



Wildbach- und Lawinerverbau

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

Stand der Technik – Innovationen der Ingenieurpraxis

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinerverbauung
österreichs

ISBN: 978-3-9503089-8-3
78. Jahrgang, Dezember 2014, Heft Nr. 174

Heft 174

Wildbach- und Lawinenverbau

Impressum:

Herausgeber:

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

Schriftleiter:

Dipl.-Ing. Dr. Florian RUDOLF-MIKLAU

c/o Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft, Abteilung IV/5 – Wildbach- und Lawinenverbauung,
Marxergasse 2, 1030 Wien, Tel.: +43 1 71100 7338,
Fax: +43 1 71100 7399, florian.rudolf-miklau@wlv-austria.at

Layout & graphische Gestaltung: Studio Kopfsache – Kommunikation & Design, A - 5310 Mondsee

Lektorat: MB eurocom International Languages GmbH, A - 1030 Wien

Druck & Versand: Friedrich VDV Vereinigte Druckereien- und Verlags-Gesellschaft mbH & Co KG, A - 4020 Linz

Titelbilder: Lawinenverbauung in der Wasserleiterlawine über Galtür (Tirol), Steinschlagschutznetz im Grüble Felssturz (Pitztal, Tirol)

Regulierung der Urslau (Stadt Saalfelden, Salzburg)

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinenverbauung
österreichs

ISBN: 978-3-9503089-8-3
78. Jahrgang, Dezember 2014, Heft Nr. 174

NEU in unserer Flotte: Bell 212 HP



Erste AS 350 B3e in Österreich

Rettungsflüge • Film- und Fotoflüge

Montagen • Tierbergungen

Lawinensprengungen • Hüttenversorgung

Holztransporte • Leitungskontrollen

Feuerbekämpfung • VIP- und Shuttleflüge



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

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

Inhalt Heft 174

Editorial

Seite 12

Kunst

Robert Briksi:
**„Ingenieurkunst“ oder
„die unmöglichen Wildbachsperrn“ – Ein Künstlerportrait**

Seite 16

HAUPTBEITRÄGE zum Schwerpunktthema

Peter Tschernutter:
Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen

Seite 22

Stefan Margreth, Siegfried Sauer Moser:
Entwicklung von Standards und Normen im technischen Lawinenschutz

Seite 42

Roman Schremser:
**Normung im Bereich „Schutz vor Naturgefahren“ –
Nationale und europäische Entwicklungen**

Seite 58

KURZBEITRÄGE zum Schwerpunktthema

Anker Franz, Gerald Haussteiner, Christian Oberdorfer, Thomas Köhlbichler:
**Unterfangung von Uferschutzbauten mittels Düsenstrahlverfahren (DSV)
am Beispiel der Urslau im Stadtgebiet von Saalfelden**

Seite 68

Jörg Henzinger, Michael Posch, Hubert Agerer, Harald Pöll:
Geschiebesperre Stubenbach – Bemessung und Ausführung

Seite 82

H. Wolfgang Weinmeister:
Restrukturierung von Wildbachverbauungen

Seite 102

Anton Gwercher, Siegfried Sauer Moser:
**Lawinenanbruchverbauung Breitlehner-Lawine: Erfahrungen
mit Schneenetzen unter schwierigen Bedingungen**

Seite 118



Sicher schalen.

Bauen auf schwierigem Terrain. Am Aisdorfer Bach im Team erfolgreich:

Sicher bauen. Nach bestem

MEVA Schalungs-Systeme, Alzner Baumaschinen und die Wildbach- und

Wissen und Gewässer.

Lawinenverbau, GBL Pinzgau. Danke für's Teamwork.

www.meva.at • Tel. 02252 209000 • www.alzner.at • Tel. 06219 80656

... mehr als nur
Schalung



Inhalt Heft 174

KURZBEITRÄGE zum Schwerpunktthema: Innovationen der Ingenieurpraxis

Andreas Drexel:
Konstruktive und statische Problemstellungen bei der Anpassung bestehender Anbruchverbauungen am Beispiel der Großtal-Lawine in Galtür

Seite 134

Hanspeter Pussnig:
Mur- und Lawinenbrecher Timmelbach (Prägraten): Konstruktion und Bauausführung

Seite 150

Corinna Wendeler, Andrea Roth und Bruno Haller:
Der Einfluss von Richtlinien auf die Entwicklung von flexiblen Steinschlagbarrieren

Seite 166

Willi Wanker, Markus Götsch:
Aktuelles Umsetzungsbeispiel zur ONR 24810 mit Steinschlagschutznetzen und -dämmen – ein Erfahrungsbericht

Seite 174

Robert Zach:
Hochwasserträgliche Gebäudesanierung am Beispiel St. Nikola an der Donau

Seite 190

START_it_up – Transnational and international standardization

Susanne Mehlhorn, Florian Rudolf-Miklau:
START_it_up Project: Paving the path for transnational standardization in natural hazard engineering

Seite 196

Bruno Mazzorana, Bernhard Gems, Michaela Wörndl:
Identifying and Verifying Design Requirements of Integral Flood Risk Mitigation Systems

Seite 200

Matjaž Mikoš, Magda Carman, Jože Papež, Mitja Janža:
Legislation and Procedures for the Assessment of Landslide, Rockfall and Debris Flow Hazards and Risks in Slovenia

Seite 212

Massimiliano Schwarz, J. Mattli, Luuk Dorren, Gabi Hunziker, Bernard Loup, Karl Hagen, Bruno Mazzorana, Christian Rickli, Peter Bebi, Stephan Wohlwend, Andreas Huwiler, Giorgio Vacchiano: **Best Practice Methods for Shallow Landslides Hazard Assessment – A Review of the Alpine Region**

Seite 222

Inhalt Heft 174



Der **Spezialist im Hochgebirgs-
und Spezialtiefbau**



HTB Baugesellschaft m.b.H.
www.htb-bau.at



Praxis-Pinnwand

Susanne Mehlhorn, Florian Rudolf-Miklau:

START_it_up Risk Technology Database and Network

Florian Rudolf-Miklau, Susanne Mehlhorn, Johannes Hübl:

Fachtagung "Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen"

**Andreas Schindlmayr, Tatjana Enzinger, Bruno Haunschmid, Robert Holzer,
Ditmar Kreysler, Oliver Montag, Gerhard Poscher & Thomas Stadlmann:**

Konzept zur Erstellung einer nationalen
Gefahrenhinweiskarte „Rutschungen“ für Österreich

Thomas Hlatky:

NatKat-Versicherungsmodell für Österreich

Julia Braun, Johannes Hübl:

Gebäudeschutzausweis: Grundlagen und Umsetzungsvorschlag

Roland Kaitna, Markus Stoffel, Andreas Gobiet, Franz Sinabell:

Klimawandel und Muren – Das Projekt Deucalion

Helmut Habersack:

SED_AT und die Ziele für den
Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan

Markus Waibel, Stefan Schuster:

Bemessungsbehelf für Stützmauern
(Ein Planungstool für Praktiker: Ufermauerstatiken samt Bewehrungsskizzen)

Aktuelles

- Hochwasserkatastrophe 2014 in Serbien: Kurzbericht
- World Landslide Forum – Peking 2014

- 130 Jahre Wildbach- und Lawinenverbauung – Buch und Festakt in Hallstatt

Seite 232/233

Seite 234

Seite 236

Seite 238

Seite 240

Seite 242

Seite 244

Seite 246/247

Seite 248

Inhalt Heft 174



Go ahead...

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

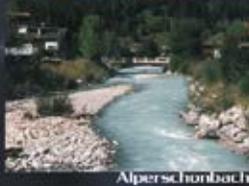
- Wildbachverbauungen
- Schutzwasserbauten
- Böschungssicherungen
- Lawinverbauungen
- Forst- und Güterwegen
- Landschaftspflegerische Begleitplanung
- Speicherteiche
- Schneeanlagengesamtplanung
- Skipistenbau
- Schneileitungssystemen
- Wasser- und Quellfassungen
- Wasserver- und entsorgung
- schiGIS[®]-Infosystem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



Holzstützverbauung



Forst- und Güterwegplanung



Alperschonbach

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

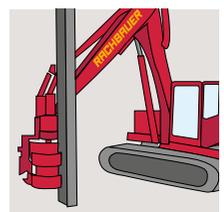
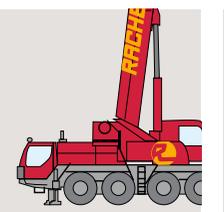
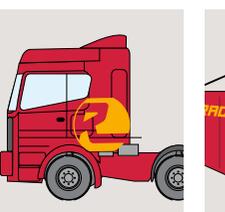


| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Aktuelles | <ul style="list-style-type: none"> • 13ter Kongress der INTERPRAEVENT 2016 – Leben mit Naturrisiken – Einladung zur aktiven Teilnahme • 13th Congress INTERPRAEVENT 2016 – Living with natural risks – Invitation to participate actively | Seite 250/251 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen in Kärnten | Seite 252 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Risiko Policy Dialog Hinterstoder • OeRISK: Universitätslehrgang für Risikoprävention und Katastrophenmanagement | Seite 254/55 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Die Neuauflage der Praxisfibel „Gewässer erhalten und entwickeln“ | Seite 256 |
| Verzeichnis der Inserenten | | Seite 258 |



RACHBAUER
STRASSWALCHEN · SALZBURG

Rachbauer GmbH & Co KG
Braunauer Straße 39 T +43 6215 8425-0 info@rachbauer.at
A-5204 Straßwalchen F +43 6215 8513-0 www.rachbauer.at

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rammarbeiten | Kranarbeiten | Sonder- und Schwertransporte | Logistik |
|  |  |  |  |



Ihr Partner!

Roman Schremser, Florian Rudolf-Miklau

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser!

Das Wissen der Naturgefahren-Ingenieure hat sich aus einer langen Tradition entwickelt, welche ihre Wurzeln im 18. und 19. Jahrhundert hat. Während andere Teilbereiche des Bauingenieurwesens in erster Linie von Technologieschüben gesteuert waren, kommt in der Entwicklung der technischen Schutzmaßnahmen gegen Naturgewalten eher ein im Wettstreit mit der Natur stehender Pioniergeist zum Ausdruck. Treffend haben Alfred Komarek und Verena Winiwarter im Buch „Retrospektive, Perspektive, Vision – 130 Jahre Wildbach- und Lawinerverbauung“ die „Eroberung der Landschaft“ und die „Erschließung der Alpen“ als die, aus verkehrstechnischer, militärischer und touristischer Sicht, wesentlichen Herausforderungen beschrieben, die den Ansporn zur Entwicklung des Schutzes vor alpinen Naturgefahren gegeben haben. Zwar haben auch in diesem Bereich Innovationen in der Konstruktion, der Automatisierung oder der Materialtechnologie wichtige Entwicklungsimpulse gegeben, die Empirie der Ingenieurkunst hatte in der Geschichte des Naturgefahren-Ingenieurwesens jedoch stets einen dominierenden Stellenwert. Nicht nur, dass Naturgewalten in ihrem Ablauf und ihrer Intensität schwer einzuschätzen sind und daher angepasste Maßnahmen kaum standardisiert werden können, auch schließen die extremen Umweltbedingungen an den Standorten der Schutzbauwerke die Anwendung von Normverfahren und -technologien des Hoch- und Tiefbaus aus. Viele Jahrzehnte schien es daher nicht möglich oder sinnvoll, einen „Stand der Technik“ für technische Schutzmaßnahmen zu definieren. Technische Normen und Richtlinien waren daher im Hochwasserschutz oder in der Wildbach- und Lawinerverbauung spärlich gesät. Der Mangel an standardisierten Konstruktionen und Bauverfahren wurde von der Ingenieurspraxis durch Kreativität und Variantenreichtum, manchmal auch durch „Versuch und Irrtum“ substituiert.

Dieses Heft stellt dem „Stand der Technik“ die „Innovationen der Ingenieurpraxis“ gegenüber. Manches Mal scheinen diese beiden Prinzipien im Widerspruch zu stehen. Auch hat die über Jahrzehnte an Empirie gewöhnte Zunft der Naturgefahren-Ingenieure eine gewisse „Normenaversion“ entwickelt. Oft ist zu hören, dass Technikregeln die Gestaltungsfreiheit des Ingenieurs beeinträchtigen. Bis vor kurzer Zeit lagen die klassischen Baustellen der Wildbach- und Lawinerverbauung an entlegenen Gebirgsstandorten, sodass kaum Maßnahmen anderer Bausträger als Benchmark zur Verfügung standen. In jüngster Zeit findet jedoch baulicher Schutz vor Naturgefahren mitten in intensiv genutzten Entwicklungsgebieten statt: Einerseits rücken verschiedene touristische oder verkehrstechnische Baulichkeiten immer weiter in den alpinen Raum vor, andererseits werden Verbauungen immer näher an den urbanen Räumen errichtet. Mit der zunehmenden räumlichen Nähe zwischen der Schutzinfrastruktur und den geschützten Siedlungen, Bauwerken und Verkehrswegen erhöht sich auch der Stellenwert der Anlagensicherheit und gewinnt das Versagensrisiko als Planungskriterium an Bedeutung. Damit rückt auch die Frage der Erhaltung und Überwachung der Schutzbauwerke in den Fokus.

Der EUROCODE baut auf einem Modell des Nachweises der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Tragwerke auf und betrachtet das Bauwerk systematisch über die gesamte Lebensdauer. Es steht heute außer Diskussion, dass auch Schutzbauwerke des Wasserbaus, der Geotechnik sowie der Wildbach- und Lawinerverbauung grundsätzlich unter das Anwendungsregime der europäischen Bautechniknormen fallen und die Einhaltung des „Standes der Technik“ vom

Wasserrecht, Seilbahnrecht oder Eisenbahnrecht gefordert wird. Gleichzeitig wurde rasch klar, dass die Anwendung dieser allgemeinen Bautechnikregeln ohne Adaption auf die besonderen Bedingungen des Schutzes vor Naturgefahren mit einer massiven Kostensteigerung verbunden gewesen wäre und manches Schutzvorhaben an technische Machbarkeitsgrenzen geführt hätte. Es war daher eine logische Konsequenz, 2008 einen eigenen Normungsausschuss für den „Schutz vor Naturgefahren“ einzurichten und die allgemeinen EUROCODE-Normen und Bezug habenden nationalen Normen durch spezifische ÖNORM-Regeln für die Wildbachverbauung, die Lawinerverbauung sowie den technischen Steinschlagschutz anwendbar zu machen. Dieser Prozess hat gezeigt, dass die enorme technologische Entwicklung die Einbindung des Spezialwissens anderer bautechnischer Fachdisziplinen (Geotechnik, Stahlbau, Stahlbetonbau, Spreng- und Felstechnik, Hydraulik, Materialtechnologie) unverzichtbar macht und dieses Wissen nur im Rahmen von Wissensmanagement- und Standardisierungsprozessen, niemals jedoch für jeden einzelnen Planungsfall, ökonomisch und effizient gebündelt werden kann.

Daraus hat sich ein neuer Ansatz der Standardisierung im Naturgefahren-Ingenieurwesen entwickelt, der über die reine Normungstätigkeit hinausgeht und sich auf die drei Grundfunktionen des Wissensmanagements, nämlich die Wissensakquisition, die Wissenskonsolidierung und die Wissensbereitstellung, stützt. Konkret bedeutet dies, dass sich in den letzten Jahren eine umfangreiche Initiative zur Entwicklung und Verfügbarmachung von Wissen und Innovationen für die Ingenieurpraxis in Form von Leitfä-

den, Technikregeln, Best-Practice-Handbüchern, Datenbanken oder Praxisempfehlungen entwickelt hat. Die Dynamik dieser Standardisierungswelle zeigt sich auch in Form von verstärkten Kooperationen von Wissenschaft und Ingenieurspraxis bei der Lösung von komplexen Planungsaufgaben, zukunftsweisenden Ingenieurtagungen – wie beispielsweise der Tagung „Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen“ im April 2014 an der Universität für Bodenkultur mit fast 200 Teilnehmern –, rapide steigender Nachfrage nach Richtlinien für alle Bereiche der Schutztechnik, des Erfolgs des Technologie- und Standardisierungsprojektes „START_it_up“ im Alpenraumprogramm sowie der zunehmenden Publikationsbereitschaft von Naturgefahren-Ingenieuren, von der auch diese Zeitschrift profitiert. Zahlreiche spektakuläre Schutzbauten und neue Sicherheitstechnologien der letzten Jahre zeugen von der direkten Umsetzung des standardisierten und bereitgestellten Wissens.

Es war daher naheliegend, Heft 174 dem Thema „Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen“ zu widmen. Dem Leser dieser spannenden und innovationsgeladenen Ausgabe wird jedoch rasch klar, dass es hier nicht nur um Technikenormen geht, sondern viel mehr um das Innovationspotenzial der Ingenieurspraxis als zweite Säule der Technologieentwicklung zur Geltung kommt. Dass diese Technologie des Schutzes vor Naturgefahren im Kooperationsquadranten der Universitäten und Forschungseinrichtungen, der öffentlichen Verwaltung, der Ingenieurbüros und der Sicherheitstechnikindustrie entsteht, ist sowohl an den Autorentams, die an dieser Zeitschrift mitgewirkt haben, als auch an den zahlreichen Fallbeispielen, die behandelt werden, direkt ablesbar. Diese Ausgabe der Zeit-

schrift „Wildbach- und Lawinerverbau“ ist auch als Impuls für den Aufbau eines internationalen Netzwerks des Naturgefahren-Ingenieurwesens zu verstehen, welches zukünftig dem leichteren Transfer und Austausch von Wissen, Standards und Innovationen dienen soll.

Die Vision eines „Naturgefahren-Ingenieurwesens“ als eigenständige Fachdisziplin ist real. Die damit verbundene Interdisziplinarität macht die Ingenieurleistungen der Gegenwart spannend und den Blick in die Zukunft der Schutztechnologie aufregend. Lieber Leser, wir hoffen, dass sie durch die Lektüre dieser Beiträge zukünftig „Stand der Technik“ nicht mehr als abstrakte und praxisfremde Norm, sondern als anwendbare Qualität erleben, die für den Schutz des Menschen und seines Lebensraums essentiell sein sollte.

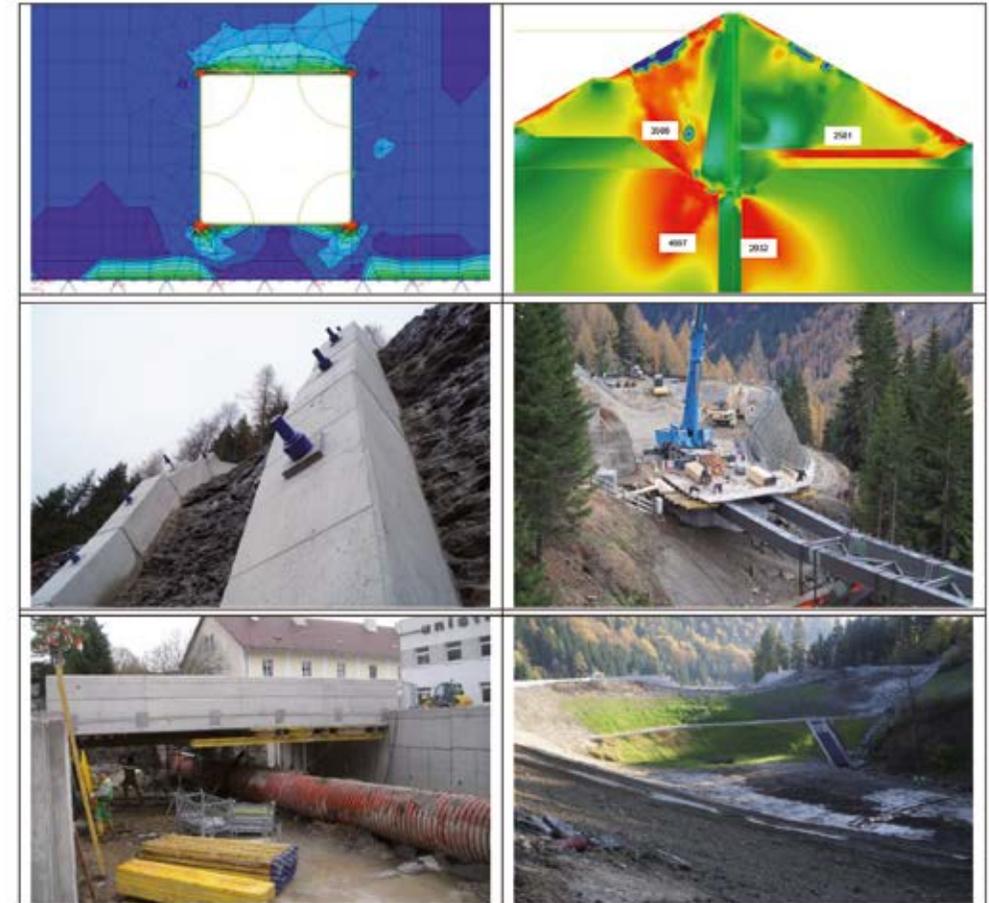
Roman Schremser
Austrian Standards Institute

Dr. Florian Rudolf-Miklau
Schriftleiter

alpinfra consulting + engineering gmbh :: Internationale Ingenieurkompetenz

Innovative Lösungen und Baustellenführung im anspruchsvollen alpinen Umfeld

- Statische und dynamische FE-Strukturanalysen für Stahl-, Erd- und Betonbauwerke
- Geotechnisch, grundbautechnische Sonderlösungen, Injektionstechnik
- Schutzwasserbau, Wildbach- und Lawinerverbauung
- Numerisch-Physikalische Modellierung von Lawinen, Muren und Felsstürzen



alpinfra consulting + engineering gmbh
 Marktplatz 5 - 5163 Mattsee
 office@alpinfra.com
 www.alpinfra.com
 +43 - 6217 - 20271

ROBERT BRIKSI

„Ingenieurkunst“ oder „die unmöglichen Wildbachsperrern“ – Ein Künstlerportrait

Ingenieurkunst bedingt Kreativität und Gestaltungsdrang. Diese Eigenschaften besitzt der Tiroler Wildbachverbauer und Künstler Robert Briksi in besonderer Weise. Er setzt sein außergewöhnliches grafisches Talent nicht nur im Bereich der Planung von Schutzbauwerken ein, sondern gestaltet und erfindet in seinen Zeichnungen und Bildern auch eine virtuelle Welt aus Technik und Phantasie. Dabei verbindet er die spitze Feder des Karikaturisten mit der Sorgfalt des Malers in der Behandlung von Farben und Formen. Robert Briksi ist den Kollegen der Wildbach- und Lawinenverbauung mit seinen Bildern und Grafiken seit vielen Jahren bekannt und hat auch bereits für diese Zeitschrift satirische Zeichnungen beigetragen. Seit einiger Zeit wird er aber auch von einer breiten Öffentlichkeit mit seinem künstlerischen Werk wahrgenommen und hat erfolgreich Vernissagen und Ausstellungen gestaltet. Besondere Aufmerksamkeit hat zuletzt seinen Grafikerie „Die unmöglichen Wildbachsperrern“ erweckt. Anlass genug, diese Aufgabe der Zeitschrift einmal unkonventionell mit einem Künstlerportrait zu beginnen, ein persönliches Anliegen des Schriftleiters.

Robert Briksi wurde am 12.07.1959 in Steyr/OÖ geboren. Nach seiner Ausbildung zum Förster startete er seinen Berufsweg 1981 bei der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Ausserfern, in Lechaschau. Nach einer zweieinhalbjährigen Zwischenstation in der Gebietsbauleitung Wörgl kehrte er 1984 wieder ins Ausserfern zurück und ist seitdem dort tätig. Schon während seiner Schulzeit bereitete es Robert Briksi große Freude zu zeichnen und Anfang der 80er-Jahre begann er intensiv seine grafischen Fähigkeiten zu nutzen und seine Ideen in Bildern festzuhalten. Seine bevorzugten Techniken sind Bleistift, Farbstift und Tuschefeder für die Herstellung seiner realistischen Darstellungen und Karikaturen. Der Künstler experimentiert auch gerne mit Farbtusche im abstrakten Bereich und hat so seinen eigenen Stil entwickelt. Seine Leidenschaft für die Natur spiegelt sich auch in vielen seiner Werke wider. Ein weiteres Thema des Schaffens von Robert Briksi sind Karikaturen, die er teilweise auch als Auftragswerke ausführt. Seit Mai 2013 ist er als Karikaturist für das Bezirksblatt Reutte tätig.

