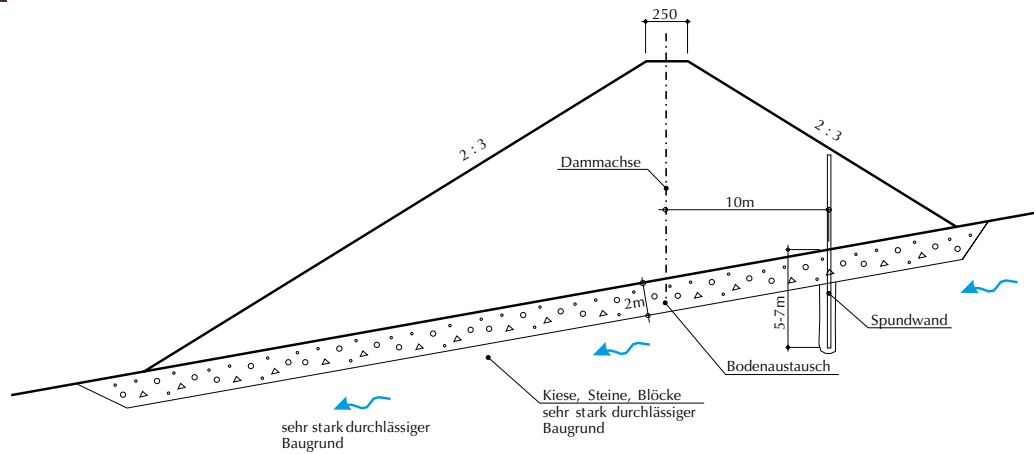


Abb. 25: Ausgeführte Dammkonstruktion

Fig. 25: Realized dam construction



Abb. 26: Schutzdamm

Fig. 26: Protection dam

Abb. 27:
SperrbauwerkFig. 27:
Concrete
construction

5. Zusammenfassung

Die Beurteilung von Naturgefahren ist eine interdisziplinäre Aufgabe und erfordert neben der Risikoanalyse ein gesamtheitliches Risikomanagement. Umsetzung bedeutet dabei sowohl die Akzeptanz einer festzulegenden Restgefährdung wie auch Planung und Umsetzung von raumplanerischen oder baulichen Maßnahmen. Der geotechnische Gutachter findet sich oft im Spannungsfeld verschiedener Normen, Richtlinien sowie Interessen und Ansprüchen.

In den nationalen und europäischen Normen und Richtlinien wird auf die Problematik der Einwirkungen aus Naturgefahren auf Schutzbauwerke nur relativ wenig eingegangen. Zum einen fehlen gerade aus solchen komplizierten Vorgängen verlässliche Langzeitmessdaten und zum anderen die Verbindung zwischen den Fachgebieten Geologie – Geotechnik und Naturgefahren (La-

winen, Muren, Wildbäche, Steinschlag, etc.). Die hohen dynamischen Murgangbelastungen auf den Schutzdamm und die Wildbachsperre erfordern konstruktive Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit der Bauwerke. Dieser Beitrag soll über die Versagenswahrscheinlichkeiten und die Sicherheitsdefinition für solche Bauwerke berichten.

Bei Schutzbauwerken (Sperrern und Dämmen) gegen Wildbäche und Muren ist daher auch der Lastfall Sickerströmung zu betrachten. Konventionelle Bemessungsverfahren, die nur auf quasi-(erd-)statischen Idealisierungen beruhen (sog. „Ersatzverfahren“) haben sich in vielen Fällen nicht bewährt und sollten nicht verallgemeinernd angewendet werden. Vor allem bei erosionsanfälligen Untergrund und/oder Dammschüttmaterial würde ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor verbleiben. Somit sind neben den Belastungen aus dem Murgang (hydrodynamische bzw. hydrostatische Bemessung) stets auch die Strömungskräfte und die Erosionsgefahr zu überprüfen.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dr. Hans Angerer
Geologische Stelle der Wildbach- und Lawinen-
verbauung, Innsbruck

Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Hofmann
Dr. Hofmann – Geotechnik, Ziviltechnikerbüro,
A-2380 Perchtoldsdorf

Literatur / References:

HOFMANN, R. (2002):
Geotechnische Gutachten über die Hochwasserschutzdämme Kematen –
Waldbach, Willersbach/oben und unten, Klingfurtherbach/oben und un-
ten. Unveröffentlicht.

HOFMANN, R. & GRÜNWARD, H. (2004):
Hochwasserschutz bei Wildbächen aus geotechnischer Sicht. Technische
Universität München, Symposium 2004 – Lebensraum Fluss – Hochwas-
erschutz, Wasserkraft, Ökologie.

HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2004):
Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser und Muren bei Wildbächen. Deut-
sche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Beitrag zur 28. Baugrundtagung 22.
– 25. September 2004 in Leipzig.