Den Grafikzyklus „Die unmöglichen Wildbachsperrern“ hat Robert Briksi der Zeitschrift „Wildbach- und Lawinenverbauung“ unentgeltlich zur Verfügung gestellt, wofür ihm die Schriftleitung höchsten Dank aussprechen darf. Die phantastischen Varianten laden zum Schmunzeln ein und überraschen durch Doppelbödigkeit in der Bildaussage. Wir hoffen, den Zyklus angemessen ins Bild setzen zu können. Die Bilder sind eine Hommage an und Satire der Gestaltungsvielfalt der Wildbachverbauung zugleich. Zwar werden wohl nicht alle dieser Sperrernbauwerke tatsäch-

lich gebaut werden, ein innovativer Denkansatz ist jedoch in jedem der Bilder enthalten. Der Leser möge diesen etwas anderen „State of the Art“ mit Vergnügen genießen.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Ing. Fö. Robert Briksi
Wildbach- und Lawinenverbauung,
Gebietsbauleitung Ausserfern
Lechtalerstrasse 21, 6600 Lechaschau
robert.briksi@die-wildbach.at

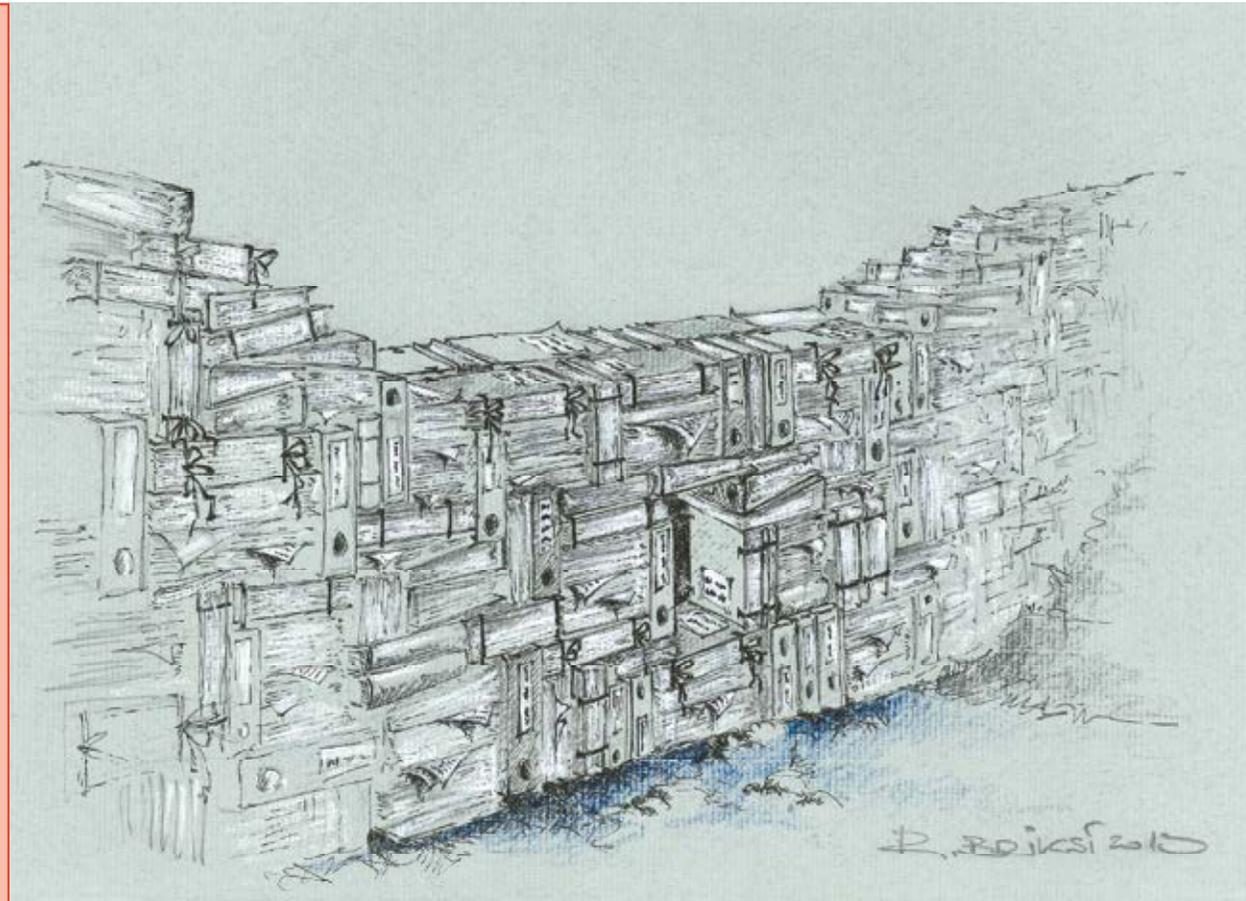


Abb. 1: **Akten** – Karikaturzyklus „Die unmöglichen Wildbachsperrern“ (© Robert Briksi).

Fig. 1: **Files** – Caricature picture cycle „The impossible check dams“.



Abb. 2:
Eis
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrn“
(© Robert Briksi).

Fig. 1:
Ice
Caricature
picture cycle
"The impossible
check dams".



Abb. 4:
Käse
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrn“
(© Robert Briksi).

Fig. 4:
Cheese
Caricature
picture cycle
"The impossible
check dams".

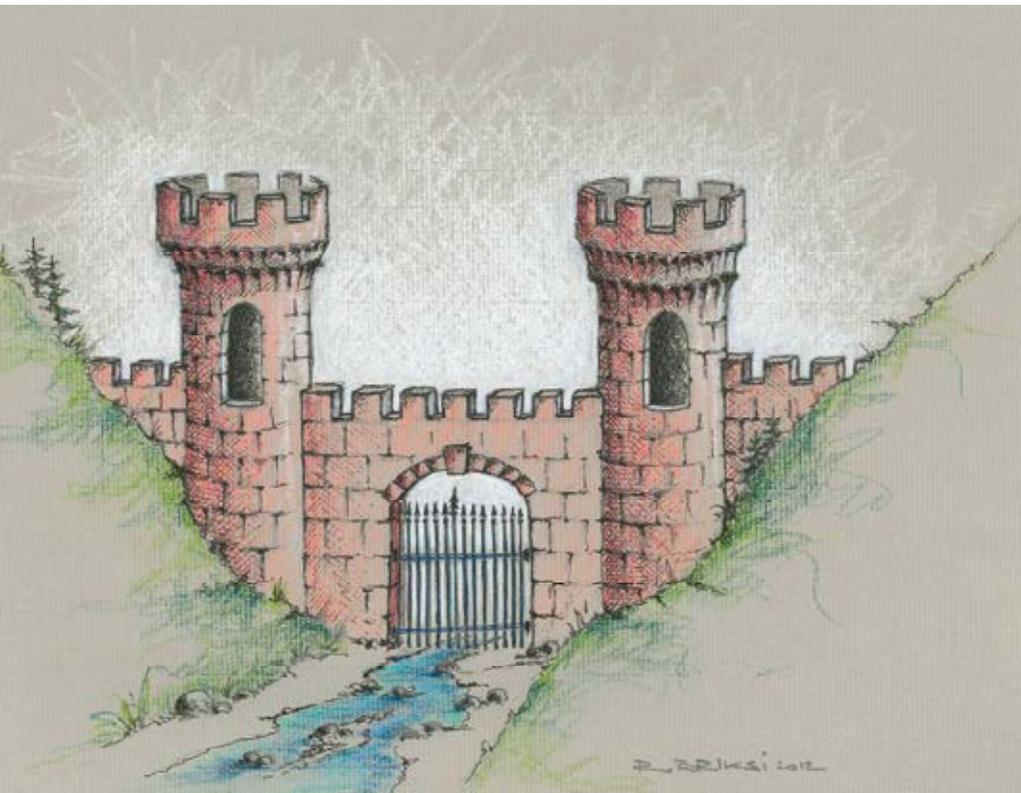


Abb. 3:
Exzessiv
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrn“
(© Robert Briksi).

Fig. 3:
Excessive
Caricature
picture cycle
"The impossible
check dams".

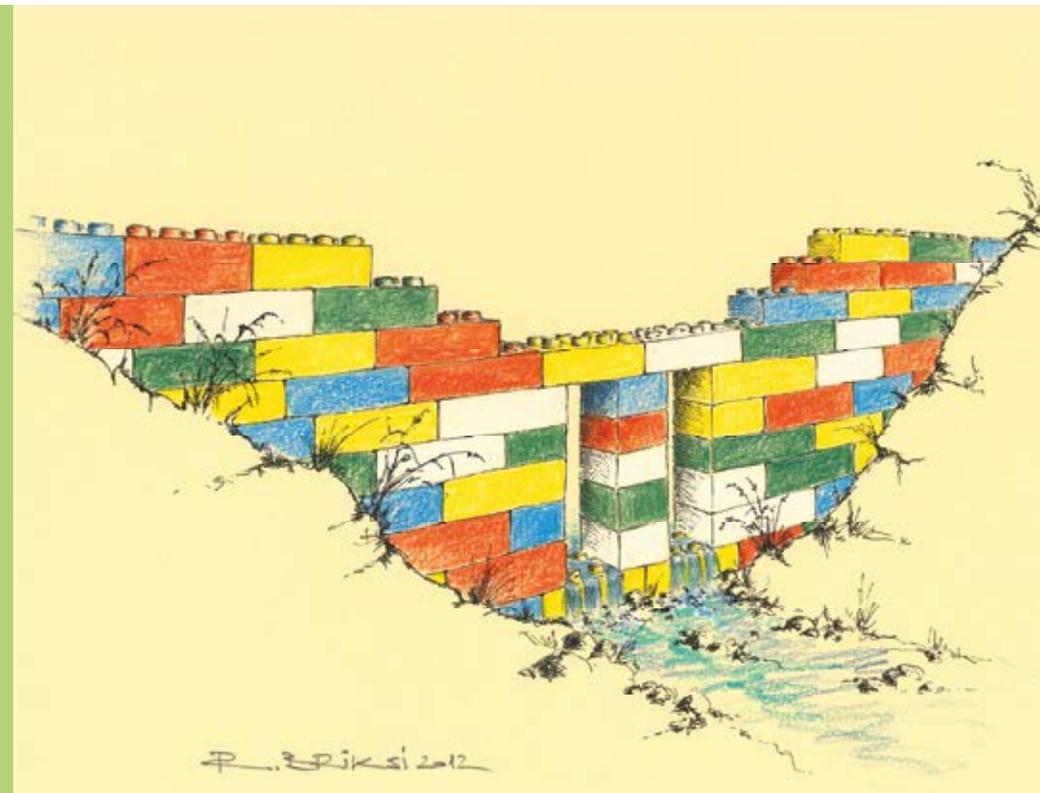


Abb. 5:
Legó
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrn“
(© Robert Briksi).

Fig. 5:
Legó
Caricature
picture cycle
"The impossible
check dams".



Abb. 6:
Naturschutz
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrern“
(© Robert Briksi).

Fig. 6:
**Nature
Conservation**
Caricature
picture cycle
“The impossible
check dams”.

Abb. 8:
Sparstufe
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrern“
(© Robert Briksi).

Fig. 8:
Sparstufe
Caricature picture
cycle “The
impossible check
dams”.

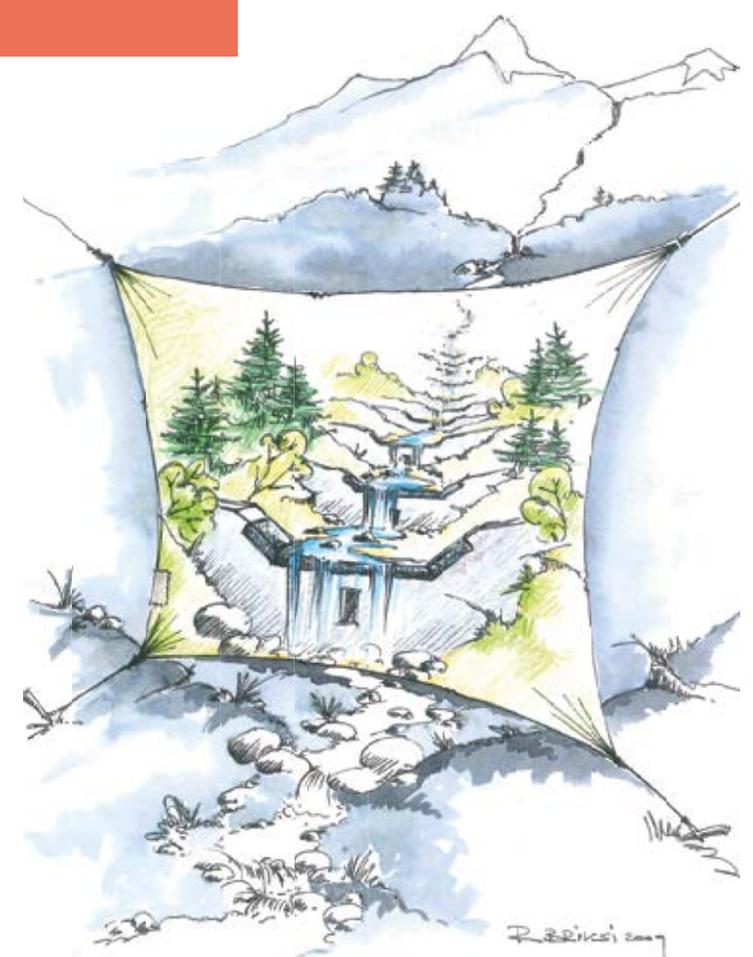


Abb. 7:
Öko
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrern“
(© Robert Briksi).

Fig. 7:
Eco
Caricature
picture cycle
“The impossible
check dams”.

Abb. 9:
Wohnraum
Karikaturzyklus
„Die unmöglichen
Wildbachsperrern“
(© Robert Briksi).

Fig. 9:
Living Space
Caricature
picture cycle
“The impossible
check dams”.



PETER TSCHERNUTTER

Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen

State of the Art in Natural Hazards Engineering

Zusammenfassung:

Die Erstellung und Vereinheitlichung von Standards und Regelwerken für Planung, Betrieb, Überwachung und Instandhaltung von Schutzbauwerken ist in letzter Zeit in Österreich, dank hoher Motivation maßgebender Institutionen, weit fortgeschritten. Sie repräsentieren einen hohen fachlichen Anspruch und entsprechen zumindest den „Allgemeinen Regeln der Technik“ und größtenteils dem „Stand der Technik und der Wissenschaft“. Obwohl diese ausgezeichneten Grundlagen ein breites Feld abdecken, muss für ingenieurmäßige Anwendungen im Einzelfall ein Freiraum erhalten bleiben. Weiters verbleibt auch bei Anwendung aller Regelwerke immer noch ein Restrisiko und die Sensibilisierung der Bevölkerung für Naturgefahren ist von besonderer Bedeutung. Da Regelwerke eine lebende Materie sind, wird eine Anpassung auch in Abhängigkeit von den Erfahrungen periodisch durchzuführen sein.

Stichwörter: Stand der Technik, Naturgefahren, Ingenieurwesen

Abstract:

The creation and harmonization of standards and norms for the design, operation, monitoring and maintenance of natural hazard protection structures has progressed greatly in recent years due to the high motivation of decisive institutions. They meet highly technical requirements and comply at least with the "general technical regulations" and to a great extent with the "state of the art in engineering and science". Although these excellent basics cover a broad field, a scope for development has to be maintained for engineering applications in particular cases. In addition, there always remains a residual risk even if the regulations are applied – therefore, sensitizing the population about natural hazards is of utmost importance. Because these regulations can be understood as living regulations, they have to be adjusted periodically based on experience.

Keywords: *State of the art, natural hazards, natural hazard engineering*

„Stand der Technik“ / „Anerkannte Regeln der Technik“ – wozu? Welche Bedeutung haben sie?

Neben einer Betrachtung der fachlichen Aspekte von technischen Regelwerken und Grundlagen erscheint es zunächst angebracht, sich die Begriffe „Stand der Technik“ und „Anerkannte Regeln der Technik“ zu vergegenwärtigen, um dadurch den Stellenwert der Regelwerke annähernd richtig einordnen zu können. Weiters soll in dem Beitrag auch versucht werden, die Frage zu beantworten, wofür Regelwerke im Naturgefahreningenieurwesen angewendet werden und welche Bedeutung sie haben.

Die beiden Begriffe „Stand der Technik“ und „Anerkannte Regeln der Technik“ haben sowohl aus technischer als auch aus rechtlicher Sicht sehr unterschiedliche Bedeutung und werden im alltäglichen Gebrauch vielfach falsch verwendet oder missverständlich interpretiert. Es bedarf daher zunächst eines Versuches, die Begriffe „Stand der Technik“, „Anerkannte Regeln der Technik“ oder weitergehend „Stand von Wissenschaft und Technik“ aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten. Aus technischer Sicht und in Zusammenhang mit konkreten Projektumsetzungen, bei denen weitgehend klare und eindeutige Rahmenbedingungen angestrebt werden, ist vielfach eine Unterscheidung nach den erwähnten Begriffen außerordentlich schwierig. Die nachfolgend angeführten Definitionen und Umschreibungen der Begriffe sowie die Zitate seien nur auszugsweise wiedergegeben und erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sollten jedoch grundsätzlich ausreichen, um die unterschiedlichen Interpretationen darzustellen und die vorhandenen Unklarheiten sowie Verwirrungen zu unterstreichen.

Als Ausgangspunkt der Betrachtungen könnten die Begriffe zunächst nach drei unterschiedlich hoch anzusetzenden Stufen unterschieden werden (Schlosser et al., 2009):

- **„Allgemein anerkannte Regeln der Technik“:** Diese bilden die unterste Stufe. Zu ihnen zählt, was in der Wissenschaft als richtig erkannt wurde, in den Kreisen der Techniker bekannt und als richtig anerkannt ist und was auch in der Praxis allgemein angewendet wird.
- **„Der Stand der Technik“:** Er umfasst die in der Wissenschaft bekannten Erkenntnisse zu einem bestimmten technischen Problem. Von den „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ unterscheidet sich der „Stand der Technik“ dadurch, dass er in der Praxis (noch) nicht allgemein angewendet wird.
- **„Der Stand von Wissenschaft und Technik“:** Er stellt die höchste Stufe dar und umfasst nur die jeweils neuesten Erkenntnisse.

In der Europäischen Norm EN 45020 wird beispielsweise der „Stand der Technik“ wie folgt definiert: *„Entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, [...] basierend auf entsprechenden gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung“* (Ziffer 1.4). In derselben Norm werden die „Anerkannten Regeln der Technik“ folgendermaßen beschrieben: *„Technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird“*. Letztere könnten somit theoretisch auch höherrangig eingeordnet werden, sind im Allgemeinen aber nachrangig gebräuchlich und der „Stand der Technik“ stellt somit eine höhere Stufe der technischen Entwicklung mit einer längerfristigen Phase der Anwendung und Bewährung dar.

Der Stand der Technik im Österreichischen Wasserecht (WR 1959, Novelle 2003, idGF., Auszug §12a, (1)) ist definiert als *„... der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen,*

deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere jene vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, welche am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind. Bei der Festlegung des Standes der Technik sind unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall die Kriterien des Anhangs G zu berücksichtigen.“ Aus technischer Sicht ist die Definition im Österreichischen Wasserrecht für eine projektbezogene Anwendung oft zu unpräzise sowie vielfach schwer interpretierbar. Aus juristischer Sicht sind jedoch durchaus größere Spielräume für Interpretationen und Auslegungen möglich sowie gegeben und die Abgrenzungen sind nicht sehr deutlich.

Die ONR 24800:2009 (ASI, 2009) hält im Vorwort bzw. zum Anwendungsbereich fest: „Die vorliegende ONR ist auf alle Prozesse in Wildbacheinzugsgebieten und auf alle Schutzbauwerke der Wildbachverbauung anwendbar. Diese ONR stellt die Grundlage für eine einheitliche Terminologie in der Planung, Bemessung, Errichtung, Erhaltung und im Betrieb von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung dar.“ „Die Terminologie und Klassifikation dieser ONR basieren auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und der Technik und berücksichtigen die neueste Fachliteratur.“ Damit ist diesem Werk ein sehr hoher fachlicher Rang zugewiesen.

Die „Technischen Richtlinien für die Bundeswasserverwaltung“ RIWA-T, 2006 (WBFG) stellen eine „Richtlinie mit der Regelung der Aufgaben und Zielsetzungen sowie der Planungs- und Projektierungsgrundsätze für schutzwasser-

wirtschaftliche Aufgaben und insbesondere auch des technischen Hochwasserschutzes“ dar. Darüber hinaus gibt es weitere Planungsrichtlinien für Hochwasserrückhaltebecken, Mobilen Hochwasserschutz, Objektschutz, etc. Weiters finden sich in anderen Publikationen, Regelwerken und Normen eine Vielzahl von Interpretationen und Auslegungen dieser Begriffe und daher wird vor allem in technischen Fachgebieten angestrebt, eine Abgrenzung zwischen den unterschiedlichen Begriffen zu erreichen. Einige häufiger verwendete und durchaus gängige Abgrenzungen werden dem Sinne nach nachfolgend wiedergegeben.

- Die „Anerkannten Regeln der Technik“ unterscheiden sich vom „Stand der Technik“ dadurch, dass letzterer eine höhere Stufe der technischen Entwicklung darstellt, sich aber in der allgemeinen Praxis noch nicht langfristig bewährt haben muss. Die mehrfache Verwendung von einer bestimmten Stufe der technischen Entwicklung wiederum bestimmt noch nicht deren allgemeine Anerkennung. Das betrifft insbesondere eine Praxis einer bestimmten Gesamtheit und insbesondere die praktische Verwendung ohne deren öffentliche Bewertung.
- Die alleinige Befolgung der „Anerkannten Regeln der Technik“ bewirkt noch keine Ausführung nach dem „Stand der Technik“.
- Für Bauleistungen wird beispielsweise aufgrund der Dauerhaftigkeit des Gewerkes sowie des Kenntnisstandes der Ausführenden in der Regel die Einhaltung der „Anerkannten Regeln der Technik“ gefordert. Das Erfüllen der erwarteten Dauerhaftigkeit wiederum allein begründet weder die Konformität mit dem

„Stand der Technik“ noch mit den „Anerkannten Regeln der Technik“. Diese Kriterien gelten also nicht reziprok und nicht kongruent.

- Für die Bundesrepublik Deutschland und das DIN-Regelwerk gilt allgemein, dass die „Anerkannten Regeln der Technik“ nicht identisch mit dem Regelwerk der DIN sind. Nach einer Entscheidung des Bundesgerichtshofes (BGH, 1998) sind die DIN-Normen private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter. Vielmehr gehen sie über die allgemeinen technischen Vorschriften, wozu auch die DIN-Normen gehören, hinaus. Für gültige DIN-Normen (in Österreich analog dazu ÖNORMEN) besteht nur die Vermutung, dass sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Analoges gilt für VDI-Richtlinien.
- Mit dem Begriff „State of the Art“ bezeichnet man im englischen Sprachraum einen hohen Entwicklungszustand einer Technologie oder eines Produkts. Es entspricht weitgehend dem deutschen Begriff „Stand der Technik“.
- Weiters wird ausgeführt, dass „Dank ihres Status als Normen, ihrer öffentlichen Zugänglichkeit und ihrer Änderung oder Überarbeitung, soweit dies nötig ist, um mit dem Stand der Technik Schritt zu halten“, die Vermutung besteht, dass internationale, regionale, nationale oder Provinznormen „Anerkannte Regeln der Technik“ sind.

Der „Stand der Technik“ und die „Anerkannten Regeln der Technik“ haben im Allgemeinen sehr unterschiedliche Bedeutungen und Konsequenzen im Strafrecht (Prüfung der Pflichtwidrigkeit

und Fahrlässigkeit) sowie im bürgerlichen Recht (z.B. Mängelfragen, Fahrlässigkeit) und im Verwaltungsrecht (mögliche Betriebseinschränkungen, etc.) oder in anderen Rechtsmaterien (z. B. GewO).

Wie verwirrend aus rechtlicher Sicht die gesamte Materie sein kann bzw. wie sich die zeitliche Entwicklung der Einschätzungen darstellt, wird beispielsweise in einer Publikation von Plagemann und Tietzsche (1980) mit dem Titel „Stand der Wissenschaft“ und „Stand der Technik“ als unbestimmte Rechtsbegriffe beschrieben. Ähnlich lautende Meinungen oder Interpretationen werden auch in neueren Publikationen oder Erkenntnissen vertreten bzw. angegeben. Eine weitere, nicht unerhebliche technische und rechtliche Frage ergibt sich bei „Änderungen im Stand der Technik“ – wer trägt die Risiken des Fortschritts und was ist wann und in welchem Umfang zu veranlassen? In einer Publikation von Hamerl (2013) werden aus juristischer Sicht einige durchaus interessante und allgemeine Hinweise für das Bauwesen gegeben.