HOFMANN, R. & FISCHER, C.M. (2004):
Kosten von geotechnischen Langzeitmessungen anhand von praktischen
Beispielen. EUROCK 2004 & 53rd Geomechanics Colloquium. Schubert
(ed.) © 2004 VGE.

HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2006):
Geotechnische Untersuchungen für Hochwasserschutzdämme im Sinne
der ÖNORM B 4402. Wildbach- und Lawinerverbauung. Heft 2006.

HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2006):
Risikobewertung aus geologischer – geotechnischer Sicht bei Naturgefahr-
en. 13. Donaueuropäische Konferenz. Ljubljana 2006.

HOFMANN, R. & BRANDL, H. (2006):
Erosionsstabilität und Standsicherheit von Schutzdämmen gegen Wildbä-
che und Murengänge mit besonderer Berücksichtigung von Einbauten.
2.Symposium Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen, Uni-
versität Siegen.

HÜBL, J. & JÄGER, G. (2004):
Real Scale Debris Flow Experiments. EGU 2004. Vienna

SCHATZMANN, M. (2005):
Murgänge und Rheologie. Kolloquium Versuchsanstalt für Wasserbau, Hy-
drologie und Glaziologie, ETH – Zürich, November 2005.

SYLVIA LECHNER

Hangwasserableitung mittels Holzkännel

Drainage system for steep slopes with wooden channels

Zusammenfassung:

Aus der Sicht der Verfasserin stellt diese Bauweise eine Möglichkeit für eine effektive Wasserableitung dar. Die Baukosten liegen bei ca. 90 €/lfm und sind für die besonders schwierigen Geländeverhältnisse angemessen. Die erforderlichen Grabarbeiten konnten mit einem Sechs-tonnen-Bagger ausgeführt werden, die Bachbaufolie und die Hölzer wurden mit einem Aebi-Transporter transportiert. Die Steine zur Sohlsicherung waren vor Ort vorhanden. Sie wurden zum einen Teil beim Aushub gewonnen, zum anderen Teil in der Umgebung gesammelt, was einen nicht unerheblichen Aufwand darstellte. Daraus ergab sich jedoch (als Zusatznutzen) eine Weideverbesserung. Die Errichtung des Kännel erfolgte hauptsächlich händisch. Zur besseren Handhabung wurde die Folie vor dem Transport schon in kleinere Teilstücke gesägt (aus 6 m Gesamtbreite wurden 3 jeweils 2 m breite Teile) und eher kürzere Längen bei den Robinienhölzern gewählt. Für eine Verbauung in dieser Lage (1600 m ü. A.) und mit derart la-bilen geologischen Verhältnissen (mit Geländeverschiebungen ist zu rechnen) ist ein Holzkännel zur schadlosen Ableitung von Oberflächen- und Schmelzwässern bestens geeignet. Da das Projektgebiet als Alpfläche genutzt wird, ist es zudem äußerst vorteilhaft, dass das Vieh das Gerinne als solches erkennt und instinktiv meidet. Die Verletzungsgefahr ist nach 5-jährigem Erfahrungszeitraum sehr gering. Beim Gerinne besteht keinerlei Wartungsbedarf. Im Falle einer Vermurung durch eventuell stattfindende Hangrutsche kann es ohne großen Aufwand geräumt werden. Die Haltbarkeit des Robinienholzes wird mit 50 Jahren angenommen, d.h. zur eventuellen Sanierung müssen lediglich die Hölzer erneuert werden.

Summary:

The author believes that the presented method offers an effective possibility for water drainage. The construction costs are app. €90 per linear meter and it is suitable even for difficult terrain. The necessary excavation work could be done with a six-ton digger, the construction foil and the wood were transported with an Aebi-transporter. The cobbles for bed consolidation were available on site, or taken from the excavated material. The rest of the cobbles needed were collected in the surrounding area, which was a considerable effort but was an additional benefit for pasture farming. The construction of the canal was made by hand. For improved management, the foil was crushed into smaller pieces (from a total width of 6 m into pieces with 2 m width) and the length of the robinia timber was shortened. For a construction at this altitude (1600 m) and in such instable geological conditions (landslides) the wooden channel is suitable for water drainage. As the project area is used for pasture, it is also beneficial that the cattle avoid the channel instinctively. After five years of experience, the risk of injury for the cattle is rather small. There is no maintenance work necessary for the channel, but in case of a debris flow it can be vacated easily. The durability of the robinia timber is about 50 years. For any restoration work only the timber will need to be replaced.

1. Einleitung

Ab Anfang der 40er-Jahre werden im Bereich Innergolm-Tschöppen Hangbewegungen beobachtet. Über die Jahre hat sich dies durch anhaltendes und sich ausweitendes flächenhaftes Abgleiten von Alpwiesenflächen geäußert.

Ursache der Hanggleitung sind nahezeitliche Sackungen sowie Nachsackungen, welche derzeit aktiv im Gange sind.

Das gesamte im Projektgebiet anfallende Niederschlagswasser rinnt teils oberflächlich nach kurzer Aufenthaltsdauer über Quellen ohne wesentliche Verluste dem Vorfluter zu.

Das Fehlen von Ganzjahresgerinnen erschwert die kontrollierte Ableitung der Niederschläge und des Schmelzwassers. Darum wurden als Stabilisierungsmaßnahmen Quellfassungen, Sickergräben und die Errichtung von künstlichen Wasserableitungen empfohlen.

2. Projektdaten

Gesamtfläche:	0,75 km ²
Hangsackungsfläche:	0,5 km ²
Hanggleitungsfläche:	0,25 km ²
derzeit besonders aktive Gleitungsfläche:	4 ha
Hangbewegung Tschöppen:	35 Mio m ³
Sackungsmasse:	24 Mio m ³
Gleitungsmasse:	11 Mio. m ³
Derzeit besonders aktive Hanggleitungsmasse:	850.000 m ³
Mobilisierbare Murschutt- und Bachschuttauflandung in den Gerinnen:	300.000 m ³

Die Hanggleitungen können bis zum unterliegenden Rellsbach reichen und zu Verklausungen führen, welche unmittelbar den Siedlungsraum der Gemeinde Vandans bedrohen.



Abb. 1:
Murenabgang
vom 21.–23.
Mai 1999

Fig. 1:
Debris flow
on 21-23 May,
1999



Abb. 2:
Der Haupt-
projektbereich
nach einem
Starknie-
derschlags-
ereignis.

Fig. 2:
The main
project
area after
an intense
precipitation
event

3. Bautype

Die notwendigen Ableitungen müssen mit befestigter Sohle ausgeführt werden, da sich bei den bestehenden Gerinnen, bedingt durch den geologisch schlechten Untergrund, anhaltende Eintiefungen sowie zahlreiche Feilen- und Uferanbrüche zeigen.

Weiters ist aufgrund der fortlaufenden Hangbewegungen der Einsatz eines flexiblen Ableitungssystems notwendig.

Ein Gerinne aus Grobsteinen kommt durch das Fehlen entsprechender Steine im Projektgebiet und die ansonsten zu erwartenden enormen Transportkosten nicht infrage. Der Einsatz von Betonfertigteilen ist aufgrund der fehlenden Flexibilität nicht möglich.

Die Entscheidung fiel auf die Ausführung eines Holzkännelgerinnes bergseits eines neu

zu errichtenden Schlepperweges. Somit können kleinere Steine, welche vor Ort vorhanden sind, verwendet werden und es müssen lediglich die Robinienhölzer und die Wasserbaufolie über den langen Transportweg zugeführt werden.

Zusätzlich ist das naturnahe Erscheinungsbild ein weiteres Argument für diese Bauweise.

Das Gerinne ist auf einen Spitzenabfluss von 100 l/s ausgelegt.

Materialbedarf:

- Robinienrundhölzer Durchmesser 15–20 cm
- Kunststoffdichtungsbahnen aus Polypropylen 1,5 mm
- Steine > 15 cm
- Dachpappennägel

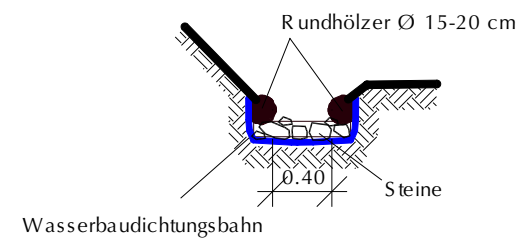
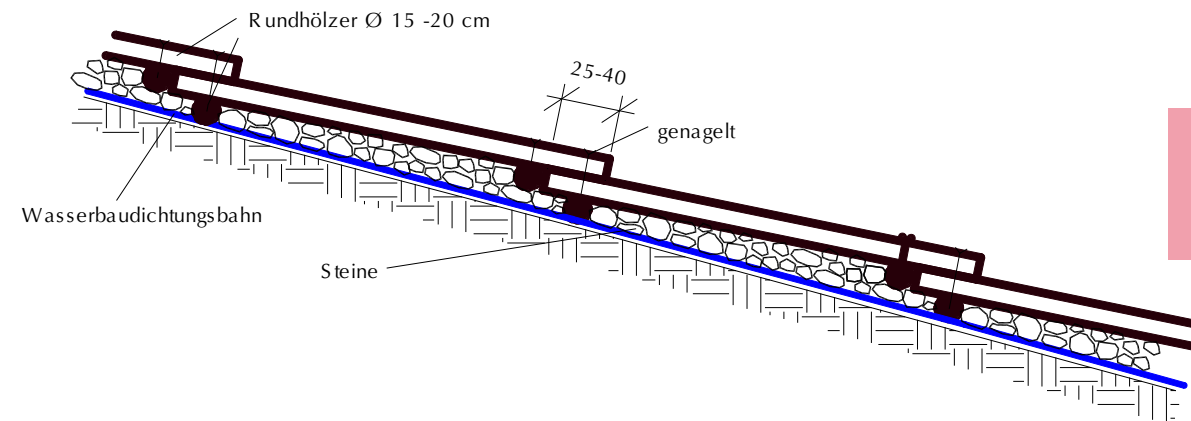