Zusammenfassend ergibt sich allgemein, dass der Begriff und der Status des „Standes der Technik“ nicht einheitlich geregelt und zahlreiche Überschneidungen mit den „Anerkannten Regeln der Technik“ zu finden sind. Eindeutiger und klarer scheint die Stellung des „Standes der Wissenschaft“ oder des „Standes der Wissenschaft und Technik“ definiert zu sein. Für Naturgefahren, welche durch die Wildbach- und Lawinverbauung bearbeitet werden, geben die neuen ON-Regeln eine deutlich klarere Definition und Zuordnung dieses Werkes zum „Aktuellen Stand der Wissenschaft und der Technik und unter Berücksichtigung die neueste Fachliteratur“ an.

Naturgefahren und Ingenieurwesen

„Unter Naturgefahren sind Ereignisse in der Natur zu verstehen, die zu einer Bedrohung des Menschen, der Umwelt, von Sachwerten und Einkünften führen können. Im Gegensatz dazu sind jene Gefahren zu sehen, die von durch Menschen errichtete Anlagen ausgehen.“ (Auszug: Bergmeister et al., in Betonkalender 2008, S. 91). Für die Wildbach- und Lawinenverbauung umfassen aktive Maßnahmen gegen Naturgefahren Schutzbauwerke am „Wildbach“ (Hochwasser und Feststoffe), gegen „Lawinen“, gegen „Steinschlag“ und „Rutschungen“ im alpinen Raum. Für die Wasserbauverwaltungen und die Geologischen Dienste umfassen die Maßnahmen vor allem den Schutz und die Risikominderung gegen die Naturgefahren „Hochwasser“ und „Massenbewegungen“.

Anhand der Online-Karte für historische Ereignisse in Österreich (BMLFUW, 2014: naturgefahren.at) zu Hochwässern/Muren, Lawinen, Rutschungen und Steinschlag lässt sich insgesamt

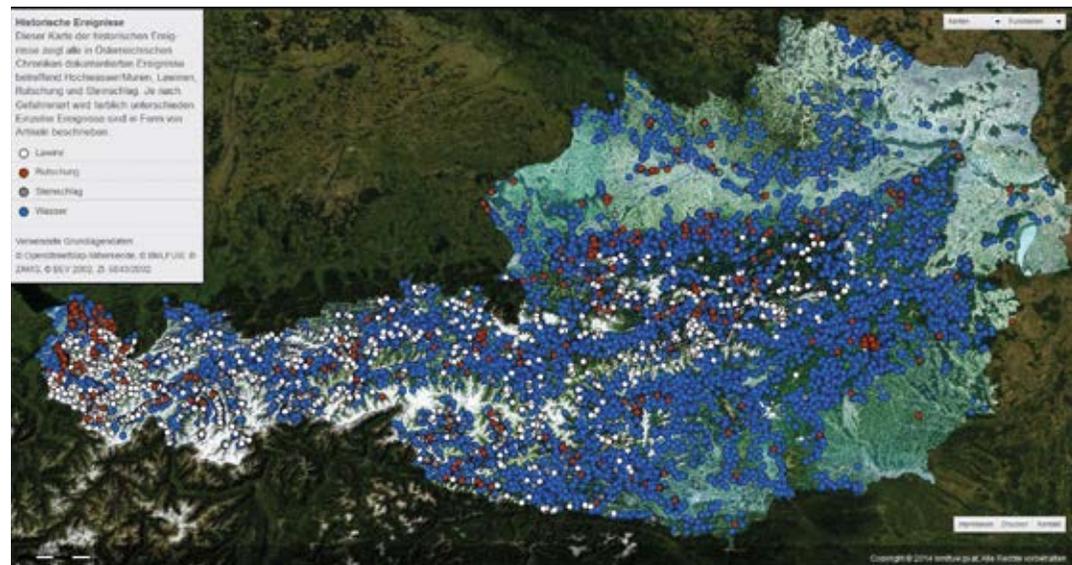


Abb. 1: Historische Ereignisse (Quelle: BMFLUW)

Fig. 1: Historical events (source: Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management)

die große Dichte von Ereignissen darstellen und das Potenzial für Naturgefahren ableiten. Dass die Ereignisse und deren Ursachen regional deutlich unterschiedlich sein können, lässt sich ebenfalls aus der Kartendarstellung ableiten, ebenso wie die größte Häufigkeit von Hochwasserereignissen und die damit verbundenen Risiken sowie die erforderlichen Maßnahmen. Diese historische Ereigniskarte bringt aber auch indirekt zum Ausdruck, dass die Aufgaben für den Schutz gegen Naturgefahren sowie zur Risikominimierung sehr umfangreich sind und praktisch ohne Regelwerke sowie Vorgaben für technische, wirtschaftliche und auch ökologische Grundlagen sowohl für die Planung, Prioritätenreihung, Errichtung als auch für den Betrieb und die Erhaltung von Anlagen nicht oder nur kaum bewältigbar sind.

Zur objektivierten Darstellung eines Schutzbedarfes dienen die bereits nahezu flächendeckend verfügbaren Gefahrenzonenpläne sowie die Gefahrenhinweis- oder Risikokarten der Europäischen Hochwasserrichtlinie, welche



Abb. 2: Beispiel Gefahrenzonenuntersuchung durch Hochwasser in dicht besiedeltem Raum, mögliches Spannungsfeld Raumplanung – Hochwasserschutz (Quelle: Tschernutter und Land Salzburg)

Fig. 2: Example for flood hazard zone analysis in a densely populated area, potential areas of tension – regional development – flood protection (source: Tschernutter and Federal State Land Salzburg)

die ersten Grundlagen zur Bedarfsfestlegung und Planung von Schutzmaßnahmen darstellen. Für die Erstellung dieser Grundlagen existieren sowohl bei der Wildbach- und Lawinenverbauung als auch bei den Wasserbauverwaltungen und sonstigen Fachbereichen klare Regelungen und Vorgaben zum Inhalt, zur Darstellung, den



Auswirkungen sowie Bedeutungen im rechtlichen und technischen Umfeld. Weiters schreiten lokal erforderliche Harmonisierungen der Grundlagen an Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Gebietsstrukturen voran und das Niveau dieser Pläne und Karten für Österreich ist im internationalen Vergleich sehr hoch.



Abb. 3 Beispiel Gefahrenzonenuntersuchung und -ausweisung Lawinen, Lawine Schoberboden, Steiermark (Quellen: WLW Tirol)

Fig. 3: Example for avalanche hazard zone analysis and designation, Avalanche Schoberboden, Styria (source: WLW Tyrol)



Im Zuge von grundsätzlichen Überlegungen über die Erfordernis von technischen Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren bedarf es zunächst einer Abklärung, ob „aktive“ (durch technische Schutzbauwerke) oder „passive“ (durch Anpassung Nutzung an Gefahr) Vorkehrungen zur Beherrschung oder Minimierung von Naturgefahrenrisiken zielführend sind. Dabei gilt allgemein, dass die passiven Vorkehrungen Vorrang vor aktiven haben.

Im Vorfeld der konkreten Planung und Bemessung von Schutzbauwerken ist zunächst eine Analyse möglicher Schadensszenarien sowie



Abb. 4: Passiver oder aktiver Schutz – sinnvoll? (Quelle: Vorlesung DI Honsowitz, TU Wien)

Fig. 4: Passive or active protection – reasonable? (source: Lecture DI Honsowitz, Vienna University of Technology)

Festlegungen von Schutzzielen anhand der Darstellung möglicher Prozesse im Einzugsgebiet erforderlich. Im Allgemeinen ist eine volle Abdeckung des gesamten und möglichen Einwirkungsspektrums bis zum juristisch sehr gerne zitierten 100%igen Sicherheitsniveau sowohl aus technischen als auch wirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Weiters muss im Zuge der Planung die Dauer der Wirkung der Schutzmaßnahmen definiert werden, ob diese etwa „vorübergehend“ – z. B. mobiler Hochwasserschutz, etc. – oder „permanent“ Schutz bieten sollen – z. B. massive Verbauungen, Rückhalteanlagen, etc. Sowohl für die Planung, Bemessung, Ausführung als auch die Überwachung und den Betrieb von vorübergehenden und permanenten Hochwasserschutzbauwerken sind zum Teil einschlägige Regelwerke vorhanden, die technische Anforderungen definieren. Für die bestehenden Regelwerke kann insgesamt festgehalten werden, dass sie auf einem hohen und sehr aktuellen Level in Bezug auf den Stand der Technik zu sehen sind.

Für den Schutzwasserbau der Bundeswasserbauverwaltung sind technische Regelwerke mit konstruktiven Festlegungen derzeit nur ansatzweise verfügbar und die Standardisierung bezieht sich zumeist auf Vorgaben nachzuweisender Einwirkungen, nicht jedoch auf technische Details zur Umsetzung sowie Verhinderung oder Reduzierung des Naturgefahrenrisikos. Dies gilt insbesondere auch für „Hochwasserretentionsanlagen“, für welche ein umfassendes Regelwerk mit österreichweit gültigen Ansätzen und Standardisierungen zielführend wäre. Für „Mobile Hochwasserschutzanlagen“ gibt es seit kurzer Zeit ein Regelwerk, welches neben den Ansätzen für Einwirkungen auch den Stand der Technik definiert sowie gebräuchliche Systeme und deren Einsatzbereiche beschreibt (ÖWAV, 2013).



Abb. 5: Permanente Hochwasserschutzbauwerke der WLV – Hochwasserretentionsbecken Zitterbach – und der Bundeswasserbauverwaltung – Hochwasserschutzdamm Mittersill (Quelle: Tschernutter)

Fig. 5: Permanent flood protection structures of Austrian Service for Torrent and Avalanche Control – Zitterbach retention reservoir – and Federal Department of Hydraulic Engineering – flood retention dam in Mittersill (source: Tschernutter)



Abb. 6: Hochwasserschutz Oberarnold (Quelle: Niederösterreichische Landesregierung, Abt. WA3)

Fig. 6: Flood protection Oberarnold (source: Provincial Government of Lower Austria, Dept. WA3)



Abb. 7:
Mobiler Objektschutz
(Quelle: Alu-System
Metallbau, Schrems)

Fig. 7:
Mobile object protection
(source: Alu-System
Metallbau, Schrems)

Für die Wildbach- und Lawinerverbauung sind allgemein gültige und umfassende technische Regelwerke erst seit wenigen Jahren verfügbar. Davor wurden zumeist aus der Praxis entwickelte Erfahrungen angewendet und technische Bemessungen erfolgten oft nach standardisierten Regelwerken, beispielsweise dem Statischen Bemessungsbehelf für Wildbachsperrn (Czerny, 2000). Dies mag auch darauf zurückzuführen sein, dass eine allgemein gültige Beschreibung der Prozessabläufe (Lawinen, Muren, Feststoffe, Hochwasser, etc.) und der daraus abzuleitenden Einwirkungen sowie Bemessungssituationen für Schutzbauwerke äußerst komplex und teilweise schwer möglich ist und war. Mit den nunmehr vorliegenden und gültigen ÖNORM-Regeln 24800 bis 24803 (Wildbachverbauung), 24805 bis 24806 (Lawinerverbauung) und ONR 24810 (Technischer Steinschlagschutz), welche zwischen 2008 und 2013 fertiggestellt wurden, wurden für gravitative Naturgefahren Regelwerke erstellt. Obwohl vielleicht die eine oder andere fachliche Festlegung in der praktischen Anwendung noch

hinterfragt werden wird, muss allen Beteiligten an diesen Werken zur Ausdauer und zum Ergebnis besonders gratuliert werden. Es wurden dadurch Meilensteine geschaffen, die nicht nur in Österreich, sondern auch über die Grenzen Österreichs hinausgehend einen besonderen Beitrag zum Verständnis von alpinen Naturgefahren und den möglichen technischen Schutzbauwerken liefern sowie eine Basis für einheitliche Grundlagen und Bemessungsansätze darstellen. Werden in den nunmehr vorliegenden ÖNORM-Regeln Fragen zu anderen Fachmaterien, wie Geologie und Geotechnik, Hydrologie und Wasserbautechnik oder zum konstruktiven Ingenieurbau (Beton, Stahl, Holzbau) angesprochen, so sind dafür die allgemein gültigen Regelwerke und Normen anzuwenden.

In den ONR 24800 bis 24802 „Schutzbauwerke Wildbachverbauung“ werden sowohl Typisierungen und Einwirkungen als auch Einwirkungskombinationen und zumindest erforderliche Nachweise für die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit solcher Anlagen festgelegt.



Abb. 8:
Schlitzsperre
Kirchbergerbach
(Quelle:
Tschernutter)

Fig. 8:
Slit dam
Kirchberger
Creek (source:
Tschernutter)



Abb. 9:
Murbrecher
Kirchbergerbach
(Quelle:
Tschernutter)

Fig. 9:
Debris flow
barrier
Kirchberger
Creek (source:
Tschernutter)



Ähnliche Grundlagen sind für Schutzbauwerke der Lawinerverbauung in der ONR 24806/7, und für den Steinschlagschutz in der ONR 24810 enthalten. Auf europäischer Ebene sind derzeit nur wenige oder keine umfassend definierenden Werke zum Stand der Technik oder zu den anerkannten Regeln für Schutzbauwerke gegen alpine Naturgefahren verfügbar. In den Nachbarländern, wie in der Schweiz, in Deutschland oder in Italien, gibt es für einige Fachthemen Regelwerke zum Stand der Technik, die sich jedoch teilweise deutlich unterscheiden und die nationalen Besonderheiten mit berücksichtigen.

Abb. 10: Gestaffelte Konsolidierungssperren (Quelle: Vorlesung DI Honsowitz, TU Wien)

Fig. 10: Staggered consolidation structures (source: Lecture DI Honsowitz, Vienna University of Technology)



Abb. 11: Geschiebesperre Vorderbergerbach (Quelle: Tschernutter)

Fig. 11: Debris retaining structure Vorderberger Creek (source: Tschernutter)



Abb. 12: Lawinerverbau Wolfsgruben (Quelle: WLV Tirol)

Fig. 12: Avalanche protection structures Wolfsgruben (source: WLV Tyrol)

Abb. 13: Lawinendamm Obertauern (Quelle: Tschernutter)

Fig. 13: Avalanche protection dam at Obertauern (source: Tschernutter)





Abb. 14: Steinschlag und Steinschlagschutznetz Ertler (Quelle: DI Botthof und Ing. Jank, WLV)

Fig. 14: Rock fall and Rock fall protection mesh Ertler (source: DI Botthof and Ing. Jank, WLV)



Abb. 15: Steinschlagdämpfungssystem Gamsgrubenweg, Großglockner (Quelle: GROHAG)

Fig. 15: Rockfall attenuation system Gamsgrubenweg, Großglockner (source: GROHAG)



Abb. 16: Erdbeben Emilia Rogagna, 2012 (Quelle: Brusatti GmbH, Wien)

Fig. 16: Earthquake Emilia Rogagna, 2012 (source: Brusatti GmbH, Vienna)

Wesentlich schwieriger oder überhaupt nicht möglich sind umfassende technische Regelwerke zum Schutz gegen die Naturgefahr Erdbeben und daher gibt es dazu zwar grundsätzliche Ansätze zu möglichen Einwirkungen, jedoch keine über Mindeststandards hinausgehende konstruktiven Normierungen. Dies findet seine Begründung darin, dass die Auswirkungen auf Natur durch Massenbewegungen, Bergstürze und Steinschlag etc. nicht vorhersehbar sind. Inwieweit durch Klimawandel Naturgefahren wie Abfluss- und Temperaturänderungen, Gletscherrückgänge, Bergstürze, Massenbewegungen, Stürme, etc. entstehen und welche mögliche Ursachen und Auswirkungen dem Klimawandel zuzuordnen sind, ist schwer oder nicht vorhersehbar. Daher werden Einwirkungen und Schutzvorkehrungen sowie Bemessungsansätze praktisch nicht oder kaum definierbar.



Abb. 17: Massenbewegung durch Erdbeben (M = 6.6), Gansu, China, Juli 2013 (Quelle: Reuters)

Fig. 17: Landslide due to Earthquake (M = 6.6), Gansu, China, July 2013 (source: Reuters)

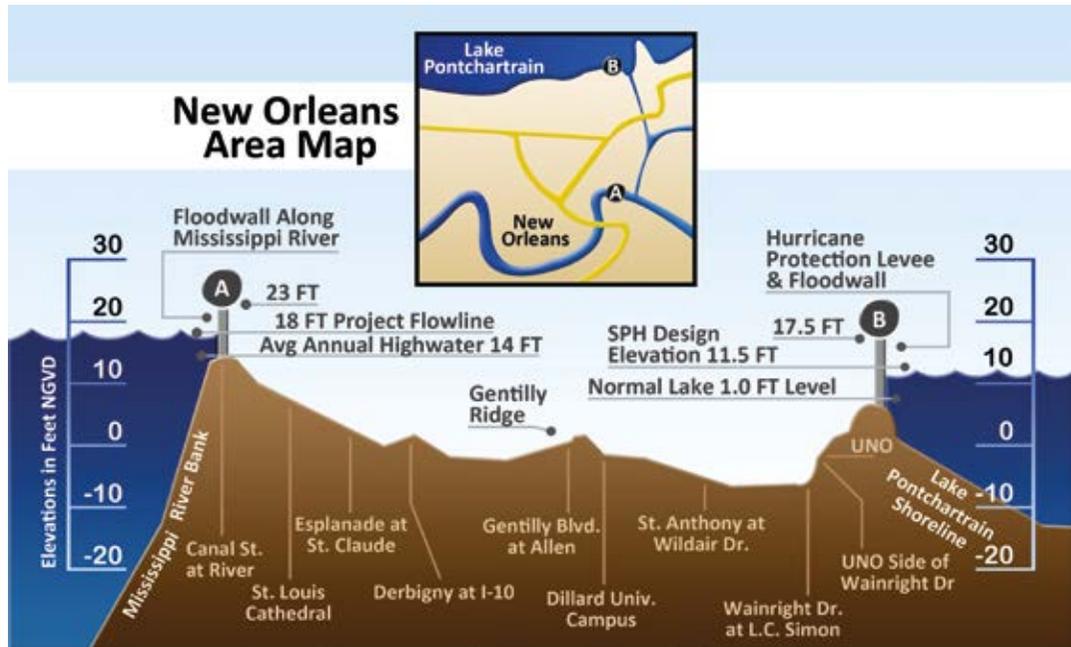


Abb. 18: New Orleans Überflutung, Hurrikan Katrina (Aug. 2005), USA (Quelle: Wikipedia)

Fig. 18: New Orleans flood disaster, Hurricane Katrina (Aug. 2005), USA (source: Wikipedia)

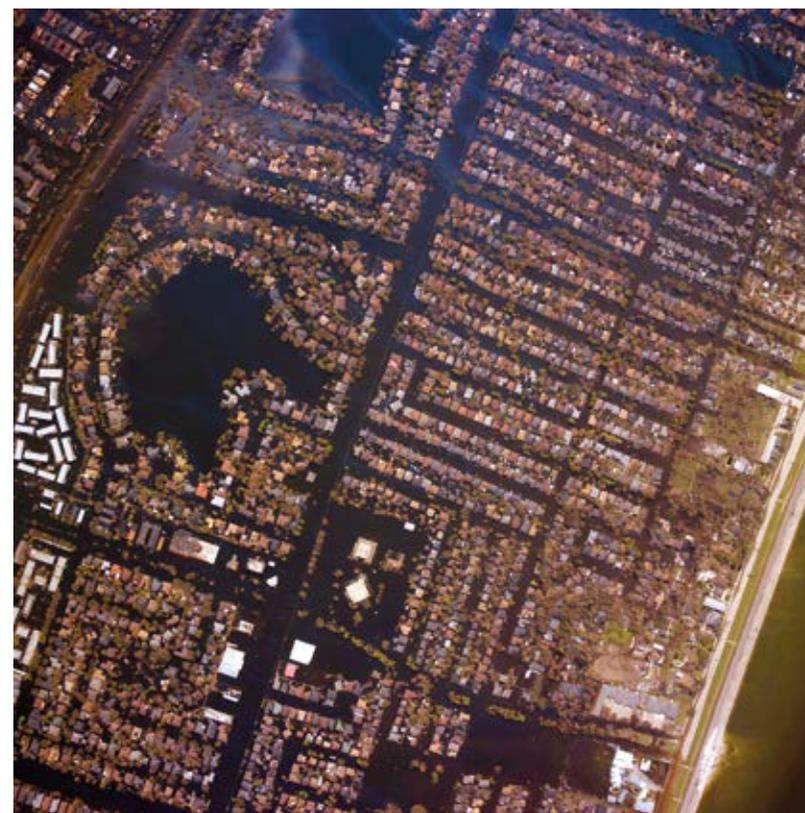


Abb. 19: Versagen von Schutzbauwerken mit extremen Folgen, New Orleans, USA, 2005 (Quelle: Wikimedia and NOAA-Webseite)

Fig. 19: Failure of protective structures with extreme consequences, New Orleans, USA, 2005 (source: Wikimedia and Website NOAA)

Restrisiko – Grenzen der Beherrschbarkeit durch Regelwerke und den Stand der Technik

Da auch bei Einhaltung aller Regelwerke und Berücksichtigung des Standes der Technik oder der Wissenschaften kein 100%-iger Schutz für alle möglichen Naturgefahren bestehen und vorausgesetzt werden kann, müssen wir dies entsprechend kommunizieren, um das Bewusstsein in der Bevölkerung wieder zu schärfen und eine Sensibilisierung für ein verbleibendes Restrisiko zu erreichen. Das Hauptziel bleibt die Minimierung des Restrisikos und im Ereignisfall müssen die Betroffenen durch die Managementpläne weitgehend vorbereitet sein.

Im Zusammenhang mit Verklausungen, extremen Murgängen oder Bergstürzen stellt sich auch die Frage, ob diese Ereignisse mit allgemeinen Regeln darstellbar sind. Dies gilt auch für die Bewertung und Analyse möglicher Schadensszenarien sowie für die Festlegung von Schutzzielen

und die Erfassung von möglichen Prozessen, wie dies beispielhaft in den folgenden Bildern dargestellt wird.

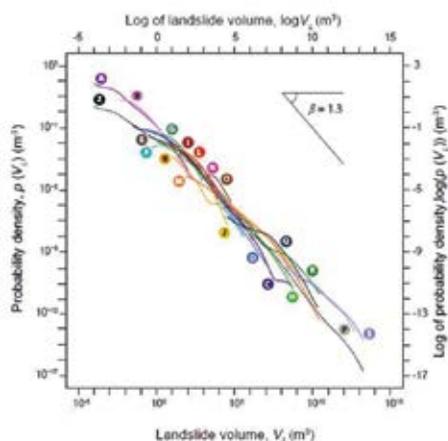


Abb. 21: Wahrscheinlichkeit der Dichte für Massenbewegungen (Quelle: Nonlinear Processes in Geophysics, Brunetti, Guzzetti, Rossi)

Fig. 21: Probability densities of landslide volumes (source: Nonlinear Processes in Geophysics, Brunetti, Guzzetti, Rossi)



Abb. 20: Gravitative Massenbewegung, Bergsturz Frank, Alberta Kanada, 1903 (Quelle: Oldrich Hungr)

Fig. 20: Gravitational land slide, Frank Slide, Alberta, Canada, 1903 (source: Oldrich Hungr)



Abb. 22: Verklausungen und extremer Geschiebetransport bei Hochwasserereignis Vorderbergerbach (Quelle: DI Piechl, WLV)

Fig. 22: Log jamming and extreme sediment transport caused by flood event Vorderbergerbach (source: DI Piechl, WLV)



Abb. 23: Lawingalerie Felbertauernstraße (Quelle: Tschernutter)

Fig. 23: Avalanche protection gallery Felbertauernstraße (source: Tschernutter)



Abb. 24: Arlbergbahnstrecke, Steinschlag, Muren, Hochwasser (Quelle: Internet)

Fig. 24: Railway Arlberg, rock fall, mood flow, flood (source: Internet)

Zusammenfassung und Ausblick

Die Erstellung und weitgehende Vereinheitlichung von Standards und Regelwerken für Planung, Betrieb, Überwachung und Instandhaltung von Schutzbauwerken ist in letzter Zeit, dank hoher Motivation maßgebender Institutionen, weit fortgeschritten. Die Regelwerke repräsentieren einen hohen fachlichen Anspruch und entsprechen zumindest den „Allgemeinen Regeln der Technik“ und größtenteils, speziell für Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinerverbauung dem „Stand der Technik und der Wissenschaft“. Obwohl diese ausgezeichneten Grundlagen ein breites Feld abdecken können, muss und soll ein Freiraum für ingenieurmäßige Anwendungen mit Fallbezug erhalten bleiben und sein. Allerdings ist unbestritten, dass Regelwerke auf hohem fachlichem Niveau in der heutigen Zeit zwingend erforderlich sind. Regelwerke, Regeln der Technik oder der Stand der Technik und Wissenschaft stellen aber auch eine lebende Materie dar und bedürfen einer Fortschreibung sowie Anpassung an neue Erkenntnisse, insbesondere unter Einbezug praktischer Erfahrungen.

Allgemein ist zu bedenken, dass der Begriff und der Status des „Standes der Technik“ nicht einheitlich geregelt und zahlreiche Überschneidungen mit den „Anerkannten Regeln der Technik“ zu finden sind. Eindeutiger und klarer scheint die Stellung des „Standes der Wissenschaft“ oder des „Standes der Wissenschaft und Technik“ definiert zu sein. Für Naturgefahren, welche durch die Wildbach- und Lawinerverbauung bearbeitet werden, geben die neuen ÖNORM-Regeln eine deutlich klarere Definition und Zuordnung dieses Werkes zum „Aktuellen Stand der Wissenschaft und der Technik und unter Berücksichtigung der neuesten Fachliteratur“ an.

Der „Stand der Technik“ und die „Anerkannten Regeln der Technik“ haben im Allgemeinen sehr unterschiedliche *Bedeutungen und Konsequenzen im Strafrecht* (Prüfung der Pflichtwidrigkeit und Fahrlässigkeit) sowie im bürgerlichen Recht (z.B. Mängelfragen, Fahrlässigkeit) und im *Verwaltungsrecht* (mögliche Betriebseinschränkungen, etc.) oder in *anderen Rechtsmaterien* (z. B. GewO). Eine weitere, nicht unerhebliche technische und rechtliche Unklarheit ergibt sich bei „*Änderungen im Stand der Technik*“ sowie der Frage, wer trägt die Risiken des Fortschritts und was ist wann bzw. in welchem Umfang zu veranlassen?

Außerdem muss das Bewusstsein in der Bevölkerung geschärft werden, dass für Naturgefahren auch bei Anwendung aller Regelwerke immer noch ein Restrisiko verbleibt und dass die Sensibilisierung dieses Themas auch entscheidend für den Umgang mit Naturgefahren ist. In diesem Zusammenhang wird insbesondere auch auf die besondere Bedeutung der Erstellung von Risikomanagementplänen verwiesen.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Univ.-Prof. DI Dr. Peter Tschernutter
TU Wien
Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie
Karlsplatz 13/222
1040 Wien
E-Mail: peter.tschernutter@kw.tuwien.ac.at

Ingenieurbüro Tschernutter
Fabriksteig 10/11
9800 Villach
E-Mail: office@zt-tschernutter.at

Literatur / References

- AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (2009): ONR 24800, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definitionen sowie Klassifizierung, Ausgabe 2009-02-15
- BERGMEISTER, K., SUDA, J., HÜBL, J., & RUDOLF-MIKLAU, F. (2008): Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Beton Kalender 2008. Ernst und Sohn Berlin: 89-289.
- BGH, Urteil vom 14. Mai 1998, Az. VII ZR 184/97, Volltext = BGHZ 139, 16
- BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (2014): Historische Ereignisse für Hochwasser/Muren, Lawinen, Rutschungen und Steinschlag, Wien (<http://www.naturgefahren.at/karten/hochwasser/karte.html#>; Zugriff: 9.11.2014)
- CZERNY, F. (2000): Wildbachsperrn. Konstruktionsformen, Belastung, Berechnung. Beton- und Stahlbetonbau, 95(12), 743-749.
- HAMERL TH. (2013): „Änderungen im Stand der Technik“ – wer trägt die Risiken des Fortschritts?. Recht am Bau: <http://www.rechtambau.at/Artikel/%C3%84nderungen-im-Stand-der-Technik-%E2%80%93-wer-tr%C3%A4gt-die-Risiken-des-Fortschritts>, Zugriff: 9.11.2014).
- ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND (2013): ÖWAV-Arbeitsbehelf 42, Mobiler Hochwasserschutz.
- PLAGEMANN H., TIETZSCHE R. (1980): „Stand der Wissenschaft“ und „Stand der Technik“ als unbestimmte Rechtsbegriffe. Recht und Staat in Geschichte und Gegenwart, Mohr Siebeck Tübingen.

Flexible Lawinerverbauungen schützen Mensch und Infrastruktur

- Nahezu unsichtbar und besonders vorteilhaft in Fremdenverkehrs- und Erholungsgebieten.
- Dynamische Energien können schadlos aufgenommen werden.
- Steinschlagschutz bis 500 kJ in schneefreier Zeit.
- Geeignet für alle topographischen Verhältnisse.
- Kostengünstige Helikoptermontage (vorgefertigte Module bis zu 12 m Länge).



www.geobrugg.com/lawinen

GEOBRUGG
BRUGG

Geobrugg AG
Geohazard Solutions
CH-8590 Romanshorn • Schweiz
Tel.: +41 71 466 81 55 • Fax: +41 71 466 81 50
www.geobrugg.com



STEFAN MARGRETH, SIEGFRIED SAUERMOSE

Entwicklung von Standards und Normen im technischen Lawinenschutz

Developments of Standards in Technical Avalanche Protection

Zusammenfassung:

Systematischer technischer Lawinenschutz begann nach den Lawinenwintern 1951 und 1954 und seit dieser Zeit wurden zahlreiche Lawinenbahnen mit technischen Maßnahmen gesichert. In der Schweiz wurden bereits im Jahre 1955 „Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet“ publiziert, welche auch in Österreich weitgehend als die Grundlage für Lawinenverbauungen in den Anbruchgebieten verwendet wurden. Diese Richtlinien wurden in der Schweiz mehrfach überarbeitet, derzeit gilt die Ausgabe 2007 (Margreth, 2007). Ebenfalls wurden in der Schweiz nach dem Lawinenwinter 1999 eine „Praxisanleitung zur Dimensionierung von Auffangdämmen“ (Baillifard et al., 2007) und eine „Richtlinie über die Einwirkungen auf Lawingalerien“ (ASTRA/SBB 2007) publiziert. Die Notwendigkeit auch in Österreich Richtlinien für den technischen Lawinenschutz für die praktische Anwendung herauszugeben wurde immer zwingender, insbesondere war die Anwendung der Schweizer Richtlinien, welche sich auf die nationalen Tragwerksnormen des Schweizer Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) beziehen, aus diesem Grund nicht immer sauber möglich, auch sollten österreichische praktische Erfahrungen in eine Richtlinie eingebaut werden. Die Anpassung der Richtlinie an den EUROCODE bzw. an die nationalen Anwendungsdokumente und die Zusammenfassung aller permanenten technischen Maßnahmen im Lawinenschutz in einem österreichischen Standard war ein weiteres Ziel. Im Rahmen der ONR-Reihe 24805–24807 wurden diese Standards erarbeitet und somit sind auch in Österreich erstmals verbindliche Richtlinien für den permanenten technischen Lawinenschutz verfügbar.

Stichwörter:

Technischer Lawinenschutz, Schweizer Richtlinien, ON-Regeln, Lawinenanbruchverbauung

Abstract:

Systematical technical avalanche protection started in Switzerland as well as in Austria after the catastrophic avalanche accidents during the winters of 1951 and 1954. Many technical avalanche protection works have been realized since then. In Switzerland, a “Guideline for technical avalanche protection in the starting zone” was developed and released already in 1955; this guideline was also used in Austria for decades. Nowadays the Swiss Guideline is currently valid in the version from 2007. A new guideline for technical avalanche protection has been developed in Austria in form of the ON Rule 24805-7, published by the Austrian Standard Institute. The development of a separate Austrian Standard was necessary upon validity of the Eurocodes and the pertinent derived national standards.

Keywords:

Technical avalanche protection, Swiss directive, ON rule, snow supporting structure

Einleitung

Seit Jahrzehnten werden in den Alpenländern Lawinenverbauungen errichtet. Der Start umfangreicher systematischer Verbauungsaktivitäten waren zweifellos die Lawinenereignisse von 1951 und 1954 in der Schweiz und in Österreich. In der Schweiz waren im Jahre 1951 98 Todesopfer zu beklagen, in Österreich waren es 135. Das Lawinenereignis von 1954 war wesentlich kleinräumiger und beschränkte sich auf das Vorarlberger Montafon und das Walsertal, in seiner Auswirkung mit 146 Todesopfern war es aber nicht weniger verhängnisvoll. Zahlreiche Verbauungen wurden sowohl in Österreich als auch in der Schweiz nach diesen einschneidenden Ereignissen begonnen. In Österreich waren es die Lawinen im Walsertal, der Gemeinde Sonntagberg, in Tirol wurde mit den Verbauungsmaßnahmen in der Gemeinde Häselgehr im Tiroler Ausserfern begonnen. Erfahrungen mit Lawinenverbauungen aus Schneebrücken waren bis zu diesem Zeitpunkt praktisch keine vorhanden.

Von den Anfängen des Lawinenverbaus in der Schweiz

Die Entwicklung der „Technischen Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet“ hat eine lange Geschichte, die in den Anfängen des Lawinenverbaus beginnt. In der Schweiz wurde der erste „technische“ Verbau eines Lawinenanbruchgebietes um 1870 im Unterengadin erstellt. Die Verbauung bestand aus Steinmauern und Bermen mit eingeschlagenen Eisenpfählen. Dies war der Anfang einer Periode, in der insbesondere im Zusammenhang mit der durch das Eidgenössische Forstgesetz möglichen Subventionierung und den großen Eisenbahnprojekten zahlreiche Lawinenverbauungen realisiert wurden. Insgesamt wurden rund 1000 km Steinmauern und Mauerterrassen gebaut, vereinzelt kamen bereits Schneebrücken aus Holz und Stahl sowie Verpfählungen zum Einsatz. Diese Zeit des Lawinenverbaus war von den Forstpraktikern geprägt, jeder Verbau war quasi ein Versuch. Wissenschaftliche Untersuchungen fehlten. Man versuchte mit Beobachtungen die

guten von den schlechten Verbautechniken zu trennen und damit Verbesserungen zu erzielen. Winterbeobachtungen waren die Ausnahme. Coaz schuf 1881 mit der bemerkenswerten Publikation „Die Lawinen der Schweizer Alpen“ (Coaz, 1881) das erste Standardwerk der Lawinenkunde. Coaz behandelte die Schneebeschaffenheit und die Lawinenformen sowie Baustoffe und die verschiedenen Verbauteypen. Fankhauser (1912) hat 1912 für die Bestimmung des Abstandes zwischen den Mauern den Abstandsfaktor eingeführt, der das Verhältnis zwischen der Höhendifferenz zweier Mauern und der Mauerbreite beschreibt. Dieser Abstandsfaktor wurde vielerorts für die Planung von Mauern verwendet. 1936 schloss Hess mit der Publikation „Erfahrungen im Lawinenverbau“ (Hess, 1936) die Zeitperiode des praktischen Experimentierens, in der sich immer mehr das Fehlen von systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Schneedecke bemerkbar machte. Hess stellte fest, dass die Schweiz, was die exakte Schneeforschung anbelangt, hinter den Nachbarstaaten zurückgeblieben ist. Dies hat sich mit der Schaffung der Eidgenössischen Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, die erstmals in der Schweiz die Erforschung der Lawinen systematisierte, grundlegend geändert. Die Kommission erkannte, dass es wichtig ist, die Schneedecke im Winter zu erforschen. Das führte 1942 zur Gründung des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung auf dem Weissfluhjoch oberhalb von Davos. Hinsichtlich der Entwicklungen im Lawinenverbau haben Haefeli (1939) und Bucher (1948) viel beigetragen. Haefeli publizierte im Werk „Der Schnee und seine Metamorphosen“ erstmals eine Schneedruckformel, die auf der Spannungstheorie der Schneedecke basierte. Damit wurde es möglich, Stützwerke auf Schneedruck zu bemessen. Die damals entwickelten Schneedruckformeln finden noch heute

in ähnlicher Form Verwendung. Die neu gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse lieferten den Praktikern wertvolle Resultate und dienten als Basis für die spätere Erarbeitung der Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet.

Von den Anfängen des Lawinenverbaus in Österreich

Ähnlich wie in der Schweiz wurden in Österreich die ersten Erfahrungen mit Lawinenverbauungen hauptsächlich beim Bau von Infrastruktureinrichtungen gemacht. Daneben wurden einzelne Gebäude mit Lawinenkeilen oder Steinmauern gegen Lawinen geschützt. Der erste nachweisliche Direktschutz von Gebäuden geht auf das Jahr 1613 zurück und wurde zum Schutze des Weilers Birche in der Ortschaft Galtür errichtet. Eine Intensivierung von Verbaumaßnahmen wurde vor allem durch den Bau der Arlbergbahn notwendig. Lehenbaumeister Vinzenz Pollack entwickelte erste Maßnahmen in den Anbruchgebieten und fasste seine Erfahrungen in Jahre 1906 im Buch „Erfahrungen über Lawinenverbauungen in Österreich“ zusammen. Von den alpenüberquerenden Verkehrsstraßen Tirols, der Brenner- und Reschenstraße, sind aus dem 19. Jahrhundert als Lawinenschutzbauten vor allem die beiden von Karl Ritter von Ghega erbauten Galerien an der Reschenstraße aus dem Jahre 1854 zu erwähnen. Bemerkenswert ist, dass die erste Lawinenverbauung im Anbruchgebiet durch die im Jahre 1884 gegründete Wildbach- und Lawinenverbauung in den Jahren 1898/99 auf der Rax in Niederösterreich errichtet wurde. Dort wurden 53 trockengemauerte Steinterrassen mit einer Länge von 770 m und 23 hölzerne Schneerechen errichtet, welche durch eine drei Hektar große Aufforstung ergänzt wurden. Verbauungen in Form von Erd- und Steinterrassen wurden auch im Jahre 1911 im Paznauntal und in den Jahren

1907 und 1928 im Kleinen und Großen Walsertal in Vorarlberg durchgeführt. Der Lawinenwinter 1935 war jenes Ereignis, welches in den Jahren 1937/38 zur Errichtung eines 12 m hohen Lawinendamms und mehrerer Bremskeile an der Arzler Alm-Lawine in Innsbruck geführt hat.

Die ersten Richtlinien von 1961

Der Lawinenwinter 1950/51 brachte das große Umdenken im Lawinenschutz. Innerhalb kurzer Zeit wandelten sich die Stützwerktypen von Mauern oder Terrassen zu schlanken, viel wirksameren Konstruktionen aus Stahl, Aluminium, Holz, Drahtseilen oder Beton. Erhöhte Bundes-

beiträge lösten eine wahre Flut von Verbauprojekten in der Schweiz aus. Da rasch gebaut werden musste, entwickelte die Industrie serienmäßig hergestellte vorfabrizierte Stützwerke. Die im Lawinenverbau tätigen Forstingenieure waren zu Beginn keineswegs mit den verfügbaren Forschungsergebnissen und den neuentwickelten Werktypen vertraut. Um die verschiedenen Werktypen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Schneedecke und die Beständigkeit der Baumaterialien besser beurteilen zu können, wurde in Davos eine Versuchsverbauung (Abb. 1) erstellt.

Da zunehmend interdisziplinär gearbeitet wurde, gewann eine genaue Definition der im Lawinenverbau verwendeten Begriffe an



Abb. 1: In den Jahren 1952 bis 1955 wurden im SLF-Versuchsverbau Dorfberg verschiedene Baumaterialien, Werktypen und Anordnungen untersucht. Die Schneerechen und Schneebrücken auf dem Bild sind aus Aluminium gefertigt. Um Verformungen infolge Schneedrucks einfacher beurteilen zu können, wurden die Bauteile leichter konstruiert.

Fig. 1: Between 1952 and 1955, different materials and construction types of snow bridges were applied for test reasons. The constructions in the picture are built as weak aluminum structures to evaluate the deformability caused by snow pressure

Bedeutung. 1953 wurde ein Verzeichnis der im Lawinerverbau verwendeten Fachausdrücke publiziert (SKSL, 1953). Schnell erkannte man, dass neben dem Oberbau auch die Fundation eines Stützwerkes wichtig ist. Um das Tragverhalten von Beton- und Grundplattenfundamenten besser beurteilen zu können, wurden sowohl Zug- als auch Druckversuche durchgeführt. 1954 führte Haefeli in Zusammenarbeit mit der Industrie

sogar einen Großversuch durch, bei dem das Tragverhalten der Fundamente an einer 4 m großen Schneebrücke im Maßstab 1:1 untersucht wurde (Abb. 2). 1955 wurde vom SLF in Zusammenarbeit mit Haefeli die erste provisorische Version der Stützverbau-Richtlinien (SLF, 1955) herausgegeben, die die Bearbeiter von Verbauprojekten und die Hersteller von Stützwerken bei der Beurteilung der Geländeverhältnisse und Werkbean-

Abb. 2:
1954 wurde ein Großversuch an einer Schneebrücke im Maßstab 1:1 durchgeführt. Ziel des Versuches war es, das Verhalten der Fundation aus vorfabrizierten Schwellen zu untersuchen, die Testmethode für die Bemessung der Fundamente zu überprüfen und das Verhalten einer Schneebrücke aus Aluminium bei maximaler Belastung zu prüfen. Der Versuch brachte in fundationstechnischer Hinsicht wertvolle Resultate, die in die Erarbeitung der Richtlinie von 1961 einfließen.

Fig. 2:
In 1954, a full scale test was carried out on a snow bridge. The goal of this investigation was to investigate the behavior of prefabricated sills and aluminum snow bridges under maximum loads. The test delivered valuable information, which was included in the guideline of 1961.



spruchung unterstützte. Ein wichtiges Ziel dieser ersten Richtlinie war es, einheitliche Grundlagen für die Projektierung und Dimensionierung von Stützwerken zu schaffen. Die Erkenntnisse aus dem Lawinenwinter 1950/51 wurden in der Richtlinie umgesetzt und die neu entstandenen konstruktiven Entwicklungen der verschiedenen Werktypen wurden berücksichtigt. In der provisorischen Ausgabe waren Angaben zu den Schneehöhen, den Werkabständen, der Anordnung, den Gleitverhältnissen, der Schneedruckberechnung, den Belastungsfällen und der Fundation enthalten. Bereits wurde der Lastfall 1, der die Hochwintersituation mit voll eingeschneitem Stützrost behandelt, und der Lastfall 2, der die Frühlingsituation mit gesetzter Schneedecke und erhöhtem Raumgewicht berücksichtigt, definiert. Diese beiden Lastfälle finden noch heute Verwendung. Ebenso wurden schon die Randeefekte sowie die Querbelastung bei Rostbalken berücksichtigt.

Die Wirkung von einzelnen Stützwerken wurde damals überschätzt. Man dachte, dass mit einem aufgelösten Verbau eine genügende Anbruchsicherheit erreicht werden kann. Interessant sind auch die damaligen Diskussionen über Sicherheitsfaktoren bei der Werkdimensionierung. Man war der Ansicht, dass es bei der Bemessung von Stützwerken nicht erforderlich ist, dieselbe Materialsicherheiten wie bei Hochbauten einzuhalten, da auch bei einer groben Fehlerberechnung kaum eine ganze Stützverbauung ausfallen dürfte. De Quervain (1954) fand, dass es „wirtschaftlicher ist, alle 10 Jahre einmal ein überbeanspruchtes Werk reparieren zu müssen, als eine ganze Verbauung x-fach zu überdimensionieren“. 1961 wurde die erste Richtlinie für den permanenten Stützverbau offiziell herausgegeben (SLF, 1961). In 68 Artikeln wurden die Grundprinzipien zur Bemessungen und Anwendung von Stützwerken beschrieben. Man wollte nicht alles im Detail normieren, um die konstruktiven

Möglichkeiten und ihre weitere Entwicklung nicht zu behindern. Dieser Grundsatz gilt bei Normierungen noch heute. Bereits damals wurde die Anwendung der Richtlinie für alle in der Schweiz durch den Bund subventionierten Verbauprojekte als verbindlich erklärt. 1968 wurde eine überarbeitete Version der Richtlinie herausgegeben (SLF, 1968). Die Überarbeitung, die insbesondere durch De Quervain und Salm unter Mitwirkung von Haefeli realisiert wurde, berücksichtigte die in der Zwischenzeit gemachten Erfahrungen. Es wurde Wert darauf gelegt bei der Anwendung der Richtlinie nicht zu vergessen, dass die Verhältnisse im Lawinerverbau nicht mit denjenigen im übrigen Bauwesen gleichgesetzt werden können. Im Lawinerverbau treten oft unbekannte Faktoren auf, welche besondere Beobachtungen und eventuell Messungen in der Natur erfordern.

Ebenso wie in der Schweiz waren auch in Österreich die Lawinenwinter 1951 und 1954 die Initialereignisse, welche zu einer umfangreichen Verbauungstätigkeit im Lawinenschutz geführt hat. Dabei bildeten auch in Österreich die ersten Schweizer Richtlinien die Dimensionierungsgrundlage und vom Unternehmen VOEST in Linz – dem größten österreichischen Stahlproduzenten – wurden zahlreiche Werkstypen, dimensioniert nach den Schweizer Richtlinien, angeboten. Hanausek (1988) weist in einem Rückblick über die Erfahrungen bei der Lawinerverbauung auf die erfolgreiche enge Zusammenarbeit mit den Experten des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos hin.

Die Richtlinie von 1990 – Berücksichtigung der Anker- und Mikropfahlfundationen

Die schweizerischen Richtlinien von 1961 und 1968 fanden auch in Österreich Anwendung. Die österreichischen VOEST-Werke wurden damals oft in der Schweiz eingebaut. Schilcher (1967) fand,

dass die Richtlinie in gedrängter Form die wesentlichen Fragen im Lawinenverbau beantworten. Er gab aber auch zu bedenken, dass dem zweifellosen Gewinn für die Verbaupraxis der Nachteil gegenübersteht, dass die Schematisierung der Verbautechnik zu einem Zeitpunkt eintritt, in dem die Entwicklung noch in vollem Gange ist und dass erst später erkennbare Mängel in den Richtlinien weitreichende Folgen haben können. Schilcher kritisierte insbesondere die Bestimmung des Werkabstandes. Er schlug vor, den Werkabstand unabhängig von der Schneehöhe und des Gleitfaktors nach Niveaudifferenz zu bestimmen. Für die Überarbeitung der Richtlinie von 1968 kamen hinsichtlich der Fundierung von Stützwer-

ken wichtige Impulse aus Österreich. Anfänglich wurden Grundplatten und Betonfundamente verwendet, die aufwendige Grabarbeiten insbesondere beim Trägerfundament erforderten und relativ teuer waren. 1974 führte die VÖEST-Alpine Belastungsversuche an geramnten Schienen durch, die erfolgversprechend waren. Diese Technik wurde vom SLF in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich vertieft untersucht. Da viele Böden im Gebirge nicht rammbaar waren und die Bruchlasten bescheiden waren, wurden in Zusammenarbeit mit österreichischen Kollegen die Sprenganker entwickelt. Heimgartner (1987) führte zahlreiche Ankerversuche durch und verfeinerte die Bohr- und Injektionstechnik. Man erkannte,



Abb. 3: Im Winter 1984/85 wurden auf der Gleitbahn auf dem Weissfluhjoch Versuche durchgeführt, um den optimalen Rostbalkenabstand bei Schneerechen und -brücken zu untersuchen. Bei Schneebrücken ergab sich ein idealer Abstand zwischen den Rostbalken von 250 mm. Die Resultate wurden in der Technischen Richtlinie von 1990 berücksichtigt.

Fig. 3: In winter 1984/85 some tests were carried out on the snow chute on Weissfluhjoch to find out the most suitable distance between the crossbeams. The most suitable distance was 250 mm, which was included in the guideline of 1990.

dass Sprenganker nicht in allen Bodentypen erfolgversprechend sind. 1980 führte Heimgartner erste Versuche mit sogenannten Netzkankern zuerst nur auf Zug, später auch auf Druck durch.