Abb. 3: Bautype Holzkännel

Fig. 3: Manufacturing type wooden channel



Abb. 4:
Aushub für
den Holzkännel

Fig. 4:
Excavation for
the wooden
channel

Zur Anordnung der Ableitung der Hang- und Quellwässer in Form von Holzkänneln wurde die bergseitige Schlepperwegkante verwendet, da hier zugleich das Wasser aus den Wasserspulen gefasst werden kann.

Die größeren Steine, welche beim Aushub zum Vorschein kamen, wurden später für die Befestigung der Sohle des Holzkännels verwendet.



Abb. 5:
Einbringung
der Polypropylenfolie

Fig. 5:
Polypropylene
film is brought
in



Abb. 6: Einbringung der Robinienhölzer

Fig. 6: Construction with robinia timbers

Im steileren Bereich wird das jeweils obere Längsholz auf dem unteren abgelegt und befestigt. Falls die Hölzer nicht optimal aufeinander aufliegen, muss immer das Längsholz angeschnitten werden. Würde man das unterliegende Querholz

anschneiden, könnte Wasser in die Schnittfläche eindringen und so die Lebensdauer des Kännels vermindern. Die Bauweise erfolgt von unten nach oben fortschreitend.



Abb. 7: Die Polypropylenfolie wird am Rundholz befestigt

Fig. 7: The polypropylene film being affixed to the round timber

Im flacheren Bereich werden die Längshölzer stumpf gestoßen und am Querholz angenagelt, nachdem die Sohle mit größeren Steinen befestigt wurde. Die Folie wird mit Dreiecksleistennägeln an den Längshölzern fixiert.



Abb. 8: Fertiger Holzkännel

Fig. 8: Completed wooden channel

Im Bereich der Wasserspulen werden die Längshölzer ausgespart und die Folie im Randbereich mit Humus abgedeckt.

Anschrift der Verfasserin / Author's address:

Ing. Sylvia Lechner
 Forsttechnischer Dienst für
 Wildbach- und Lawinenverbauung
 Gbl. Bludenz
 Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz
 E-Mail: sylvia.lechner@die-wildbach.at



Abb. 9:
 Funktionieren-
 der Holzkännel

*Fig. 9:
 Well-
 functioning
 wooden
 channel*

HANSPETER PUSSNIG

Studienreise nach Trient – ein Exkursionsbericht

Documentation of a study trip to Trient

Zusammenfassung:

Das Wildbachtreffen „Historisches Tirol“ fand am 1. Oktober 2010 in Trient statt. Es trafen sich die Mitarbeiter des FTD f. WLW, Sektion Tirol, die Abteilung Wasserschutzbauten in Südtirol und die WBV Trient zu einem Erfahrungsaustausch. Nach der Besichtigung eines rezenten Murganges wurde uns die Aufarbeitung des Ereignisses präsentiert und es wurde über Extremereignisse und Überlastfälle diskutiert. Weiters wurden Möglichkeiten und Grenzen der Gefahrenzonenplanung aufgezeigt. Die Veranstaltung war nicht nur in technischer sondern auch in kulinarischer Hinsicht, durch delikates Essen und nicht zuletzt durch den exzellenten Wein, ein Erfolg.

Summary:

The „Historical Tyrol“ torrent meeting was held on Oct. 1, 2010 in Trento. Employees from the federal service for torrent and avalanche control, Tyrol section, the department for torrent control constructions in South Tyrol and the department for torrent control in Trento met to exchange ideas. After visiting a recent debris flow event and a subsequent presentation on this topic, discussions were held on extreme events and overload cases. In addition, the possibilities and limitations of hazard zone mapping were explained. The event was not only a technical success, but a culinary one - framed by a delicious dinner and excellent wine.

Historisches Tirol

Am 1. Oktober 2010 war es wieder soweit, ein Treffen des „Historischen Tirols“ wurde anberaumt. Nachdem das letzte Treffen im Jahre 2006 in Meran stattfand und von den Kollegen aus Südtirol veranstaltet wurde, fand nach einiger Verzögerung das Treffen in Trient statt. So fanden sich die interessierten Teilnehmer der Sektion Tirol des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung und der Abteilung Wasserschutzbauten in Südtirol in Trient ein, wo die dortige Wildbachverbauung ein sehr interessantes Programm bot.

Der Murgang

Als erster Programmpunkt stand die Besichtigung eines Murprozesses, der sich vom

14. - 15. August 2010 im Einzugsgebiet des Val Molinara ereignete. Das EZG hat eine Größe von 0,93 km² und ist NW-exponiert. Die Melton-Zahl ergibt den dimensionslosen Wert 0,92. Bringt man die Melton-Zahl mit dem Schwemmkegelgefälle von 10,2° in Beziehung ergibt sich der maßgebende Prozess murgangartige Feststoffverlagerung bis Murgang. Zum Zwecke der Evaluierung des Ereignisses wurde das Starkregenereignis rekonstruiert, woraus sich eine Niederschlagsintensität von ca. 40 mm/h ergab. Für die Dauerstufe 6 Stunden ergab sich ein Niederschlag von 140 mm, was einem Niederschlagsereignis mit einer Wiederkehrzeit von 200 bis 500 Jahren entspricht.

Die Geschiebefracht stammt einerseits aus punktuellen Geschiebeeinträgen, andererseits aus Ufer- und Sohlerosion. Der Ablagerungsbereich des Murganges wurde in 5 Zonen eingeteilt und die Feststofffracht ergab 40.000 m³.



Abb. 1: Konsolidierungssperre bzw. Bogensperre (Quelle: WBV Trient)

Fig. 1: Check dam for consolidation (Source: WBV Trento)

Die Maßnahmen

Um den Wildbach Val Molinara planvoll zu verbauen, wurde der Bach in 4 Segmente geteilt, die durch den Einsatz unterschiedlicher Maßnahmen vor weiteren abtragenden Prozessen geschützt werden sollen. So werden in der **Transportstrecke**

- ein Murbrecher zur Energiedissipation,
- Konsolidierungssperren zur Ufer- und Sohlstabilisierung und Geschiebebindung (siehe Abb. 1) und
- Leitwerke zum Schutz vor Erosionsvorgängen in den Außenbögen von Umlenkungsstellen des Wildbaches erbaut.

Im Ablagerungsbereich wurden nach dem Ereignis Dämme geschüttet, die auf der dem Prozess zugewandten Seite mit Grobsteinschichtung ausgeführt wurden. Dadurch kann der durch das geschiebeentlastete Reinwasser entstehenden Schleppspannung begegnet werden. Laut Auskunft des Fachpersonals der dortigen Bauleitung war es eine große Herausforderung unmittelbar nach dem Mureignis die benötigte Anzahl an adäquaten Grobsteinen zu erhalten. So mussten auch autochthone Steine, die bedingt durch den Murgang zwar an der Oberfläche und somit auf kurzen Wegen verfügbar waren sich jedoch durch Form und Größe nicht unbedingt als Wasserbausteine eignen, eingebaut werden. Um einen schnellen Schutz zu erhalten, müssen eben Kompromisse eingegangen werden, die nicht den optimalen, jedoch einen gewissen Schutz bieten. Ein weiteres Problem ergab sich durch eine Gaspipeline, die den Wildbach quert und eine spezielle Fundierung verlangte.

Die Vorträge

Nach der Besichtigung des Ablagerungsbereiches des Murganges und der Schilderung der Sofortmaßnahmen mit ausführlicher Erläuterung des

Prozesses und der geplanten Maßnahmen folgten in nettem Ambiente die Referate von HR DI Siegfried Sauer Moser als Leiter der Sektion Tirol und Dr. Rudolf Pollinger als Leiter der Abteilung Wasserschutzbauten in Südtirol.

Die Beiträge beschäftigten sich – aus gegebenem Anlass – mit dem Umgang mit Extremereignissen. Es wurde erläutert, wie der FTD für WLV, Sektion Tirol, und die Abteilung Wasserschutzbauten in Südtirol mit Extremereignissen umgehen und wie sich diese auf die Gefahrenzonenplanung und in weiterer Folge auf die Raumplanung auswirken. Die Extremwertstatistik ist laut HR DI Sauer Moser ein wichtiges Werkzeug, um aufgrund zu kurzer und/oder fehlerbehafteter Zeitreihen ein Bemessungsereignis zu erhalten. Jedoch darf die Extremwertstatistik lediglich als ein Hilfswerkzeug gesehen werden, die niemals als alleiniger Parameter in die Dimensionierung von Verbauungsmaßnahmen einfließen darf. Zu regen Diskussionen führten weiters die für die Bestimmung von Bemessungsereignissen verwendeten Jährlichkeiten. DI Sauer Moser erklärte die Unschärfe der diversen Extrapolationsverfahren. So weichen die Ergebnisse verschiedener Verfahren oft weiter voneinander ab, als sich die Ergebnisse eines 100-jährlichen Ereignisses von denen eines 150-jährlichen Ereignisses unterscheiden. Darüber hinaus wäre der Unterschied zwischen einem 100-jährlichen und einem 150-jährlichen Ereignis nur marginal.