Eine Variante der Fundierung, welche vor allem in Österreich in den Achtziger- bis Mitte der Neunzigerjahre vielfach eingesetzt wurde, war der Parallelstabanker, bei dem der Betonsockel der Trägerfundierung durch zwei mit einer Stahlplatte verschweißte Ankerstäbe ersetzt wurde. Diese beiden Stäbe wurden im Idealfall durch eine Betonbirne, welche sich in einer aufgesprengten Kaverne bilden sollte, verbunden. Diese Methode der Verankerung war deutlich wirtschaftlicher, wengleich auch fachlich umstritten und nicht im Einklang mit den Schweizer Richtlinien. Vielfach wurde argumentiert, dass es wesentlich wirtschaftlicher ist, einmal einen Schaden zu reparieren, als die deutlich teurere „richtliniengemäße“ Fundierung zu verwenden. Die Verwendung des Parallelstabankers war somit die erste bewusste und deutliche Abkehr von der Anwendung der Schweizer Richtlinien in Österreich.

Im Jahre 1990 wurde die revidierte Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet (BUWAL und SLF, 1990) neu aufgelegt. Die größte Änderung gegenüber den Richtlinien von 1968 betrafen die Fundationsmethoden. Die Erkenntnisse der vom SLF durchgeführten Ankerversuche wurden in die Richtlinie aufgenommen. Es wurden detaillierte Angaben zum Einbauvorgang gemacht und auch Tabellen mit zulässigen Ankerkräften publiziert.

Weiter wurden das Bemessungskonzept an die damals aktuellen Tragwerksnormen des SIA angepasst, die Anforderungen an den Stützrost durch Schlag- und Auffangversuche neu definiert (Abb. 3), die Angaben zum Korrosionsschutz verbessert und die Methode für die Bestimmung der extremen Schneehöhe überarbeitet. Die Her-

ausgabe der Richtlinie von 1990 verzögerte sich. Während der Vernehmlassung traten Einwände zur Tragfähigkeit von Mikropfahlfundationen unter Querbelastungen auf, was zusätzliche Untersuchungen und inhaltliche Anpassungen erforderte. An der Herausgabe der Richtlinie von 1990 waren neben dem SLF die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt EMPA sowie die Praktiker der Expertenkommission für Lawinenverbau EKLS beteiligt. Die Richtlinie von 1990 wurde auf Deutsch, Französisch und Italienisch herausgegeben.

Die Richtlinie von 2007 – der heutige Stand der Technik in der Schweiz

Der Lawinenwinter 1999 war die große Bewährungsprobe des modernen Stützverbau. Viele Verbauungen zeigten eine sehr gute Wirkung. Abschätzungen zeigten, dass in der Schweiz gegen 300 Schadenlawinen durch Stützverbauungen verhindert werden konnten (SLF, 2000). Infolge der großen Schneehöhen im Lawinenwinter 1999 und der damit verbundenen Schneedruckkräfte wurden auch Schäden an Stützwerken festgestellt, die gewisse technische Anpassungen erforderlich machten. So wurden die Seitenlasten in Werkendfeldern oder die Querbelastungen bei Stützen neu definiert. Die Richtlinie von 1990 wurde in der Richtlinie von 2007 (Abb. 4; Margreth, 2007) an die neuen Tragwerksnormen des SIA angepasst, die sich an die Normenreihe des Eurocode anlehnen. Das bisher verwendete Bemessungskonzept mit globalen Sicherheitsfaktoren und zulässigen Belastungen wurde durch das Partialfaktorenkonzept ersetzt, wobei Grenzzustände der Tragsicherheit betrachtet werden. Für die Bemessung der Fundationen werden vereinfachte Berechnungsformeln verwendet, die die spezielle Situation im Lawinenverbau berücksichtigen. Der eigentliche, bewährte Inhalt der Richtlinie (Anordnung der

Stützwerke, Berechnung des Schneedruckes etc.) wurde nicht geändert, aber teilweise mit neuen Begriffen ergänzt sowie der Aufbau systematisiert. Der Umfang der Richtlinie wurde erweitert, indem die Kapitel Ankermörtel, Permafrost und Typenprüfverfahren neu in die technische Richtlinie integriert wurden. In der Schweiz sind heute die wichtigsten Stützverbauungen realisiert und die große zukünftige Herausforderung liegt in der Erhaltung der bestehenden Bauten. Deshalb wurden auch Angaben zur Erhaltung neu in die Richtlinie aufgenommen. Die Überarbeitung erfolgte durch das SLF in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt EMPA, der Industrie, ausgewählten Ingenieurbüros sowie der Expertenkommission Lawinen und Steinschlag EKLS. Da die technische Richtlinie nicht nur in der Schweiz, sondern weltweit verwendet wird, wurde neben der deutschen, französischen und italienischen auch eine englische Version herausgegeben. Das neu in die technische Richtlinie aufgenommene Typenprüfverfahren existiert seit 1977. Das Verfahren wurde geschaffen, da in der Rezession der Siebzigerjahre die Industrie kostengünstige, aber oft ungeeignete Werktypen auf den Markt brachte. Mit der Typenprüfung sollten ungeeignete Werktypen vom schweizerischen Markt ferngehalten werden. Heute besteht die Typenprüfung aus einem mehrstufigen Verfahren. Das SLF prüft die statischen Berechnungen und Planunterlagen, die Expertenkommission Lawinen und Steinschlag EKLS prüft die praktische Verwendbarkeit und das Bundesamt für Umwelt BAFU erteilt die Zulassung und trägt den Werktyp in die Typenliste Lawinenverbau ein. Geprüft werden permanente Standardwerktypen, die mit einheitlichen Standortfaktoren wie Hangneigung von 45° oder wirksame Rosthöhe von 2,0 bis 5,0 m in Schritten von 0,5 m bemessen wurden. Ein ähnliches Verfahren gibt es auch für Ankermörtel. Die

Expertenkommission Lawinen und Steinschlag EKLS übernimmt die Funktion einer gemeinsamen Prüfstelle der öffentlichen Verwaltung beim Einkauf von Industrieprodukten. Die Einhaltung der Richtlinie ist für die Errichtung von Anbruchverbauungen in der Schweiz Voraussetzung, wenn Bundesbeiträge in Anspruch genommen werden.



Abb. 4: In den letzten 50 Jahren wurden vier Versionen der technischen Richtlinie Lawinenverbau im Anbruchgebiet herausgegeben. Die Richtlinien wurden regelmäßig an den jeweiligen Stand der Technik angepasst. Die erste Richtlinie von 1961 umfasste 50 Seiten, die letzte Version von 2007 hat 136 Seiten.

Fig. 4: Four different versions of guidelines have been released during the last 50 years in Switzerland. The first guideline in 1961 had 50 text pages and the latest version covers 136 pages.

Die technische Richtlinie von 2007 (Margreth, 2007) stützt sich stark auf die in der Vergangenheit im Stützverbau gemachten Erfahrungen und ergänzt die einschlägigen Tragwerksnormen des SIA. Sie stellt den heutigen Stand der Technik im permanenten technischen Stützverbau in der Schweiz dar. Obwohl sich die Natur nur schlecht normen lässt, wurde mit den Richtlinien erreicht, dass Stützverbauungen nach einem einheitlichen Vorgehen bemessen und erstellt werden. Dies vereinfacht den zukünftigen Unterhalt stark. Einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg der technischen

Richtlinie dürfte die Tatsache beigetragen haben, dass schon vor 50 Jahren versucht wurde, die komplexe Materie Schnee und Lawinen mit stark vereinfachten, dem Praktiker und der Industrie leicht zugänglichen Lastmodellen zu umschreiben. Dies war nur durch eine gute Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Praxis möglich.

Die ONR-Reihe 24805–24807 – Stand der Technik in Österreich

Die Schweizer Richtlinien bildeten jahrzehntelang auch in Österreich die Grundlage für die Anbruchverbauungen. Nach und nach wurde allerdings die Notwendigkeit einer spezifisch österreichischen Richtlinie oder zumindest die Anpassung der Schweizer Richtlinie an österreichische Gegebenheiten erkennbar. Was war in Österreich anders als in der Schweiz? In erster Linie waren es das Bemessungskonzept und weitere Grundlagen der Schweizer Richtlinie, die auf den Schweizerischen Tragwerksnormen des SIA basieren (siehe Art. 1.2.1 der Schweizer Richtlinie: Die vorliegende technische Richtlinie ergänzt die Norm SIA 261 resp. 261/1. Wo nichts anderes vermerkt ist, gelten die einschlägigen SIA-Normen ...). Spätestens seit der Mitgliedschaft in der EU sind in Österreich die EURO-CODES (ÖNORM EN) inklusive der nationalen Anwendungsdokumente (ÖNORM B) anzuwenden. Die Schweizer Richtlinie wurde zwar im Zuge der Überarbeitung von 2007 ebenfalls an den EUROCODE angepasst, die nationalen Anwendungsdokumente klaffen aber teilweise auseinander (siehe zum Beispiel die Definition eines Mikropfahles in Art. 5.9.7.1.3 der Schweizer Richtlinie im Vergleich zur ÖNORM EN 14199). Die Schweizer Richtlinie hat auch, was beispielsweise die Ermittlung der Schneemäch-

tigkeiten für den Stützverbau betrifft, einen klar regionalen Bezug und für die Ermittlung der Werkshöhen wurde die Schweiz in mehrere Klimazonen aufgeteilt.

In der Vergangenheit wurde die Schweizer Richtlinie bei der Errichtung von Stützverbauungen mehrfach verlassen, ein Beispiel war die Anwendung des bereits beschriebenen Parallelstabankers.

Auch die Tatsache, dass es in Österreich weder für die Errichtung von Anbruchverbauungen noch für die Errichtung von Lawinenablenk- oder Auffangbauwerken Richtlinien gab, machte es notwendig, ein diesbezügliches Regelwerk für die Anwendung in der Praxis auszuarbeiten. Nicht selten kam es zum Beispiel bei der Dimensionierung von umströmten Hindernissen in Lawinenbahnen zu experteninternen Diskussionen, wie in einem solchen Falle konkret vorzugehen ist. Auch bei der Dimensionierung von Lawinendämmen gab es teilweise unterschiedliche Vorgehensweisen, wie beispielsweise die Wahl des Faktors λ , der die Energieumwandlung beim Aufprall beschreibt. Wenn Bauwerke aber nachvollziehbaren Schutz bieten sollen und dieser sich auch in der Rücknahme von Gefahrenzonen ausdrücken soll, braucht es eindeutige (soweit möglich) und regelbasierte Dimensionierungskriterien, welche die Schutzbauten erfüllen müssen.

In Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Normungsinstitut (Austrian Standard Institut) wurde im Jahre 2007 eine Arbeitsgruppe „Permanenter Technischer Lawinenschutz“ etabliert, welcher Experten aus verschiedenen Fachgebieten wie Geotechnik, Ankertechnik, Schneemechanik etc. angehörten und welche vor allem eine gute Durchmischung von Wissenschaftlern und Praktikern bringen sollte. Deziertes Ziel dieser Arbeitsgruppe war es, auch die umfangreichen praktischen Erfahrungen der letzten vierzig Jahre

| | | |
|-----------|--|-------------------|
| ONR 24800 | Schutzbauten der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definition sowie Klassifizierung | 15.2.2009 |
| ONR 24801 | Schutzbauten der Wildbachverbauung – Statische und dynamische Einwirkungen | 15.8.2013 |
| ONR 24802 | Schutzbauten der Wildbachverbauung – Statische und dynamische Einwirkungen | 1.1.2011 |
| ONR 24803 | Schutzbauten der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung | 1.2.2008 |
| ONR 24805 | Permanenter Technischer Lawinenschutz, Benennungen und Definitionen sowie statische und dynamische Einwirkungen | 1.6.2010 |
| ONR 24806 | Permanenter Technischer Lawinenschutz – Bemessung und konstruktive Ausgestaltung | 15.12.2011 |
| ONR 24807 | Permanenter Technischer Lawinenschutz – Überwachung und Instandhaltung | 1.3.2010 |
| ONR 24810 | Permanenter Technischer Lawinenschutz – Überwachung und Instandhaltung | 15.01.2013 |

Tab. 1: Die Normenreihe ONR 24800 über Wildbach-, Lawinen- und Steinschlagschutzbauwerke

Tab. 1: Austrian Standards ONR 24800 debris flow, avalanche and rockfall protection constructions.

bei der Errichtung von Lawinenverbauungen in eine Richtlinie einfließen zu lassen. Nach Diskussion mit den Experten der Normung entschied man sich vorerst für die Erstellung einer ON-Regel, die die Vorstufe einer ÖNORM sein kann. ON-Regeln werden dann erstellt, wenn diverse Annahmen getroffen werden müssen, welche die Erstellung einer Norm noch nicht rechtfertigen oder wenn ein technisches Regelwerk für ein völlig neues Fachgebiet (Schutz vor Naturgefahren) bearbeitet wird. ON-Regeln sind nach der Definition des Austrian Standard Institute rasch verfügbare normative Dokumente, die in ihrem Entwicklungsprozess nicht alle Anforderungen an eine klassische Norm erfüllen müssen.

Diese Richtlinie sollte sich nicht nur auf die Errichtung von Anbruchverbauungen beschränken, sondern sich auf den gesamten

Bereich des permanenten technischen Lawinenschutzes ausdehnen. Die jahrelange berufliche Erfahrung hat gezeigt, dass zum Beispiel bei der Dimensionierung von Hindernissen in Lawinen-



Abb. 5: Titelblatt der ON Regel 24806

Fig. 5: Cover of Austrian Standard ONR 24806

bahnen (Beispiel Liftstützen oder Kabelmasten) keine auch nur annähernd einheitliche Vorgangsweise angewendet wurde bzw. auch keine entsprechenden Grundlagen für eine solche vorhanden waren. Ähnliches gilt für die Dimensionierung von Galerien oder Lawinendämmen. Insbesondere der praktische Erfahrungsschatz des Forsttechnischen Dienstes, von dem bei Weitem die meisten Lawinenverbauungen in Österreich durchgeführt wurden, sollte sich in einer einheitlichen Richtlinie wiederfinden.

Die Frage, warum in einem Land wie Österreich, in dem neben der Schweiz die meisten Lawinenschutzmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten errichtet wurden, keine nationalen Richtlinien zur Verfügung standen, ist wahrscheinlich damit zu beantworten, dass diese aufgrund der Monopolstellung des Forsttechnischen Dienstes nicht notwendig erschienen. Ausschrei-

bungen und Vergaben an private Unternehmer wurden nur für Lawinenverbauungen in Schigebieten durchgeführt; somit war auch eine klare rechtliche normative Positionierung nicht unbedingt notwendig. Aus diesem Grunde wurde auch manchmal von den Schweizer Richtlinien abgewichen (siehe Tiroler Parallelstabanker). Das verursachte zwar manchmal fachliche Diskussionen innerhalb des Forsttechnischen Dienstes, zeigte aber auch letztlich die Notwendigkeit einer einheitlichen nationalen Bemessungsgrundlage.

Ähnlich wie in der Schweiz ist es auch notwendig, die Überwachung und Erhaltung der Schutzbauten einem einheitlichen Standard zuzuführen, worauf auf die besonderen österreichischen Gegebenheiten von Bauherren und ausführendem Unternehmen vor allem im Bereich der öffentlichen Schutzbauten Rücksicht genommen werden muss. Es ist somit in der ONR 24807



Abb. 6: Richtliniengemäß errichtete Stützverbauung mit Stahlschneebrücken

Fig. 6: Avalanche protection work with steel supporting structures according to the Swiss guideline



Abb. 7: Stützverbauung mit Stahlschneebrücken aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts am Heuberg in Häselgehr. Dringender Sanierungsbedarf und Anpassung an zeitgemäße Dimensionierung ist offensichtlich

Fig. 7: Steel supporting structures, erected in the 1960s on the Heuberg in the village Häselgehr in Tyrol; a high degree of maintenance and adaptation to modern dimensioning is pending

genau definiert, innerhalb welcher Zeitspannen vom Konsenswerber eine laufende Überwachung bzw. eine Kontrolle der Schutzbauten durchgeführt werden muss und was im Rahmen dieser Überwachungsinstrumente aufzunehmen ist. Ähnlich wie in der Schweiz sind die wichtigsten Lawinerverbauungen in Österreich ausgeführt, es ist aber dringend an der Zeit, die „erste“ Generation von Stützverbauungen, welche zum Beispiel in den Sechzigerjahren am Heuberg in Häselgehr eingebaut wurden, durch zeitgemäß dimensionierte Stützwerke zu ersetzen (Abb.7).

Die ONR-Reihe für den technischen Lawinenschutz bezieht sich bewusst auf *permanente* technische Maßnahmen. *Temporäre*

Maßnahmen wie beispielsweise künstliche Lawinenauslösung sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Diese Maßnahmen wurden bewusst derzeit ausgeklammert, da ein einheitlicher Stand der Technik schwer zu definieren sein wird.

Stand der Technik in Österreich und der Schweiz, gibt es gravierende Unterscheidungen?

Die ONR-Reihe für den permanenten technischen Lawinenschutz lehnt sich in vielen Bereichen eng an bereits bestehende Richtlinien in der Schweiz an. Hauptzweck dieser neuen Richtlinie war es, Normen- oder geographische Bezüge auf österreichische Verhältnisse anzupassen.

Insbesondere im Bereich der Stützverbauung wurden die klassischen Berechnungsverfahren aus der Schweiz übernommen, lediglich bei der Berechnung des hangparallelen Werksabstandes (vgl. Schweizer Richtlinie Art. 3.7 und ONR 24806 Pkt. 7.2.3.3) wurde eine Variante gewählt. Auch bei Fragen des Korrosionsschutzes, Mikropfahfundierung etc. gibt es geringe auf ÖNORM-EN-Basis bezogene Abweichungen von den Schweizer Richtlinien.

Im Bereich von technischen Schutzmaßnahmen in der Sturzbahn und im Auslaufbereich von Lawinen wurde, soweit vorhanden, ebenfalls auf Richtlinien bzw. Literatur aus der Schweiz zurückgegriffen. Auch die Publikation im Rahmen des EU-Projektes „Design of Avalanche protection dams“ diente als Grundlage für diesen Teil der ONR 24806. In der Schweiz gibt es keine eigentlichen Richtlinien über die Dimensionierung von Lawinendämmen. Zu erwähnen ist die ASTRA-Richtlinie aus der Schweiz, welche die Dimensionierung von Lawingalerien festlegt. Auf diese Richtlinie wurde bei der Ausarbeitung der ONR 24806 stark Bezug genommen.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass der durch Normen und Richtlinien festgelegte Stand der Technik in beiden Ländern vergleichbar ist und sich nur durch wenige Details, welche ihre Ursache in den nationalen Normenbezügen sowie Planungsabläufen haben, unterscheiden. Die heute vorliegenden Normen und Richtlinien haben dazu geführt, dass sowohl in der Schweiz als auch in Österreich eine weitgehende Planungssicherheit im technischen Lawinenschutz erreicht werden konnte, was sich in einer hohen Qualität der ausgeführten Schutzmaßnahmen ausdrückt. Sollte zukünftig eine europäische Normung im Bereich des technischen Lawinenschutzes angestrebt werden, würden die in der Schweiz und Österreich erarbeiteten Dokumente

eine wertvolle Basis darstellen. Unerlässlich ist auch, dass der heutige Stand der Technik regelmäßig überprüft und falls erforderlich aktualisiert wird. Dazu erachten wir die Weiterführung des schon seit vielen Jahrzehnten geführten Dialogs zwischen den Fachexperten aus der Schweiz und Österreich als sehr wichtig.

Anschrift der Verfasser / Authors' adresses:

Dipl. Bauing. ETH
Stefan Margreth
WSL-Institut für Schnee und
Lawinenforschung SLF
Leiter Forschungsgruppe Schutzmassnahmen
Flüelastrasse 11
CH-7260 Davos Dorf
margreth@slf.ch

DI Siegfried Sauer Moser
Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinerverbauung
Sektion Tirol
Wilhelm Greil Strasse 9
6020 Innsbruck
siegfried.sauer moser@die-wildbach.at

Literatur / References

- HANAUSEK E. (1988):
Erfahrungen und Tendenzen im Lawinenschutz. Interpraevent 1988, Graz, Band 3.
- POLLACK V. (1906): Erfahrungen im Lawinerverbau in Österreich. Verlag Franz Deuticke Leipzig Wien.
- ASTRA/SBB (2007):
Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien, Richtlinie. Bundesamt für Strassen ASTRA und Schweizerische Bundesbahnen SBB AG Bern.
- BAILLIFARD M. A., KERN M., MARGRETH S. (2007):
Anleitung zur Dimensionierung von Lawinauffangdämmen. WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos.
- AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (2010):
ONR 24805 - Permanenter Technischer Lawinenschutz, Benennungen und Definitionen sowie statischen und dynamische Einwirkungen, Ausgabe: 2010-06-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (2011):
ONR 24806 - Permanenter Technischer Lawinenschutz, Bemessung und konstruktive Ausgestaltung, Ausgabe: 2011-12-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (2010):
ONR 24807. Permanenter Technischer Lawinenschutz – Überwachung und Instandhaltung, Ausgabe: 2010-03-01.

SUDA J. (2011):
Bemessung von Lawingalerien. In: Sauer Moser S., Rudolf-Miklau F. (Hrsg.). Handbuch Technischer Lawinenschutz. Ernst und Sohn Berlin: 177-201.

BUCHER, E. (1948):
Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinerverbaus. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Geotechnische Serie – Hydrologie 6. Bern.

BUWAL/WSL (1990):
Richtlinie für den Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Ausgabe 1990 Bern.

COAZ J. (1881):
Die Lawinen der Schweizeralpen. Herausgegeben durch Eidg. Handels- und Landwirtschaftsdepartement. Bern.

DE QUERVAIN M. (1954):
Dimensionierung von Verbauungswerken. SLF Bericht.

FANKHAUSER F. (1912):
Zur Bestimmung des Abstandes von Einbauten beim Lawinerverbau. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen 63.

HAEFELI R. (1939):
Schneemechanik mit Hinweisen auf die Erdbaumechanik. Der Schnee und seine Metamorphose. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Geotechnische Serie – Hydrologie 3, Bern.

HEIMGARTNER M. (1987):
Fundation im Lawinerverbau. Mitteilung SLF 43: 19-28.

HESS E. (1936):
Erfahrungen über Lawinerverbauungen. Veröffentlichungen über Lawinerverbauungen 4. Eidg. Departement des Innern. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei Bern.

MARGRETH S. (2007):
Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug Bern, Bundesamt für Umwelt BAFU; Davos; WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. 7: 136 S.

SCHILCHER C. (1967):
Bemerkungen zu dem in den Richtlinien für den permanenten Stützverbau empfohlenen Werksabstand in der Falllinie. Wildbach- und Lawinerverbau 31: 32-38.

SKSL (1953):
Verzeichnis der Fachausdrücke für Lawinerverbauungen. Schweizerische Kommission für Schnee- und Lawinenforschung SKLS. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 104: 473-484.

SLF (2000):
Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF.

SLF (1968):
Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Richtlinien des Eidg. Oberforstinspektors für den Stützverbau. Mitteilung SLF 29, Davos.

SLF (1961):
Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Richtlinien für den permanenten Stützverbau. Herausgegeben durch Eidg. Inspektion für Forstwesen, Bern. Mitteilung SLF 15.

SLF(1955):
Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Vorläufige Richtlinien zur Dimensionierung von permanenten Stützverbauungen. Herausgegeben durch Eidg. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. Bern.



- Planung
- Modellierung
- Baubegleitung



- Wildbach
- Lawine
- Steinschlag
- Ökologie

www.umweltbuero.at

klagenfurt@umweltbuero.at

+43 (0) 463 - 516 614

Bei Ihnen steht ein ABBRUCH an?

Abgebrochen, so als wäre noch nie etwas da gewesen.
Das ist unsere Philosophie.

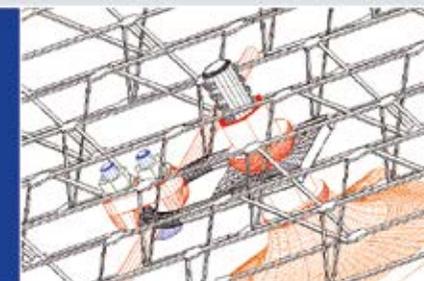
Von der Abklärung möglicher unterirdischer Leitungen und Kanäle, bis hin zum geräumten Grundstück,

wir kümmern uns um alles!!!

ROHNER
Wir bewegen.