Bei der Frage der Überlastfälle wurde angeregt, dass man zwar auf ein 150-jährliches Ereignis verbaut und dimensioniert, jedoch darauf achtet, dass beim Eintritt eines Ereignisses mit noch geringerer Wahrscheinlichkeit und damit höherer Intensität durch das Bauwerk keine nachteiligen Auswirkungen verursacht werden.

Die Gefahrenzonenplanung ist derzeit ein besonders wichtiges Thema in der Abteilung für Wasserschutzbauten in Südtirol. Dr. Pollinger

erklärte hier, dass die Gefahrenzonenplanung in Südtirol in den nächsten Jahren stark forciert wird. Dementsprechend ist er für Informationen bezüglich Möglichkeiten und Problemen seitens der Sektion Tirol sehr froh. Die Erstellung der Gefahrenzonenpläne soll durch das Beiziehen von Ingenieurbüros zur Unterstützung der Mitarbeiter schnell und planvoll geschehen.

Das Mittagessen

Vor der Abschlussdiskussion haben wir uns in einem Lokal eingefunden um ein Mittagessen zu uns zu nehmen. Wie man es von italienischen Lokalen gewohnt ist, war das Essen mit seinen vielen Gängen ein Hochgenuss. Darüber hinaus wurde ein Wein kredenzt, der ein Lobgesang an den guten Geschmack war und dementsprechend in z.T. durchaus üppigem Maße genossen wurde.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Exkursion nach Trient sehr interessant war, nicht zuletzt aufgrund des rezenten Murganges und der guten Aufarbeitung und Präsentation des Prozesses. Der Meinungsaustausch zwischen den Ländern des historischen Tirols war für jeden Teilnehmer hilfreich. Es ist gut zu wissen, wie manche Dinge in anderen Ländern gesehen und gelöst werden.

Von der WBV Trient wurde es sehr gut verstanden uns in technischer und kulinarischer Hinsicht zu verwöhnen. Dabei muss der vorzügliche Wein noch einmal in besonderem Maße gelobt werden. Man darf sich freuen, wenn es im Jahre 2012 wieder heißt: Wildbachverbauungen des historischen Tirols vereinigt euch – zumindest für einen Erfahrungsaustausch.



Abb. 2: Die Exkursionsgruppe unterwegs am Schwemmkegelhals des Wildbaches Val Molinara (Quelle: WLV, Sektion Tirol)

Fig. 2: The field trip members walking along the debris cone (Source: WLV section Tyrol)

Anschrift des Verfassers

/ Author's address:

Hanspeter Pussnig
Sonnberg 6
9832 Stall

Literatur / References:

SERVIZIO BACINI MONTANI,
PROVINCIA AUTONOMA DI
TRENTO (2010):
The debris flow event in the Val
Molinara catchment



Bergmeister, K., Suda, J., Hübl, J., Rudolf-Miklau, F.

Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren

Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele



(2009. 211 Seiten, 193 Abbildungen, 50 Tabellen. Gebunden.)

Die Wildbachverbauung umfasst die Gesamtheit aller Maßnahmen, die in oder an einem Wildbach oder in seinem Einzugsgebiet ausgeführt werden, um insbesondere das Bachbett und die angrenzenden Hänge zu sichern, Hochwasser und Feststoffe schadlos abzuführen und die Wirkung von Hochwasserereignissen auf ein zumutbares Ausmaß zu senken. Dazu gehören die Unterbindung der Geschiebebildung und der Rückhalt von Verwitterungsprodukten, die Verbesserung des Wasserhaushalts und die unschädliche Ableitung von Wasser und Geschiebe in Wildbacheinzugsgebieten, die Beruhigung und Begrünung von Bruch- und Rutschungsflächen, Maßnahmen, die der drohenden Entstehung von Runsen und Rutschungen entgegenwirken sowie die Betreuung und Instandhaltung der Wildbacheinzugsgebiete.

Die Konzeption und Bemessung von Schutzbauwerken stellt besondere Anforderungen an den Planer und erfordert umfassende Kenntnisse der in den Einzugs- und Risikogebieten ablaufenden Prozesse. Technische Standards für die Planung und Ausführung sind nur lückenhaft vorhanden. Außerdem finden die einschlägigen Normen der Hydrologie, des Wasserbaus, des konstruktiven Betonbaus und der Geotechnik Anwendung.