Emil Rohner GmbH & Co KG - +43 (0) 5574 / 75731 - info@rohner.at

Steilwälle
Wasserbau
Entwässerung
Sonderkonstruktionen



Hang- u.
Böschungssicherung
Steinschlagschutz
Stützbauwerke



JK[®]
KRISMER

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



Wir sichern und kultivieren die Erde

ROMAN SCHREMSENER

Normung im Bereich „Schutz vor Naturgefahren“ – Nationale und europäische Entwicklungen

Standardisation in the field of natural hazard management – national and international standards

Zusammenfassung:

Der Beitrag stellt die Bedeutung der Normung im Bereich des Schutzes vor Naturgefahren dar und gibt einen Überblick über die Normungsaktivitäten des ON-K 256. Diese Aktivitäten werden im Kontext der europäischen Normung dargestellt. Abschließend wird ein Überblick über die aktuellen Aktivitäten auf europäischer Ebene im Zusammenhang mit der Klimaanpassung gegeben, welche Implikationen für zukünftige Normungsvorhaben im Zusammenhang mit Naturkatastrophen haben werden.

Stichwörter:

Normung, Stand der Technik, ON-K 256, ONR 24800-Serie, Resilienz

Abstract:

The article outlines the importance of standardisation in the field of natural hazard management and gives an overview of the activities of the committee ON-K-256. These standardisation activities are presented in the context of the European standardisation programs. Furthermore the article deals with the current activities on European level in the context of climate change adaptation, which will have important implication for future standardisation projects related to natural catastrophes.

Keywords:

Standardisation, state of the art, ON-K 256, ONR 24800-Serie, resilience

Einleitung

Dem Schutz vor Naturgefahren wird besonders im alpinen Bereich seit jeher hohe Bedeutung zugemessen. Er ist in vielen Alpentälern unerlässlich, z. B. für den Schutz von Siedlungsräumen, Infrastruktureinrichtungen und auch einzelnen Objekten vor Naturgefahren wie Lawinen, Muren, Steinschlägen oder Hochwasser. Die Sicherung von Siedlungsräumen vor Naturgefahren gestaltet sich allerdings wegen des steigenden Siedlungsdrucks sowie der verstärkten Erschließung der Alpen für verkehrliche oder touristische Zwecke zunehmend schwierig und aufwendig. Es ist außerdem davon auszugehen, dass durch die sich ändernden klimatischen Bedingungen die Anzahl der Rutschungen, Muren, Steinschläge und Lawinen zunehmen wird. Wegen des Klimawandels ist auch von einer vermehrten Beeinträchtigung der Verkehrs- und Energieinfrastruktur durch Extremereignisse auszugehen.

Ein wesentlicher Aspekt im Umgang mit Naturgefahren ist die Resilienz, d.h. die Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur. Um diesem wichtigen Faktor Rechnung zu tragen und um entsprechende einheitliche bautechnische Festlegungen für Schutzbauwerke gegen Naturgefahren zu treffen, wurde bereits im Jahr 2008 am Austrian Standards Institute (ASI) das Komitee 256 „Schutz vor Naturgefahren“ ins Leben gerufen. Von diesem Komitee wurden bisher acht ÖNorm-Regeln (ONR 24800-Serie) für die Bereiche Wildbachverbauung, permanenter technischer Lawinenschutz und technischer Steinschlagschutz publiziert.

Parallel dazu wurde das Thema Schutz vor Naturgefahren auch von europäischen Forschungs- und Normungsprojekten aufgegriffen.

Normung in Österreich

Die Schaffung normativer Regelungen unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels ist im Sinne der Klimastrategie 2013¹⁾, in der die Handlungsempfehlung „Anpassung von Baustandards und Normen an den Klimawandel“ ausgesprochen wurde.

Unter Normung wird die „Tätigkeit zur Erstellung von Festlegungen für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung, die auf aktuelle oder absehbare Probleme Bezug haben und die Erzielung eines optimalen Ordnungsgrades in einem gegebenen Zusammenhang anstreben“²⁾ verstanden. „Diese Tätigkeit besteht im Besonderen aus den Vorgängen zur Formulierung, Herausgabe und Anwendung von Normen. Wichtige Vorteile der Normung(sarbeit) sind die Verbesserung der Eignung von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen für ihren geplanten Zweck, die Vermeidung von Handelshemmnissen und die Erleichterung der technischen Zusammenarbeit.“³⁾

Es werden also Festlegungen zu im Voraus definierten Themen getroffen, die die Routinearbeit vereinfachen und Ressourcen für andere Tätigkeiten frei machen. Das Ergebnis der Normung sind normative Dokumente, d.h. „Dokumente, die Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegen“⁴⁾. Wird ein derartiges normatives Dokument von einer sogenannten normerschaffenden Institution (*Institution[en], die auf nationaler, regionaler oder internationaler Ebene anerkannt ist und als wesentliche Funktion, dank ihrer Statuten, die Erstellung, Anerkennung oder Annahme von Normen hat, welche der Öffentlichkeit zugänglich sind.*⁵⁾) erstellt, spricht man von einer Norm.

¹⁾ Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel 2013, BMLFUW, Wien 2013.

²⁾ nach ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, Abschnitt 1.1. (ÖVE/ÖNORM EN 45020, Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten – Allgemeine Begriffe).

³⁾ nach ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, Abschnitt 1.1.

⁴⁾ nach ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, Abschnitt 3.1.

⁵⁾ nach ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, Abschnitt 4.4.

Eine Norm (z. B. ÖNORM) ist daher ein „Dokument, das mit allgemeiner Zustimmung erstellt und von einer anerkannten Normungsorganisation angenommen wurde und für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt. Allgemeine Zustimmung bedeutet nicht notwendigerweise Einstimmigkeit. Normen sollten auf den gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung basieren und auf die Förderung optimaler Vorteile für die Gesellschaft abzielen.“⁶⁾

Den organisatorischen Rahmen für die Normung in Österreich bietet das Austrian Standards Institute (ASI). Das ASI wurde 1920 gegründet und ist als Verein organisiert. Es ist eine gemeinnützige Einrichtung und die unparteiische Plattform für Entwicklung von Normen & Regelwerken in Österreich. Das ASI ist zudem Gründungsmitglied der internationalen Normungsorganisation ISO und der Europäischen Normungsorganisation CEN. Die Rechtsgrundlagen für die Aktivitäten des ASI bilden der Art. 10/1/5 Bundes-Verfassungsgesetz, der festlegt, dass das Normenwesen unter die Bundeskompetenz fällt, sowie das Normengesetz 1971.

Neben ÖNORMEN werden vom ASI auch ONR (ÖNorm-Regel) publiziert. Eine ONR ist ein „Dokument, aus dessen Anwendung Erfahrungen für eine mögliche spätere Normung gesammelt werden sollen oder das den Stand einer neuen oder sich schnell verändernden Entwicklung dokumentiert und das bei Austrian Standards Institute [...] angenommen und veröffentlicht wurde.“⁷⁾

⁶⁾ nach ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, 3.2 (modifiziert).

⁷⁾ SI Geschäftsordnung 2014

Start eines Normvorhabens

Die Erstellung einer Norm erfolgt auf Antrag durch eine natürliche oder juristische Person. Bei ASI ist dazu ein Antrag auf Erstellung oder Überarbeitung eines Regelwerkes (ÖNORM oder ONR) zu stellen (<https://committees.austrian-standards.at/projectproposal/create>). Falls eine europäische Norm betroffen ist, ist ein Antrag an CEN (www.cen.eu) bzw. an das zuständige technische Komitee (CEN/TC) zu stellen. Dies erfolgt meist im Wege eines nationalen Normungsinstituts. In besonderen Fällen kann auch ein Normungsauftrag, bezeichnet als Mandat, durch die Europäische Kommission an CEN erteilt werden.

Entwicklung der Normung im Bereich „Schutz vor Naturgefahren“ in Österreich

Die Ausgangslage und die Rahmenbedingungen vor Erstellung einheitlicher normativer Regeln stellten sich aus technischer Sicht wie folgt dar:

1. Die Planung und Durchführung von Schutzmaßnahmen erfolgte primär durch staatliche (öffentliche) Dienststellen (Dienststellen der WLW). Dafür existierten interne Vorgaben.
2. Für die Naturgefahren Hochwasser, Stein- schlag, Muren und Lawinen existierten nur unverbindliche Richtlinien bzw. Leitlinien, herausgegeben von z. B. BMLFUW, ÖWAV.
3. Technische Normen mit Relevanz für den Bereich Schutz vor Naturgefahren waren nur für die Gefahrenarten Blitzschlag, Sturm (Wind), Erdbeben und Schneelasten verfügbar.
4. Bestehende Europäische Normen (EN) wurden hauptsächlich unter Berücksichtigung von Rahmenbedingungen für den

„herkömmlichen“ Hoch- und Tiefbau erarbeitet und waren für den Bereich Schutz vor Naturgefahren nicht oder nur sehr eingeschränkt anwendbar.

Ein Beispiel für die eingeschränkte Anwendbarkeit bestehender Normen sind die Eurocodes. „Die

Eurocodes sind eine europäische Normenreihe mit gemeinsamen Verfahren zur Berechnung der mechanischen Festigkeit von Elementen, die eine tragende Funktion in einem Bauwerk haben“⁸⁾

Die Eurocodes setzen sich aus zehn Normen mit insgesamt 58 Teilen zusammen.

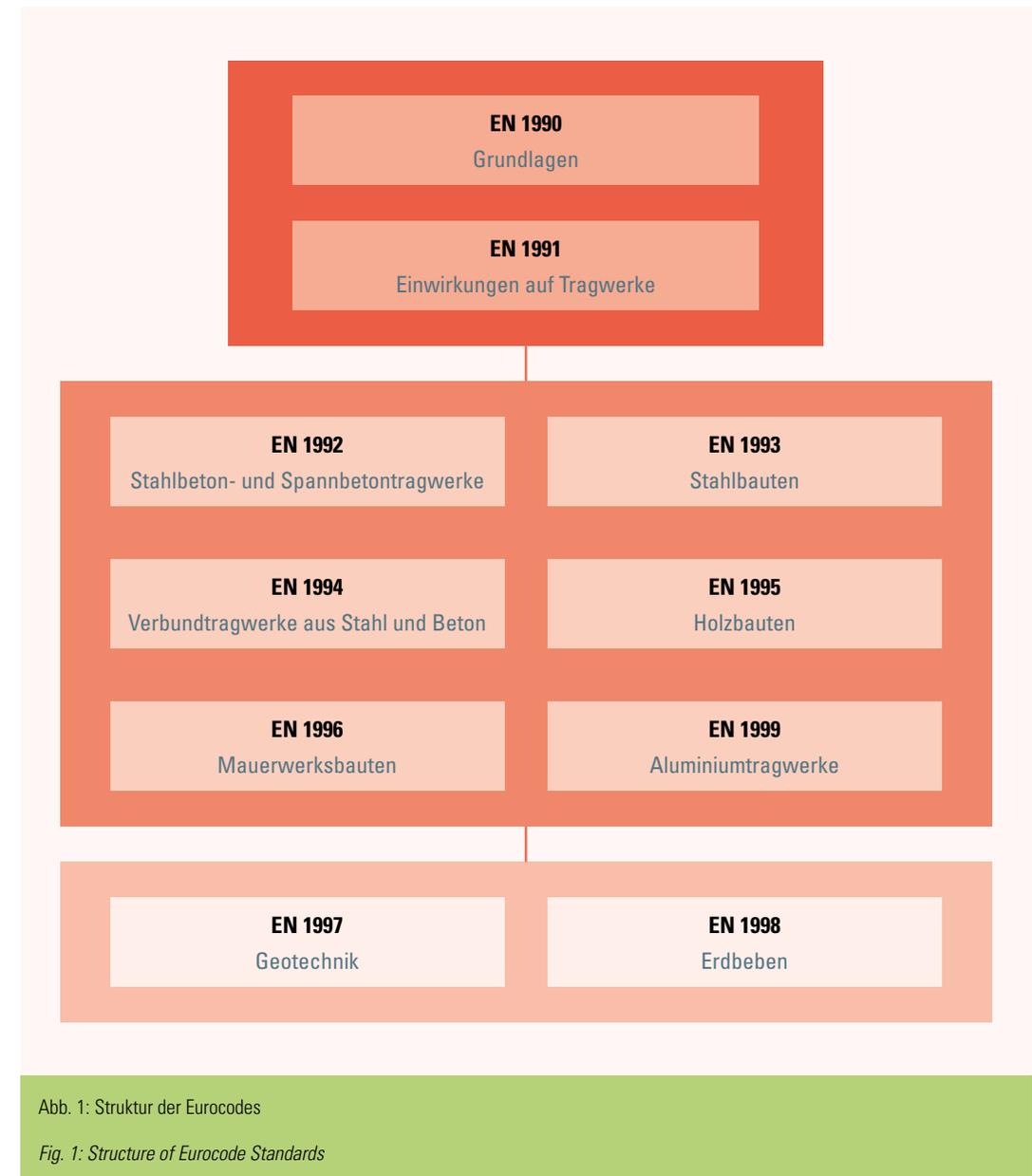


Abb. 1: Struktur der Eurocodes

Fig. 1: Structure of Eurocode Standards

⁸⁾ COMMISSION RECOMMENDATION of 11 December 2003 on the implementation and use of Eurocodes for construction works and structural construction products Empfehlung der Kommission (2003/887/EC).

Für die Bemessung von Tragwerken sind die Eurocodes zu berücksichtigen, die aber einen begrenzten Anwendungsbereich haben, z. B. ÖNORM EN 1991-1-3.⁹⁾ Im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm wird festgehalten:

- „(1) EN 1991-1-3 enthält Grundsätze für die Bestimmung der Werte für Schneelasten für die Berechnung und Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten.
(2) Dieser Teil gilt nicht für Bauten in einer Höhe von mehr als 1 500 m.“

ANMERKUNG 1 Ratschläge für die Behandlung von Schneelasten für Höhen über 1500 m können im nationalen Anhang angegeben werden. ...“

Zusätzlich dazu existieren Normanforderungen, die für Schutzbauwerke gegen Naturgefahren nicht praktikabel anwendbar, z. B. die Anforderungen an die Prüfung von Mikropfählen gemäß ÖNORM EN 14199.¹⁰⁾

Aus rechtlicher Sicht spielten folgende Aspekte eine wesentliche Rolle in der Schaffung normativer Regeln für den Bereich Schutz vor Naturgefahren:

1. Das Sicherheitsbedürfnis in der Bevölkerung ist durch aktuelle Ereignisse bzw. im Zusammenhang mit Diskussionen über das Thema Klimawandel gestiegen. Die Bewusstseinsbildung hat zu einer Sensibilisierung der Bevölkerung geführt.
2. Fehlende oder unvollständige rechtliche Festlegungen: Rechtliche Grundlagen für (Schutz)Baumaßnahmen finden sich in (Landes)Bau(technik)gesetzen und Bauordnungen. Diese Grundlagen umfassen allerdings nicht alle baulichen Anlagen. Dennoch gilt, „[b]auliche Anla-

gen sind grundsätzlich so zu planen und auszuführen, dass sie dem „Stand der Technik“ entsprechen. Es handelt sich bei diesem allgemeinen bautechnischen Grundsatz um eine subsidiär (unmittelbar) anwendbare Rechtsnorm, soweit die BauO, BauTG und BauTV nicht mittels besonderer Bestimmungen oder referenzierter technischer Regelwerke (z. B. ONORMEN, OIB-Richtlinien) bautechnische Erfordernisse konkretisieren. Konkrete bautechnische Vorschriften für den Gebäudeschutz wurden bisher fast ausschließlich für die Naturgefahr Hochwasser erlassen.“¹¹⁾ Das bedeutet, dass Normen dazu herangezogen werden können, den unbestimmten Rechtsbegriff Stand der Technik zu präzisieren.

Der „Stand der Technik“ bezeichnet ein „entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, soweit Produkte, Prozesse und Dienstleistungen betroffen sind, basierend auf entsprechenden gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung“¹²⁾. Ähnliche Verweise auf den Stand der Technik finden sich in rund 600 gesetzlichen Bestimmungen, z. B. der Gewerbeordnung, dem Eisenbahngesetz, dem WRG.

Komitee 256 „Schutz vor Naturgefahren“

Als Normungsgremium, das normative Dokumente mit der Präzisierung des Standes der Technik im Bereich Schutz vor Naturgefahren schaffen sollte, wurde im Jahr 2008 am ASI das Komitee 256 „Schutz vor Naturgefahren“ gegründet. Der Aufgabenbereich dieses Komitees umfasst die

Entwicklung von ÖNORMEN und ONR über präventive, temporäre oder permanente Maßnahmen zum Schutz vor den Naturgefahren Hochwasser, Muren, Lawinen, Steinschlag, Rutschungen und Erosion. Zu Durchführung der Arbeiten wurden bisher drei Arbeitsgruppen installiert:

- AG 256.01 „Wildbachschutzbauwerke“. Diese Arbeitsgruppe wurde bereits 2006 als AG 010.03 „Schutzbauwerke der Wildbachverbauung“ im Komitee 010 „Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau“ ins Leben gerufen.
- AG 256.02 „Technischer Lawinenschutz“. Diese Arbeitsgruppe wurde ebenfalls im Jahr 2006 als AG 023.07 „Permanenter technischer Lawinenschutz“ des Komitees 023 „Geotechnik“ gegründet.
- AG 256.03 „Technischer Steinschlagenschutz“, gegründet 2009.

Von diesen Arbeitsgruppen wurde die Reihe ONR 24800 entwickelt. Diese Reihe besteht aus insgesamt acht ONR, die anzuwenden sind

- bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen,
- bei deren Behandlung in Behördenverfahren und Sachverständigengutachten,
- in der Gefahrenbeurteilung,
- für die Lehre und fachliche Ausbildung,
- bei der Vergabe von öffentlichen Aufträgen,
- bei der Bezugnahme auf andere technische Normen und Richtlinien hinsichtlich der zu treffenden Maßnahmen,
- bei der Vergabe von öffentlichen Förderungen,
- im Baubetrieb des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung,
- für die Information und Öffentlichkeitsarbeit.

Von der AG 256.01 wurden folgende ONR verfasst:

- ONR 24800:2009-02-15, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definitionen sowie Klassifizierung
- ONR 24801:2013-08-15, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Statische und dynamische Einwirkungen
- ONR 24802:2011-01-01, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Entwurf, Bemessung und konstruktive Durchbildung
- ONR 24803:2008-02-01, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung

Die AG 256.02 hat nachstehende ONR erarbeitet:

- ONR 24805:2010-06-01, Permanenter technischer Lawinenschutz – Benennungen und Definitionen sowie statische und dynamische Einwirkungen
- ONR 24806:2011-12-15, Permanenter technischer Lawinenschutz – Bemessung und konstruktive Ausgestaltung
- ONR 24807:2010-03-01, Permanenter technischer Lawinenschutz – Überwachung und Instandhaltung

Von der AG 256.03 stammt die ONR 24810:2013-01-15, „Technischer Steinschlagenschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung“.

Seit Jänner 2014 sind diese ONR auch in Form einer Normensammlung erhältlich.¹³⁾

⁹⁾ ÖNORM EN 1991-1-3, Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten.

¹⁰⁾ ÖNORM EN 14199, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle).

¹¹⁾ aus Suda J., Rudolf-Miklau F.: Bauen und Naturgefahren – Handbuch für konstruktiven Gebäudeschutz, Abschnitt 7.2, Springer Verlag, 2012.

¹²⁾ ÖVE/ÖNORM EN 45020:2007, Abschnitt 1.4.

¹³⁾ Normensammlung Schutz vor Naturgefahren, Die Normenreihe ONR 24800 über Wildbach-, Lawinen- und Steinschlagenschutzbauwerke, Austrian Standards Institute, Wien 2014

Ausblick nationale Normung

Nach Abschluss der Erstellung der Reihe ONR 24800 werden sich die Arbeitsgruppen der laufenden Aktualisierung der ONR widmen. Die Aktualisierung der ONR 24810 wurde bereits beschlossen. Es sollen allerdings auch gänzlich neue Themen in Angriff genommen werden. Es ist z. B. geplant, eine ÖNORM zum Thema Schutz von Objekten gegen Naturgefahren (baulicher Objektschutz/naturgefahrnsicheres Bauen) zu entwickeln. Es steht auch im Raum, ein Regelwerk über Schadens- und Ereignisdokumentation zu erarbeiten. Weitere Aktivitäten werden auch die Internationalisierung, d.h. Übersetzung einzelner ONR in andere Sprachen, umfassen.

Europäische Aktivitäten

Allgemeines

Die Grundlage für zukünftige Normungsaktivitäten im Bereich Schutz vor Naturgefahren bildet die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (EU-Klimastrategie)¹⁴). Dass eine akkordierte Vorgangsweise erforderlich ist, wird an Hand des Beispiels Hochwasser dargestellt.

Hochwasser haben im Zeitraum von 1980 bis 2011 in der EU mehr als 2500 Tote gefordert, 5,5 Millionen Menschen wurden geschädigt und die direkten wirtschaftlichen Schäden betragen über € 90 Mrd. Es wird abgeschätzt, dass die jährlichen Kosten von Hochwasserschäden bis zu den 2020er Jahren auf € 20 Mrd. und bis zu den 2050er Jahren auf € 46 Mrd. ansteigen werden.

¹⁴ COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: An EU Strategy on adaptation to climate change (COM(2013) 216 final)

Die Anpassungskosten für zusätzliche Maßnahmen für den Hochwasserschutz werden mit € 1,7 Mrd. pro Jahr bis zu den 2020ern und € 3,4 Mrd. pro Jahr bis zu den 2050ern Jahren angenommen. Das bedeutet, dass wegen des Klimawandels beträchtliche Infrastrukturinvestitionen erforderlich werden. Diese Investitionen nicht zu tätigen hat allerdings auch seinen Preis. Die Mindestkosten einer unterlassenen Anpassung an den Klimawandel für die EU werden mit € 100 Mrd. im Jahr 2020 bis € 250 Mrd. im Jahr 2050 veranschlagt. Aus den dargestellten Gründen ist es ein Ziel der EU-Klimastrategie, einen „Beitrag zur Stärkung der Klimaresilienz Europas zu leisten“.

EU-Klimastrategie

Die zur Umsetzung der EU-Klimastrategie erforderlichen Maßnahmen sind in acht „Aktionen“ gebündelt, wobei für den Bereich Schutz vor Naturgefahren und zukünftige Normungsaktivitäten insbesondere Aktion 4 und Aktion 7 relevant erscheinen:

Aktion 4: Überbrückung von Wissenslücken: „Die wichtigsten Wissenslücken betreffen:

- Informationen über die Kosten von Schäden und die Kosten und Vorteile von Anpassungsmaßnahmen;
- Analysen und Risikobewertungen auf regionaler und lokaler Ebene;
- Rahmenregelungen, Modelle und Instrumente zur Unterstützung der Entscheidungsfindung und zur Bewertung der Wirksamkeit der verschiedenen Anpassungsmaßnahmen;
- die Mittel der Überwachung und Bewertung früherer Anpassungsmaßnahmen.“)

Um diese Wissenslücken zu schließen wurden und werden im aktuellen EU-Forschungsrahmenprogramm „Horizon 2020“ Forschungsprojekte ausgeschrieben und durchgeführt.

Aktion 7 hat die Gewährleistung resilienterer Infrastrukturen zum Ziel. Für die Umsetzung wurde ein Normungsmandat an die europäischen Normungsorganisationen erteilt.

Horizon 2020

Horizon 2020 ist das mit 85 Mrd. EUR dotierte, aktuelle EU-Forschungsrahmenprogramm. In diesem Rahmenprogramm wurden unter anderem Projekte zu folgenden Themen ausgeschrieben: „Call: Disaster-resilience: safeguarding and securing society, including adapting to climate change (2014 budget: € 72 million)

1. Crisis Management and Civil protection with a view to strengthening prevention and preparedness against natural and man-made disasters by underpinning an all-hazard approach to risk assessment across the EU;
2. Disaster Resilience and Climate Change with a view to developing solutions, for climate change adaptation in areas potentially affected by more extreme weather events and natural disasters, such as for port cities, critical infrastructures, tourism¹⁵)

Als Projektthemen werden unter anderem vorgeschlagen:

- „DRS-1-2015: Crisis management topic 1: Potential of current and new measures and technologies to respond to extreme weather and climate events
- DRS-6-2015: Crisis management topic 6: Addressing standardisation opportunities in support of increasing disaster resilience in Europe
- DRS-7-2014: Crisis management topic 7: Crises and disaster resilience – operationalizing resilience concepts

¹⁵ Quelle: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-security_en.pdf

- DRS-9-2014/2015: Disaster Resilience & Climate Change topic 1: Science and innovation for adaptation to climate change: from assessing costs, risks and opportunities to demonstration of options and practices¹⁶)

Mandat an die Europäischen Normungsorganisationen (ESO)

Aktion 7 der EU-Klimastrategie hat zur Erteilung eines Normungsmandats an die europäischen Normungsorganisationen geführt. In diesem Normungsauftrag wird folgendes vorgesehen¹⁷):

„The EC requests the European standardisation organisations (ESOs; CEN, CENELEC, ETSI):

- to develop tools, i.e. guidance or other type of documents, that will ensure that adaptation to climate change can be taken into account in a systematic way in European standardisation, where relevant;
- to identify the existing European standards and European standardisation deliverables, including those under development, that are most relevant for adaptation to climate change in the three priority sectors identified in the EU Strategy on Adaptation to Climate Change; and
- to revise the identified European standards or European standardisation deliverables, and to draft new ones if deemed necessary, with a view to enhancing the resilience to climate change of the infrastructures they apply to.“

¹⁶ Quelle: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-security_en.pdf

¹⁷ COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 28.5.2014 on deciding to make a standardisation request to the European standardisation organisations pursuant to Article 10 (1) of Regulation (EU) No 1025/2012 of the European Parliament and of the Council in support of implementation of the EU Strategy on Adaptation to Climate Change [COM(2013) 216 final], Brussels, 28.5.2014 C(2014) 3451 final

Ziel dieses Normungsauftrags ist „... to contribute to building and maintaining a more climate resilient infrastructure throughout the EU in the three „priority sectors“: transport infrastructure, energy infrastructure and buildings/construction. ...“

Die Umsetzung des Mandats an die Europäischen Normungsorganisationen erfolgt in drei Phasen. Die Phasen 1 und zwei folgen aufeinander:

1. Phase 1 „Programming“:

- Ist-Analyse und Übersicht über themenrelevante Normen
- Prioritätenreihung
- Erstellen einer Liste von bevorzugt zu behandelnden Normen

2. Phase 2 „Standardization“, d. h. inhaltliche Anpassung relevanter Normen

Parallel zu Phase 1 und 2 läuft die Phase 3 „Guidance development“, in der ein themenrelevanter Leitfaden für den Normungsprozess erarbeitet wird.

Anpassung der Eurocodes

Eine weitere europäische Normungsaktivität betrifft die Änderung der Eurocodes basierend auf den Mandaten M/466 und M/515:

- Gemäß M/515 wird ein Bericht erarbeitet, der beschreibt, wie die Eurocodes angepasst werden müssen, um den relevanten Auswirkungen des Klimawandels Rechnung zu tragen.
- Es wird ein Bericht mit Empfehlungen für EN 1991-1-3 (Schneelasten), -1-4 (Windlasten), -1-5 (Temperatureinwirkungen) und EN 1991-1-9 (Vereisung) und möglicherweise weiterer Teile des Eurocodes erstellt.¹⁸⁾

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl.-Ing. Roman Schremser
Komitee Manger/Austrian Standards Institute,
Deputy Director/Austrian Standards Certification
Heinestraße 38
1020 Wien
r.schremser@austrian-standards.at

¹⁸⁾ CEN/TC 250 Response to Mandate M/515 „Towards a second generation of EN Eurocodes“ (CEN/TC 250 - N 993)

Geolith

Consult

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

Deutschlandsberg:
Limberg 1, Schloss Limberg
A-8541 Schwanberg
Tel.: 03467 8291 20

Geologie & Geotechnik

BAUGEOLIE GEOTECHNIK HYDROGEOLOGIE ROHSTOFFGEOLOGIE UMWELT GEOLOGIE
BAUPLATZBEURTEILUNG BODENGUTACHTEN HANGRUTSCHUNGEN GRÜNDUNGEN VERSICKERUNGEN

www.geolith.at



- Steinschlagschutz
- Lawinenschutz
- Fels- und Hangsicherung





SICHERHEIT DURCH KOMPETENZ

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

You better ask our experts for the best approach



software
maps
geostatistics
reporting
data

"That's it."
Gregor Ortner, CTO UNIDATA



UNIDATA GEODESIGN GMBH
Gärtnergasse 3 Top 6, 1030 Vienna
t +43(1) 96 901 78
office@unidata.at
www.unidata.at

ANKER FRANZ, GERALD HAUSSTEINER, CHRISTIAN OBERNDORFER, THOMAS KÖHLBICHLER

Unterfangung von Uferschutzbauten mittels Düsenstrahlverfahren (DSV) am Beispiel der Urslau im Stadtgebiet von Saalfelden

Underpinning of bank protection structures by jet grouting process "Soilcrete" by the example of the project Urslau in urban area of Saalfelden (Salzburg)

Zusammenfassung:

Das Düsenstrahlverfahren hat sich für die besonderen Herausforderungen bei der Absenkung der Sohle im innerstädtischen Bereich als adäquates Verfahren bewährt. Eine Sohlabenkung im Ausmaß von bis zu 3,0 Meter innerhalb eines dicht besiedelten Bereiches mit einer Länge von ca. 500 Metern und Häusern, die direkt an oder auf die Uferkante angebaut sind, ist nur mit einem Spezialverfahren möglich, das Setzungen auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig ständige Hochwassersicherheit gewährleistet. Die besonderen Rahmenbedingungen für die allgemeine Sicherheit bei der Planung und Umsetzung der Maßnahmen sowie das Verfahren selbst, die Qualitätssicherung und die Kosten sind im Beitrag umfassend dargestellt.

Stichwörter:

Düsenstrahlverfahren (DSV), Sohlabenkung, Gebäudeunterfangung, Spundwände

Abstract:

The jet grouting process "Soilcrete" has proved to be an adequate construction method to be applied in the course of lowering the river bed of Urslau torrent in the urban area of Saalfelden. The lowering of the river bed to an maximum extent of 3,0 m in a densely populated area, where buildings are located directly adjacent to the river bank, is only possibly by applying of special construction methods, that reduce ground settlement to a minimum rate and provide flood safety at the same time. The article deals with the general framework condition for the planning and realization of the flood control measures in Urslau torrent as well as with the jet grouting process itself, furthermore with the quality management and the costs of the method.

Keywords:

Jet grouting process, lowering of river bed, underpinning of buildings, pile wall

Problemstellung

Ausschlaggebend für die Planung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen an der Urslau war das Hochwasserereignis aus dem Jahr 2002. Damals war es zu großflächigen Überflutungen im Stadtbereich der Gemeinde Saalfelden (Salzburg) gekommen, die ursächlich mit den zu gering bemessenen Durchflussquerschnitten im Ortsbereich bzw. den erfolgten Auflandungen während des Ereignisses in Zusammenhang standen. Auf Initiative der betroffenen Anrainer (Wassergenossenschaften), Gemeinden und Infrastrukturträgern wurde ein Wasserverband für das gesamte Einzugsgebiet gegründet. Im Rahmen eines Generellen Projektes bzw. daraus abgeleiteter Detailprojekte konnte 2008 mit der Umsetzung von Schutzmaßnahmen begonnen werden. Neben der Ertüchtigung der Gerinneabflussleistung im Ortsgebiet von Saalfelden werden umfangreiche Schutzmaßnahmen im Bereich der großen Zubringerbäche im Oberlauf der Urslau in der Gemeinde Maria Alm umgesetzt. Im Vordergrund steht dabei die Schaffung von Retentionsräumen für Wildholz und Geschiebe zur Absicherung der

dort befindlichen Siedlungsgebiete und zur maßgeblichen Reduktion der Feststoffeinträge in die Urslau.

Als Bemessungsereignis für den Ortsbereich von Saalfelden wurde nach umfangreichen hydrologischen Erhebungen ein maßgeblicher Wert von 185 m³/s für das 121,8 km² Größe umfassende Einzugsgebiet der Urslau festgelegt. Das bedeutet, dass der Gerinnequerschnitt im zentralen Ortsraum von Saalfelden von derzeit ca. 20 m² auf über 40 m² ausgebaut werden muss. Dementsprechend wurden beginnend von der Mündung in die Saalache bestehende Querwerke an der Urslau zurückgebaut und die Sohle auf ihr ursprüngliches Niveau abgesenkt. Bis zum zentralen Ortsbereich der Stadtgemeinde Saalfelden konnte dadurch eine Eintiefung auf bis zu 3,0 m unter das ursprüngliche Sohlniveau realisiert werden. Das derzeit vorhandene Bachlängsgefälle von 0,6 - 0,7 % wird beibehalten.

Der derzeit in Arbeit befindliche Bauabschnitt umfasst eine Länge von ca. 500 Meter. Durch die Eintiefung der Sohle sind umfangreiche Absicherungen an den bestehenden Uferschutz-einrichtungen durch Unterfangung bzw. Vorbau erforderlich. Eine besondere Herausforderung

bedeutet die Unterfangung der an der Uferkante befindlichen Gebäude. Diese sind zumeist direkt an die bestehenden Ufermauern angebaut bzw. unmittelbar auf den Mauern gegründet. Das älteste Objekt im in diesem Bereich ist ca. 500 Jahre alt.

Nach eingehender Prüfung der verfügbaren technischen Möglichkeiten wurde die Entscheidung zur Anwendung des Düsenstrahlverfahrens (DSV) gefasst. Dieses Verfahren reduziert Setzungen auf ein verträgliches Minimum und gewährleistet gleichzeitig keine wesentlichen Beeinträchtigungen bei Hochwasserführung.

Vorerkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse

Das Bauvorhaben befindet sich in den Talfurche der Urslau vor der Einmündung in das glazial geweitete Talbecken der Saalach bei Saalfelden (Salzburg). Die ca. 300 m breite Talfurche der Urslau wird seitlich von den etwa 15 - 25 m hohen Böschungen umgrenzt, an denen die Grundmoränen der letzten Eiszeit (Würm) ansteht, während die Talfurche der Urslau von den weit korngestuftem Wildbach- Murenschuttsedimenten verfüllt wurde.

Bereits im Planungsstadium wurden Bodenaufschlüsse als Rotationskernbohrungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie zur Feststellung der Grundwasserverhältnisse niedergebracht. Ziel dieser Bodenaufschlüsse war es die geologischen Homogenbereiche lage- und tiefenmäßig zu erkunden und aus den gewonnenen Bohrkernen die bodenmechanischen Parameter (Scherfestigkeit, Kohäsion und die Kornverteilung) zu ermitteln. Zudem wurden die Bodenaufschlüsse für die Erkundung der Tiefe des Grundwassers und der Aquifereigenschaften (Durchlässigkeit, Transmissivität) genutzt und als Grundwassermessstellen (Pegel) ausgebaut, welche eine Beobachtung des Grundwasserspiegels

ermöglichen. Für die ca. 500 m Länge umfassende Gerinnestrecke wurden insgesamt 10 Rotationskernbohrungen mit einer Endteufe zwischen 8 - 20 m abgeteuft.

Die Bohraufschlüsse im Trassenbereich des Baufeldes ergaben durchwegs eine Abfolge von kiesigen bis sandigen Ablagerungen; im unteren Gewässerabschnitt wurde auch die die Talfurche umrahmende Grundmoräne angetroffen. Eingelagerte, linsenförmige Schluffsande, welche als Stausedimente zu lokalen Seihwasserkörpern führen sowie ungünstigere bodenmechanische Eigenschaften aufweisen, wurden nur untergeordnet angetroffen.

Insgesamt zeigten die Aufschlüsse hinsichtlich der Eignung für die Herstellung von DSV-Säulen grundsätzlich günstige Eigenschaften und keine besonderen Auffälligkeiten. Die gewonnenen, technischen Bodenkennwerte konnten für die statische Dimensionierung der Einbauten verwendet werden. Es wurde festgestellt, dass die Grundmoräne grundsätzlich nicht rammbar ist und daher für die Herstellung der Wasserhaltung mittels Stahlspundwänden nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Neben der Durchführung von Erkundungsbohrungen empfiehlt sich im Vorfeld bei der Herstellung von Spundwänden die Durchführung von Proberammungen, um die tatsächlichen Eigenschaften des Untergrundes für den Einbau von Spundbohlen über längere Strecken feststellen zu können.

Die Grundwassermessungen zeigten eine deutliche Entkoppelung des Grundwasserkörpers von der Urslau, wobei die nicht gespannte Grundwasser Oberfläche deutlich unter jener der Vorflut Urslau liegt. Die Sohle der Urslau ist durch die laufende feinstoffreiche Geschiebeführung abgedichtet (kolmatiert). Im Zuge der Bautätigkeit wird die abgedichtete Sohle aufgerissen und es ist von einer verstärkten Grundwasserdotation auszuge-

hen. Es kann also im Zuge der Bautätigkeit zu vorübergehender Hebung des Grundwasserspiegels kommen. Durch die deutliche Entkoppelung des Grundwasserstandes von der Sohlage der Urslau war auch von keiner Schlechterstellung der anrainenden Wasserbezugsberechtigten (Grundwasserbrunnen) auszugehen, da die Grundwasseralimentierung vorzugsweise von der Kolmatierung des Gerinnes abhängt. Um dies zu verifizieren, werden Grundwasserbeobachtungen mittels Datensammlern durchgeführt.

Zur Beobachtung der hydrochemischen Eigenschaften des Wassers der Urslau wurde im Unterlauf eine pH-Messsonde eingebaut, um eine mögliche Alkalisierung in Folge der DSV-Arbeiten (Rücklauf suspension) feststellen zu können. Zudem werden an den bestehenden Wasserversorgungsanlagen (ausschließlich Nutzwasser für Kühl- und Heizzwecke) chemisch- physikalische Wasserproben entnommen und hinsichtlich der Veränderung der hydrogeochemischen Eigenschaften untersucht.

Wasserhaltung und Hochwasseralarmplan

Für die Durchführung der Baumaßnahmen sind umfangreiche Wasserhaltungen erforderlich. Wegen der Gefahr der Alkalisierung ist bei der Durchführung von DSV-Arbeiten eine Entkopplung vom wasserführenden Gerinne zwingend erforderlich. Die Konzeption der Wasserhaltung an der Urslau wurde von den nachfolgend genannten Vorbedingungen geleitet:

- Die Wasserhaltung muss innerhalb des vorhandenen Gerinnequerschnitts der Urslau realisiert werden.
- Auch bei stärkerer Wasserführung, also z.B. bei Auftreten von Schmelzwässern ist eine ausreichende Durchflusskapazität bzw. Dichtheit gegenüber dem abgespundeten Bereich erforderlich.

- Die Standfestigkeit der Anlage ist auch im Überlastfall bei Hochwasser und Flutung des gesamten Gerinnebereichs sicherzustellen.
- Möglichst hohe Unempfindlichkeit bei Wildholztransport.
- Möglichkeit zur Absenkung der Sohle.

Seit einigen Jahren werden in diesen Fällen Stahlspundwände eingesetzt, die in der Mitte des Gerinnes eingeschlagen werden. Die jeweils abgespundeten Bereiche sind für einen Arbeitsraum mit einer durchschnittlichen Breite von ca. 3,50 Meter konzipiert, um Platz für Bagger und Transportfahrzeuge für Aushub und Bedienung der Baustelle zu gewährleisten. Auf Grund der dichten Bebauung sind die Zugangsmöglichkeiten zur Baustelle begrenzt. Für den aktuellen Bauabschnitt sind knapp 10.000 m² Spundwände im Einsatz; die Rammtiefe in Bachmitte beträgt ca. 10 Meter.

Die besondere Herausforderung bei der Abwicklung der Baustelle liegt jeweils in der Aufrechterhaltung ausreichender Fließquerschnitte trotz Einengung des Flussbettes auf die Hälfte des ursprünglichen Maßes. Es ist daher erforderlich, die Unterfangungsarbeiten so zu steuern, dass mit Beginn der Schneeschmelze bzw. der Hochwassersaison durch die ohnehin beabsichtigte Absenkung der Sohle bereits Abflussquerschnitte partiell in jenem Maß zur Verfügung stehen, sodass keine wesentliche Verschlechterung in der Bauphase gegenüber dem ursprünglichen Zustand gegeben ist. Die obere und untere Abgrenzung der Wasserhaltung erfolgt jeweils mit Hilfe von Grobblechtafeln, die im Notfall rasch gezogen werden können.

In diesem Zusammenhang wurde in enger Abstimmung mit dem Hydrographischen Dienst Salzburg ein Hochwasseralarmplan erarbeitet. Ziel des Alarmplans ist die Aufrechterhaltung geordneter Abflussmöglichkeiten trotz eingeschränkter Abflussquerschnitte. Auf Basis

von gemessenen Echtzeitdaten, die ca. 4,6 km oberwasserseitig an einem eigens errichteten Pegel registriert werden, können ab einem vordefinierten Grenzwert Warnungen an die Baustellenverantwortlichen bzw. an die Freiwillige Feuerwehr von Saalfelden per SMS abgeben werden. Die Warngrenzen werden an den jeweils vorhandenen Durchflussquerschnitten und die zu erwartenden Abflussleistungen angepasst. Darüber hinaus ist das Einzugsgebiet der Urslau in das Hochwasservorhersagemodell Hydris II implementiert, das der Hydrographische Dienst für die Einzugsgebiete der Salzach und Saalach betreibt. Im Hochwasseralarmplan ist dementsprechend festgelegt, dass bei Überschreiten der

Warngrenze am Pegel primär die Hochwasserprognose an der Urslau abzufragen ist (während der Sommermonate ist eine Abfrage grundsätzlich rund um die Uhr möglich), um das weitere Vorgehen abschätzen zu können. Das Maßnahmenpaket des Hochwasseralarmplanes ist stufenartig aufgebaut. Es beginnt mit der Räumung der gefährdeten Baustellenbereiche bis hin zur Flutung der Baustelle. Grundsätzlich ist bei den Hochwasserprognosen zu berücksichtigen, dass kurze konvektive Starkniederschläge in ihrer Auswirkung kaum abgeschätzt werden können.

Im vergangenen Jahr war die Urslau auch durch das Hochwasser von 02.06.2013 betroffen. Lang anhaltende intensive Niederschläge in Ver-



Abb. 1: Hochwasserereignis am 2.6. 2013 im Bereich der Baustelle. Die Spundwand in der Bachmitte ist gerade noch sichtbar.

Fig. 1: Flood event on the 2nd June 2013 in the section of the construction site. The pile wall in the middle of the river cross-section is hardly visible.

bindung mit hoher Vorbefeuchtung führten zu einem Hochwasserabfluss von ca. 100 m³/s. Da die Hochwasservorhersagen wenige Stunden vorher eine Bandbreite zwischen 60 – 80 m³/s angaben, wurde der Hochwasseralarmplan aktiviert. Die Hochwasserwelle konnte ohne Schäden für Anlieger durch den Baustellenbereich durchgeschleust werden. Allerdings war es am Ortseingang von Saalfelden zu Hochwasseraustritten gekommen, sodass Teile des Ortszentrums geflutet wurden. Durch die frühe Vorwarnung konnten in enger Zusammenarbeit mit der Freiwilligen Feuerwehr und der Katastropheneinsatzstelle temporäre Hochwasserschutzmaßnahmen aktiviert werden, sodass ein Großteil der Hochwassermassen durch die Hauptstraße schadlos abgeführt werden konnte. Die Schäden an den angrenzenden Objekten waren gering.

Beweissicherungsmaßnahmen

Aufgrund der zu erwartenden Beeinträchtigungen im Nahbereich des Gerinnes in Folge von Erschütterungen bzw. Setzungen wurden umfangreiche Beweissicherungen an dort gelegenen Objekten vorgenommen. Die bautechnische Beweissicherung erfolgte durch optische Aufnahme der Ist-Situation durch digitale Fotografie bzw. digitale Videoaufnahmen und ergänzender textlicher Beschreibung. Weiters wurden an allen nahegelegenen Objekten im Fundamentbereich Messbolzen angebracht, um über ein Präzisionsnivelement Setzungsbewegungen feststellen zu können. Dabei wurden an jedem Gebäude drei Bolzen angebracht und zwar zwei Bolzen an der Gebäudekante parallel zur Flussrichtung und jeweils einer an der gegenüberliegenden Gebäudekante. Damit können dreidimensionale Setzungsbewegungen jedenfalls erfasst werden.

Während der gesamten Bauzeit, insbesondere bei erschütterungsintensiven Arbeiten, werden Erschütterungsmessungen durchgeführt. Die Messungen erfolgen auf Basis DIN 4150-3 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen), sowie DIN 45669-2 (Messungen von Schwingungsemissionen – Messverfahren). Die Messinstrumente wurden je nach Baufortschritt am nächstgelegenen Objekt im Fundamentbereich montiert. Die Ankoppelung der Geophone erfolgte durch Metalldübelverschraubungen im Fundament- bzw. Sockelmauerwerk der Anrainergebäude. Als Schwingungsaufnehmer kam ein Geophon mit einer 3D-Schwingungsgeschwindigkeitsaufnahmereinrichtung im Frequenzbereich von 1 - 315 Hz zur Anwendung. Als Grenzwert für die maximal zulässigen Erschütterungsemissionen wurde der Anhaltswert gemäß DIN 4150 Teil 3 mit $v_{\max} = 5,0$ mm/s Schwinggeschwindigkeit festgelegt. Bei Überschreitung einer festgelegten Warngrenzen $v = 2,0$ mm/s Schwinggeschwindigkeit wurden Erschütterungsemissionen dokumentiert und ein ausgewähltes Baustellenpersonal automatisch per SMS alarmiert. Damit konnte sichergestellt werden, dass bei erhöhter Schwingungsemission sofort reagiert werden konnte.

Bei den DSV-Unterfangungen wurden Setzungen im Ausmaß zwischen 3 - 10 (max. 20) mm registriert. Durch diese Setzungen aber auch durch die Erschütterungen bei Ramm- bzw. Ankerbohrarbeiten ist es zu Rissbildungen in Nachbarobjekten gekommen. Auffällige Rissbewegungen werden durch vor Ort angebrachte Spione beobachtet. Nach Fertigstellung der DSV-Unterfangung sind die Rissausweitungen weitgehend abgeklungen. Eine statisch nachteilige Beeinträchtigung von Nachbarobjekten bzw. Brücken war in keinem Fall zu verzeichnen. Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen werden Zug um Zug nach Baufortschritt die Anrainer schriftlich eingeladen, ihre

Objektschäden bekannt zu geben. Diese bekanntgegeben Schäden, und nur diese werden dann im Anschluss durch die beauftragte Firma zur Gebäudeweissicherung nachkontrolliert und die erfolgten Schäden im Detail bewertet. Die Bewertung der Schäden erfolgt in Anlehnung an die bei Gebäudeversicherungen üblicherweise angewendeten Verfahren unter Berücksichtigung der bisherigen Nutzungsdauer. Im Anschluss werden bei Vorliegen von Schädigungen Abschlusszahlungen mit den jeweiligen Objektbesitzern zu vereinbaren sein. Berücksichtigt werden dabei hauptsächlich Kosten für erforderliche Malerarbeiten, wobei die bislang erfolgte Abnutzung abzuziehen ist. Ob und wie weit eine Abdeckung durch die Baustellenhaftpflichtversicherung möglich ist, hängt insbesondere davon ab, ob es sich um vermeidbare Schäden gehandelt hat. Vorhersehbare und unvermeidbare Schäden sind jedenfalls nicht durch die Versicherung gedeckt und werden über die Baukosten abgedeckt.