In diesem Buch werden die wichtigsten Grundlagen und Regeln für die Planung, Konstruktion, Bemessung und Errichtung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung zusammengefasst. Es gibt einen Überblick über die grundlegenden Wildbachprozesse und die davon ausgehenden Einwirkungen, enthält eine funktionale und konstruktive Systematik der Schutzbauwerke, stellt die hydrologischen, hydraulischen und statischen Grundlagen des Entwurfs und der Bemessung dar, fasst die wichtigsten Bautypen, ihre Bauteile und Funktionsorgane zusammen und enthält ausgeführte Beispiele.

Fax-Antwort an +49(0)30 47031 240 Ernst & Sohn, Berlin

Anzahl	Bestell-Nr.	Titel	Einzelpreis*
	978-3-433-02945-9	Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren	€ 49,90
	905765	Gesamtverzeichnis Verlag Ernst & Sohn	kostenlos
	2093	Probeheft der Zeitschrift Beton- und Stahlbetonbau - aktuelle Ausgabe	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Firma	
Ansprechpartner	Telefon
UST-ID Nr./VAT-ID No.	Fax
Straße/Nr.	
E-Mail	
Land	PLZ
Ort	

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21
10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de



Datum/Unterschrift

*E-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten. Stand: September 2010 (IECS, Graz)





Handbuch Technischer Lawinenschutz

Florian Rudolf-Miklau
Siegfried Sauer Moser
(Hrsg.)

Ernst & Sohn
A Wiley Company

Neuerscheinung April 2011

Rudolf-Miklau, F. / Sauer Moser, S. (Hrsg.)
Handbuch Technischer Lawinenschutz
April 2011, ca. 400 Seiten, ca. 400 Abb. Hardcover, ca. € 89,-*

Lawinen treten in vielen Gebirgsregionen der Erde als lebensbedrohende Naturgefahr in Erscheinung und werden in den Alpen treffend als "Weißer Tod" bezeichnet. Für die Sicherung des Lebensraums und der Verkehrswege steht eine breite Palette technischer Schutzmaßnahmen (Lawinerverbauung, künstliche Auslösung, Monitoring- und Warnsysteme) zur Verfügung, die Teil einer eigenständigen Ingenieursdisziplin sind. Das Werk bietet dem Leser einen umfassenden Überblick über die Grundlagen des technischen Lawinenschutzes (Analyse, Bewertung und Darstellung von Lawinengefahren und -risiken) und stellt im Detail die Methoden der Planung, Konstruktion, Bemessung und Erhaltung von Schutzbauwerken und temporären technischen Maßnahmen dar. Die Beiträge zu diesem Handbuch wurden von führenden europäischen Experten des technischen Lawinenschutzes erstellt. Die dargestellten Schutzsysteme und Methoden entsprechen dem aktuellen Stand der Technik und basieren auf den normativen Standards in Österreich und der Schweiz. Das Werk richtet sich an Ingenieure und Planer, die mit der Konzeption und Ausführung von technischen Lawinenschutzmaßnahmen betraut sind, aber auch an interessierte Leser anderer Fachdisziplinen, die mit Fragen des Lawinenschutzes konfrontiert sind.

Aus dem Inhalt:

- > Einführung
- > Entwicklung der Lawinen und des Lawinenschutzes: Historischer Überblick
- > Lawinen: Entstehung und Wirkung
- > Grundlagen und Modelle der Lawindynamik und Lawinewirkung
- > Analyse, Bewertung und planerische Darstellung von Lawinengefahren
- > Schadenswirkung von Lawinen
- > Gefahren- und Risikoanalyse
- > Gefahrenzonenplanung
- > Terminologie des Lawinenschutzes
- > Systematik der Maßnahmen des technischen Lawinenschutzes
- > Planung von permanenten technischen Lawinenschutzmaßnahmen
- > Rechtliche- und normative Grundlagen
- > Einwirkungen auf Lawinenschutzbauten
- > Schutzsysteme und Bautypen
- > Bemessung und Konstruktion
- > Bauausführung und Erhaltungsmanagement
- > Arbeitnehmersicherheit auf Lawinenausbauten
- > Gebäude- und Objektschutz
- > Technischer Schutz gegen Schneegleiten
- > Temporärer Lawinenschutz
- > Lawinenbeobachtung (Monitoring) und Lawinenwarnung
- > Künstliche Lawinenauslösung
- > Ökonomische und ökologische Aspekte des Lawinenschutzes
- > Technischer Lawinenschutz international: Überblick und Vergleich
- > Zusammenfassung und Ausblick

Über die Herausgeber:

Dipl.-Ing. Dr. Florian Rudolf-Miklau ist Experte für Wildbach- und Lawinerverbauung und Mitarbeiter des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium) in Wien. Studium der Forstwirtschaft (Wildbach- und Lawinerverbauung) und Dissertation an der Universität für Bodenkultur in Wien. 10 Jahre Tätigkeit als Bauleiter in der Lawinerverbauung in der Steiermark (Österreich), seit 2002 Referent für technische Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung und Projektförderung des Lebensministeriums in Wien. Vorsitzender des Normungsausschusses ON-K 256 "Schutz vor Naturgefahren" beim österreichischen Normungsinstitut und Mitglied des wissenschaftlich-technischen Beirates der Forschungsgesellschaft INTERPRÄVENT in Klagenfurt, Lektor an der Universität für Bodenkultur und Technischen Universität Wien für "Naturgefahren-Management", gerichtlich beidseitiger Sachverständiger für "Wildbach- und Lawinenschutzbauwerke" sowie "Gefahrenzonenplanung" und Autor zahlreicher Fachbeiträge und -bücher.

Dipl.-Ing. Siegfried Sauer Moser ist Leiter der Sektion Tirol des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung in Innsbruck. Studium der Forstwirtschaft (Wildbach- und Lawinerverbauung) an der Universität für Bodenkultur in Wien. 12 Jahre Tätigkeit als Bauleiter für Maßnahmen der Lawinerverbauung, Lektor an der Universität für Bodenkultur in Wien ("Lawinerverbauung"), an der Universität Innsbruck ("Wildbach- und Lawinerverbauung") und dem Universitäts-Center in Svalbard (Spitzbergen/Norwegen), gerichtlich beidseitiger Sachverständiger für Wildbach- und Lawinenschutzbauwerke, Vorstandsmitglied des Kuratoriums für Alpine Sicherheit Innsbruck und Autor zahlreicher Fachbeiträge.

Die weiteren Autoren:

- > Dr. Karl Gabl, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ZAMG, Innsbruck
- > Peter Gauer PhD., Norwegisches Geotechnisches Institut NGI, Oslo
- > DI, Matthias Gränig, Stabstelle Schnee und Lawinen, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Schwaz
- > Dr. Robert Hofmann, Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Perchtholdsdorf
- > Dr. Karl Kleemayr, Bundesforschung- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft BFW, Innsbruck
- > Dipl. Bauingenieur ETH Stefan Margreth, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
- > Mag. Michael Molk, Stabstelle Geologie, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Innsbruck
- > DI, Patrick Nairz, Lawinenwarndienst des Landes Tirol, Innsbruck
- > DI, Wolfgang Schlicher, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Bludenz
- > DI, Christoph Skolaut, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Salzburg
- > Dipl.-Ing. ETH Lukas Stoffel, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
- > Dr. Markus Stoffel, Universität Bern, Institut für Geowissenschaften/Dendrolabor
- > DDI, Dr. Jürgen Suda, Universität für Bodenkultur, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Wien
- > DI, Gebhard Walter, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Innsbruck

Rudolf-Miklau, F. / Sauer Moser, S. (Hrsg.)
Handbuch Technischer Lawinenschutz

Das Werk bietet dem Leser einen Überblick über die Grundlagen der technischen Schutzmaßnahmen gegen Lawinengefahren ("Weißer Tod") und stellt im Detail die Methoden der Planung, Konstruktion, Bemessung und Erhaltung der Lawinerverbauung sowie temporärer technischer Maßnahmen dar.



Bestellfax: +49 (0)30 47031 240 - Ernst & Sohn, Berlin

Anzahl	Bestell-Nr.	Titel	Einzelpreis*
	978-3-433-02947-3	Handbuch Technischer Lawinenschutz	ca. 89,- €
		monatlicher Ernst & Sohn E-Mail Newsletter	kostenlos
	2091	Probeheft der Zeitschrift Bautechnik	kostenlos
	2534	Probeheft der Zeitschrift Geotechnik	kostenlos
	905765	Gesamtverzeichnis 2010/2011	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: Privat Geschäftlich

Firma _____

Ansprechpartner _____ Telefon _____

UST-ID Nr./VAT-ID No. _____ Fax _____

Straße/Nr. _____ E-Mail _____

Land - PLZ - Ort _____

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21
10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de



Auch auf Facebook und Twitter



Datum / Unterschrift _____

*E-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: Jan 2011

Jetzt Online bestellen!
www.ernst-und-sohn.de

Ernst & Sohn
A Wiley Company

Inserentenverzeichnis

Firma	Inserat Seite
Alzner-Meva	6
Frenkenberger	73
Geobrugg	35
Geolith Consult	87
Heli Austria	4
Hobas	86
i.n.n.	159
Klenkhart	8
Krismer	159

Lieco	53
Lumesa	53
Mair Wilfried	67
Mittendorfer	87
Perzplan	101
Schärddinger Granit	147
Sommer-Messtechnik	67
Tiwald	147
Trumer	73
Wucher	U4



Ein eingespieltes Team das extreme und alltägliche Flugeinsätze souverän löst.