Düsenstrahlverfahren (DSV)

Allgemeines

Das Düsenstrahlverfahren (DSV) hat sich für die Aufgabenstellung einer innerstädtischen Gerinneabsenkung quasi als Mittel der Wahl erwiesen. Für die oben beschriebene Unterfangung von Ufermauern, Gebäuden und Brückenwiderlagern bietet das Düsenstrahlverfahren gleich mehrere Vorteile:

- Der Unterfangungskörper wird bereits vor Beginn der Aushubarbeiten von oben hergestellt und ist somit bereits bei Beginn der Aushubarbeiten voll belastbar und statisch wirksam, so dass auch überraschend hereinbrechende Hochwasserereignisse während der Aushub-

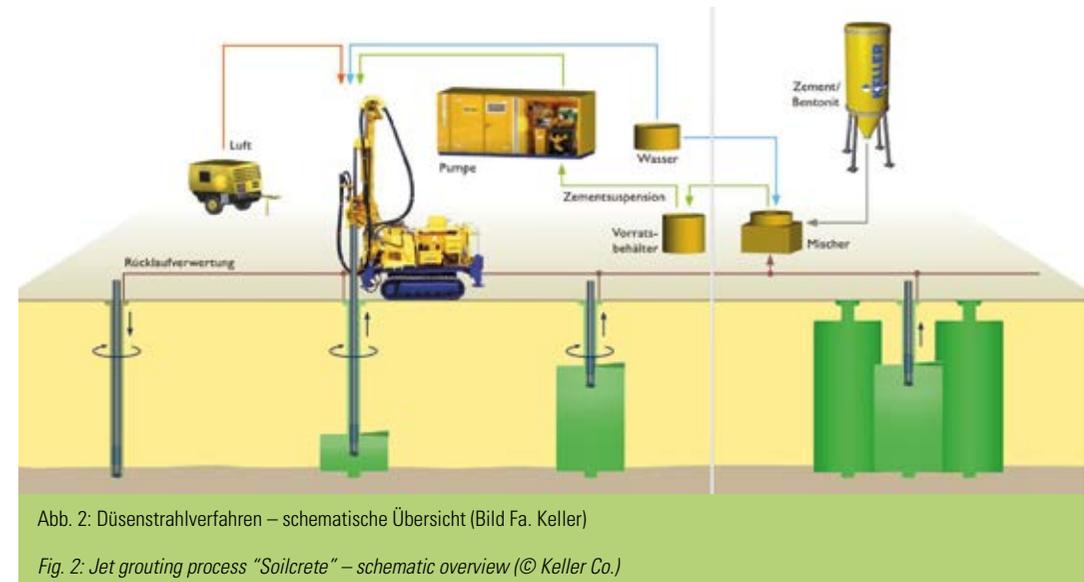
arbeiten zu keinen unkontrollierbaren Situationen führen können.

- In Kombination mit der hier ausgeführten Rückverankerung der Unterfangungskörper mittels vorgespannter Anker entsteht ein absolut steifes Unterfangungssystem, durch welches Setzungen an den anschließenden bzw. aufliegenden Bestandsbauwerken auf ein absolutes Minimum beschränkt werden können.

System

Das in der einschlägigen Normung als *Düsenstrahlverfahren (DSV)* bezeichnete Verfahren ist auch noch unter den nicht normativen Bezeichnungen *Hochdruck-Bodenvermörtelung (HDBV)* bzw. *Hochdruckinjektionsverfahren (HDI-Verfahren)* bekannt. Zur Herstellung eines DSV-Unterfangungskörpers wird zunächst eine Injektionslanze in den Boden lotrecht oder auch geneigt eingebohrt. Nach Erreichen der Endtiefe wird an der Spitze dieser Lanze unter hohem Druck (Drücke bis 600 bar, Austrittsgeschwindigkeit > 100 m/s) ins umgebende Erdreich injiziert. Der scharfe Strahl schneidet das anstehende Bodenmaterial auf und es erfolgt eine Durchmischung des anstehenden Bodens mit der Bindemittelsuspension, woraus mit dem anstehenden natürlichen Boden als Zuschlagsstoff ein betonartiger Körper entsteht.

Infolge einer kontinuierlichen Rotation der Lanze weist dieser betonartige Körper die Form eines Zylinders auf. Der Durchmesser dieser so hergestellten DSV-Säulen liegt je nach anstehendem Boden zwischen 1,0 m bis mehr als 2,50 m. Durch Überschneidung der einzelnen Säulen sowie durch wahlweise geneigte Herstellung der einzelnen Säulen können somit quaderartige Unterfangungskörper mit z.B. trapezförmigem



Querschnitt unter Fundamenten bzw. unter den Ufermauern hergestellt werden, wobei die erforderliche Querschnittsgeometrie durch die begleitenden statischen Bemessung festgelegt wird.

Die Festigkeitseigenschaften dieses betonartigen Unterfangungskörpers liegen in der Größenordnung von Magerbeton mit einer Druckfestigkeit von ca. 3,5 MN/m². Da von diesem Material keine Zugkräfte aufgenommen werden können, werden von den Unterfangungskörpern Biegebeanspruchungen nur in eingeschränktem Umfang - eben soweit die Biegezugspannungen durch Druckspannungen aus Eigengewicht bzw. Auflast überdrückt werden, aufgenommen. Deshalb sind meist Rückverankerungen des DSV-Unterfangungskörpers in zu mindestens einem bzw. auch mehreren Horizonten erforderlich.

Planung, statische Bemessung

Die erforderlichen Planungsleistungen für eine DSV-Unterfangung umfassen folgende Schritte:

1. Baugrunderkundung auf mindestens die doppelte Aushubtiefe einschließlich Erhe-

bung der Grundwasserverhältnisse. Erhebung des zu unterfangenden Bauteiles und der dahinter angrenzenden Bauwerke lage- und höhenmäßig.

2. Aufstellung aller auf den Unterfangungskörper einwirkenden Lasten aus Erddruck, Verkehrslasten sowie aus Nachbarbauwerken.
3. Statische Berechnung des erforderlichen Unterfangungsquerschnittes einschließlich allfällig erforderlicher Rückverankerungen.
4. In Regelschnitten ist sowohl der zu unterfangende Baukörper als auch der statisch erforderliche Unterfangungskörper einschließlich allfällig erforderlicher Rückverankerung darzustellen.
5. Meist von den ausführenden Spezialtiefbauunternehmen werden dann auf Grundlage oben beschriebener Regelquerschnitte Ausführungspläne erstellt, worin alle die für die Herstellung des Unterfangungskörpers notwendigen Injektionsbohrungen im Grundriss und Schnitten dargestellt werden.

Die Festlegung des statisch erforderlichen Unterfangungskörpers erfolgt mittels statischer Berech-

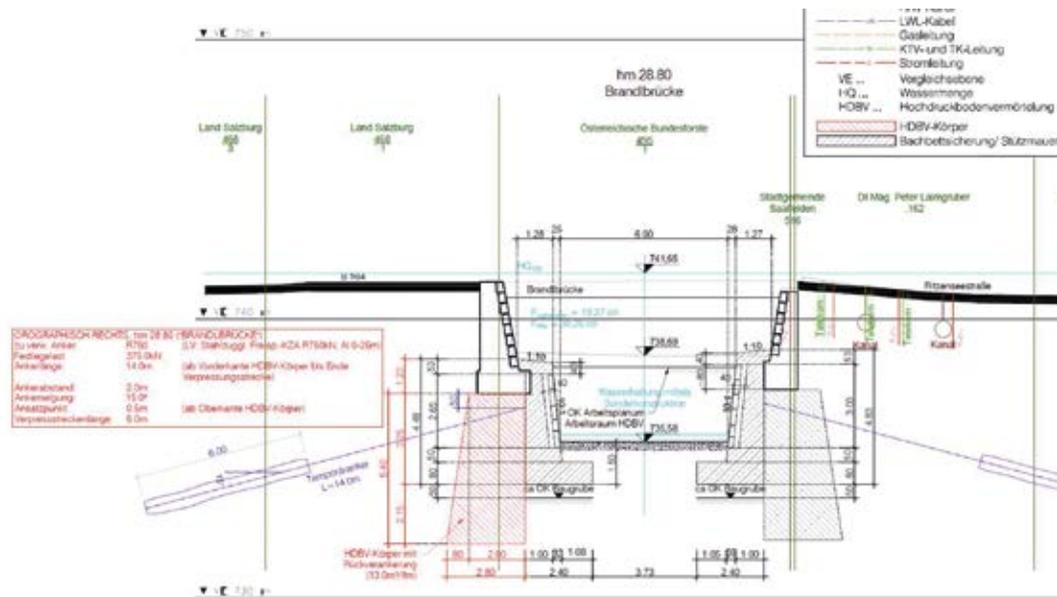


Abb. 3: Regelschnitt Bereich Brandlbrücke.

Fig. 3: Representative cross-section in the section at Bandl bridge.

nungen. Die Berechnungen werden am Modell einer Schwergewichtmauer geführt. Für den Unterfangungskörper ist nachzuweisen, dass in all seinen horizontalen Schnitten jeweils die Resultierende innerhalb der doppelten Kernweite liegt, da vom Unterfangungskörper keine Biegezugkräfte aufgenommen werden können. An der Sohle des Unterfangungskörpers sind die für Fundamentkörper üblichen Standsicherheitsnachweise für Kippen, Gleiten und Bodenpressungen zu führen. Aus den Berechnungen ergibt sich fallweise die Notwendigkeit einer Rückverankerung in einem oder auch mehreren Horizonten, wobei im Sinne einer Querschnittsoptimierung das Volumen des Unterfangungskörpers durch Anordnung mehrerer Anker reduziert werden kann bzw. bei Ausbildung eines mächtigeren Unterfangungskörpers auf Anker verzichtet werden kann.

Üblicherweise werden die Rückverankerungen mittels temporärer Anker ausgeführt

und die Aufnahme der Horizontallasten erfolgt im Endzustand über nachträglich noch vorge-setzte, als Stützmauer konstruierte Vorsatzschalen. Soweit aber die Rückverankerungen mittels dauerhaft korrosionsgeschützter Anker ausgeführt werden, kann auf statisch wirksame Vorsatzschalen verzichtet werden.

Vergabe

Aufgrund der für die Ausführung des Düsenstrahlverfahrens erforderlichen Hochtechnologie ist die Ausführung dieser Arbeiten in der Regel Spezialtiefbauunternehmen vorbehalten. Als Vorbereitung einer Vergabe dieser Leistungen an Spezialtiefbauunternehmen ist ein entsprechendes Leistungsverzeichnis zu erstellen, wofür entweder auf Positionen von diversen Musterleistungsbüchern, wie z.B. das Musterleistungsbuch der RVS oder der ÖBB-Infrastruktur AG zurückgegriffen werden kann. Alternativ können die Leistun-

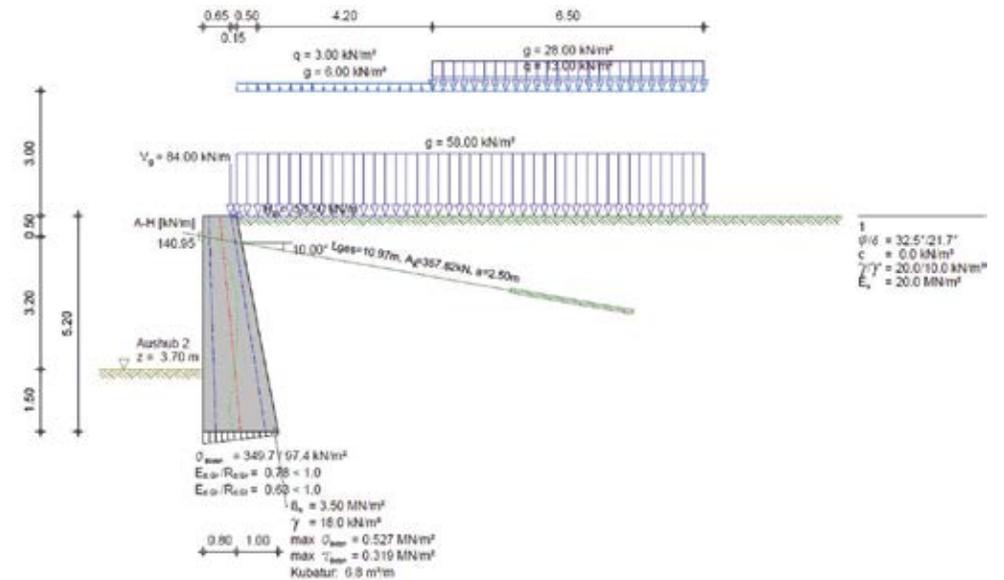


Abb. 4: Berechnungsschnitt Bereich „Foto Bauer“ (Grafik aus DC-Software) Lasten, Spannungen und Reaktionen am DSV Körper.

Fig. 4: Dimensioning cross-section in the section or „picture Bauer“ (graph from DC-software): weights, tension and reaction at the DSV-body.

gen auch mittels frei formulierter Positionstexte beschrieben werden. Durch das Leistungsverzeichnis sind folgende Arbeitsschritte zu erfassen:

1. Baustelleneinrichtung der DSV-Anlage und allfälliges Umsetzen der Anlage zwischen verschiedenen Baulosen, sowie allfällige Stilliegezeiten
2. Herstellung der DSV-Körper und allfällige Aufzahlungen dazu für Bohrschwernisse und allfällig beengte Platzverhältnisse
3. Vergütung Suspensionsverluste
4. Suspensionsabfuhr und Entsorgung
5. Abräsen der herstellungsbedingten Überkubaturen auf die statisch erforderliche Geometrie einschließlich Abtransport und Entsorgung.
6. Maßnahmen zur Qualitätssicherung: Kernbohrungen, Druckprüfungen, Verformungsmessungen, etc.

Bezüglich der Ausschreibung allfällig erforderlicher Ankerungsarbeiten, welche zweckmäßiger-

weise ebenfalls an Spezialtiefbauunternehmen übertragen werden, kann auf Positionen der Musterleistungsbücher zurückgegriffen werden.

Baustelleneinrichtung

Die Einteilung der Baustelle ist im Wesentlichen von den örtlichen Verhältnissen, von der Wahl des Düsenstrahlverfahrens und der Anwendung (Unterfangungen, Gründungen,...) abhängig. Somit ergeben sich eine Reihe von Zwangspunkten, die beachtet und eventuell mit anderen gleichzeitig laufenden Gewerken abgestimmt werden müssen. Außerdem sind die Platzverhältnisse (z.B. unter Brücken oder in Gebäuden) vor Beginn der Arbeiten genauestens abzuklären, damit die erforderlichen Geräte entsprechend der beengten Verhältnisse adaptiert werden können. Dies gilt vor allem für die Bohrgestänge, dass nach der zur Verfügung stehenden Bauhöhe angepasst bzw. gestückelt werden muss.

Zur Ausführung des Düsenstrahlverfahrens werden neben den allgemeinen Einrichtungen einer Baustelle wie Wasser- und Energieanschlüsse und wetterfesten Lager- und Aufstellflächen folgende Gerätschaften benötigt:

- Bohr- und Düsengerät (Lafette)
- Mischanlage für Zementsuspension
- Zement-Silos
- Suspensionspumpe bzw. Wasserpumpe
- Kompressor
- Bohr- und Düsengestänge
- Mess- und Registrierungseinrichtung
- Schlammpumpe für Rücklaufmaterial
- Zubehör wie Kabel, Schläuche und Leitungen

| Düsenstrahlarbeiten | | |
|---------------------|--|------------|
| Einheit | Position | Kosten |
| 1 Pa | Baustelleneinrichtung | € 10.000,- |
| 1 m ³ | DSV Körper herstellen | € 180,- |
| 1 m ³ | Aufzahlung für erschwerte Platzverhältnisse (z.B. unter Brücken, zwischen Spundwänden, etc.) | € 20,- |
| 1 m | Aufzahlung Bohrerschwernisse (z.B. durch Holz, Stahlbeton, BKL 6+7...) | € 40,- |
| 1 m ³ | DSV Körper (gemittelter Preis) | € 220,- |

| Rückverankerung mittels Spannanker | | |
|------------------------------------|--|----------|
| Einheit | Position | Kosten |
| 1 Pa | Baustelleneinrichtung | € 5500,- |
| 1 m | Spannanker (Mischpreis temporär / dauernd) | € 70,- |
| 1 m | Aufzahlung verrohrte Bohrung | € 15,- |
| 1 m | Aufzahlung für erschwerte Platzverhältnisse (z.B. unter Brücken, zwischen Spundwänden,...) | € 10,- |
| 1 Stk. | Spannankerköpfe | € 160,- |
| 1 kg | Spannankerverpressung (ca. 30kg/m Spannanker) | € 0,25 |
| 1 m | Spannanker (gemittelter Preis) | € 130,- |

Zusätzlich zu den erforderlichen Geräten sind auch Absetzbecken für die überschüssige Zementsuspension zu errichten und mit entsprechenden Zufahrtsmöglichkeiten auszustatten. Im Besonderen ist auf eine ausreichende Anzahl und entsprechende Situierung der Becken zu achten, um bei den notwendigen Entleerungen die Arbeiten nicht unterbrechen zu müssen.

Abrechnung und Preise

Kostenaufstellung auf Basis der durchgeführten Unterfangungsarbeiten an der Urslau Saalfelden (Bauabschnitt I&II – alles Netto Preise). Insgesamt wurden ca. 5.000 m³ DSV-Körper und knapp 2.900 lfm Litzenanker hergestellt:



Abb. 5: DSV-Unterfangung mit Spannanker an der Urslau

Fig. 5: Underpinning by jet grouting process with tensioning anchor in the torrent Urslau.

Für eine ca. 3,0 bis 3,5 m tiefe Unterfangung der Ufermauern war im gegenständlichen Beispiel ein ca. 8 m² großer Unterfangungskörper erforderlich, welcher im Abstand von ca. 2,0 m mit jeweils 12 m langen Anker rückverankert wurde. Als Kosten für Herstellung des Unterfangungskörpers einschließlich Ankerung ergaben sich beim gegenständlichen Beispiel Laufmeterkosten von ca. 2.500 € zuzüglich 20 % Mehrwertsteuer je Laufmeter Mauerwerksunterfangung je Bachseite. In diesen Kosten sind nicht berücksichtigt sind die Aushubarbeiten und die Herstellung der Vorsatzschalen bzw. Arbeiten zur Gerinnesicherung.

Qualitätssicherung

Bei der Ausführung von Düsenstrahlverfahren ist die ÖNORM EN 12716 anzuwenden. In dieser Norm sind Vorgaben für die Ausführung und Überwachung definiert. Gemäß dieser Norm sollten bei der Herstellung von Düsenstrahlelementen die Abmessungen sowie – wenn erforderlich – die mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Verformbarkeit, Durchlässigkeit, Dichte) aufgezeichnet werden.

Die Abmessungen der Düsenstrahlsäulen

wurden bei jedem Baulos vor Baubeginn anhand von Probesäulen ermittelt, um die erforderlichen Herstellparameter (Zieh- und Umdrehungsgeschwindigkeit, Druck, etc.) festzulegen. Für die Kontrolle des Säulendurchmessers wurden sogenannte Stangenpegel verwendet. Bei diesem Verfahren werden mehrere lackierte Pegelstangen in unterschiedlicher Entfernung vom Säulenzentrum vor Beginn der Düsarbeiten in den Boden eingebracht. Trifft nun der Düsstrahl während der Herstellphase auf eine Pegelstange, so wird die Farbe abgetragen. Nach Fertigstellung des Düsenstrahlkörpers werden die Pegel ausgebaut und der Farbabrieb überprüft. Dadurch erhält man eine gesicherte Information über die erzielte Reichweite.

Beim Bauabschnitt 2 wurden in den Pegelstangen Hydrophone (Schallpegelmessung) eingebaut. Erreichte der Düsstrahl die Stange, war ein eindeutiges akustisches Signal hörbar. Eine weitere Kontrolle der Säulendurchmesser erfolgte im Zuge der Aushubarbeiten. Einerseits durch Abmessen der einseitig freigelegten Säulen, andererseits beim Durchbohren der Säulen im Zuge der Ankerherstellung.

Durch die ausführende Firma erfolgte eine laufende Überwachung der Drücke und Durchflussraten sowie der Zieh- und Drehgeschwindigkeiten. Weiters wurde der Rückfluss laufend beobachtet. Ein fehlender Rücklauf ist ein Hinweis auf eine Verstopfung, was zum Aufbau hoher Drücke im Untergrund führen kann und eine akute Gefahr unkontrollierter Hebungen darstellt.

Da die hergestellten Düsenstrahlelemente in erster Linie eine statische Funktion haben, ist vor allem die Festigkeit der Säulen ein wichtiger Parameter. Es wurden daher zahlreiche Proben genommen - sowohl aus den fertigen Säulen mittels Kernbohrungen als auch Rückstellproben vom Rückfluss - und die Druckfestigkeit in einem Prüflabor bestimmt.



Abb. 6: Fertig gestellte Unterfangung mit vorgesetzter neuer Ufermauer (links im Bild); die gegenüberliegende Ufersicherung ist in Bau und wird als Doppelpprofil ausgebildet.

Fig. 6: Completed underpinning with new bank wall built in front (left picture); the opposite bank stabilization is under construction and designed in the form of a double profile.

Für vorgespannte Anker ist die ÖNORM EN 1537 als Ausführungsnorm anzuwenden sowie die ÖNORM B 1997-1, in der Hinweise zur Bemessung und Ankerprüfung angeführt sind. Gemäß ÖNORM B 1997-1 wurde bei jedem Vorspannanker eine Abnahmeprüfung durchgeführt. Bei einer Abnahmeprüfung wird der Anker in mindestens 3 Laststufen auf die Prüflast P_p angespannt und die Verformungen über einen Zeitraum von mindestens 5 min gemessen. Die Laststufen und

Beobachtungszeiten für die Prüfungen sind in der ÖNORM EN 1537:2000, Anhang E, definiert. Die Prüflast beträgt unter Berücksichtigung der Teilsicherheiten für die Einwirkungen (γ_G, γ_Q) und der Teilsicherheit für den Widerstand (γ_a) etwa das 1,5-fache der charakteristischen Ankerkraft. Mit den gemessenen Verformungen Δs wird das Kriechmaß für das Zeitintervall $\Delta t = t_2 - t_1$ berechnet werden: $k_s = \Delta s / \log(t_2 - t_1)$

Das Kriechmaß ist ein Maß für die zeitabhängige Zunahme der Verschiebung des Stahlzugglieds am Ankerkopf unter konstanter Ankerkraft. Gemäß ÖNORM B 1997-1 darf das Kriechmaß einen Wert von 2 mm nicht überschreiten, was bei allen Ankern eingehalten wurde.

Zusätzlich wird aus den gemessenen Dehnungen die rechnerische freie Stahllänge L_{app} ermittelt. Damit wird geprüft, ob der Ankerstahl sich bei dem gewählten Herstellverfahren und in dem vorliegenden Baugrund wie vorgesehen, d.h. innerhalb gewisser Grenzen, frei verformen kann. Liegt L_{app} unter der in der ÖNORM definierten Bandbreite, weist der Anker im Bereich der freien Ankerlänge eine zu große Reibung oder Haftung auf. Liegt L_{app} über dem Grenzwert, ist der Haftverbund zwischen Stahlzugglied und Verpreßkörper überbeansprucht und die Verankerungslänge L_{tb} muss entsprechend verlängert oder die Festlast reduziert werden.

An mindestens 3 Bauwerksankern ist gemäß ÖNORM eine Eignungsprüfung durchzuführen. Dabei wird der Anker in 5 Spannzyklen auf die Prüflast P_p gespannt. Bei der Prüflast wird die Verschiebung des Ankerkopfs mindestens 60 min lang gemessen und wiederum das Kriechmaß und die rechnerische freie Stahllänge ermittelt.

Insgesamt wurden auf der Baustelle 5 Eignungsprüfungen durchgeführt. Bei allen Prüfungen konnte die Tragfähigkeit nachgewiesen werden.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl.-Ing. Franz Anker
Ing. Thomas Köhlbichler
Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Pinzgau
Schmittstraße 16, 5700 Zell am See
franz.anker@die-wildbach.at

Dipl.-Ing. Gerald Haussteiner
BAUCON ZT GmbH
Schiliftstraße 3, 5700 Zell am See

Dipl.-Ing. Christian Oberndorfer
geo² zt gmbh
Almuferweg 8, A-5400 Hallein

JÖRG HENZINGER, MICHAEL POSCH, HUBERT AGERER, HARALD PÖLL

Geschiebesperre Stubenbach – Bemessung und Ausführung

Dam structure Stubenbach – design and construction

Zusammenfassung:

Aufgrund der schweren Unwetter Ende August 2005 mit der Folge der Vermurung des Siedlungsgebietes Stuben in der Gemeinde Pfunds/Tirol war es notwendig, den Stubenbach, einen nördlichen Zubringer des Inn, zu verbauen. Eine wesentliche Maßnahme zur Sicherung des Siedlungsgebietes war die Errichtung einer 30 m hohen Geschiebesperre in der Schluchtstrecke des Stubenbaches bei hm 22,6. Ausgeführt wurde eine Stahlbetonbogenmauer mit einer Kronenlänge von 45 m und einem Bogenradius von 35 m. Die Erschließung und die Errichtung der Mauer in einer steilen Schlucht gestalteten sich aufgrund der anspruchsvollen geologischen und morphologischen Verhältnisse kosten- und zeitintensiv, sie umfassten einen Zeitraum von 5 Jahren. Die Bauarbeiten wurden von den Mitarbeitern der Gebietsbauleitung Oberes Inntal ausgeführt. Die Geschiebesperre weist ein Retentionsvolumen von ca. 80.000 m³ auf und ermöglicht zusammen mit den anderen Verbauungsmaßnahmen am Stubenbach im Ortsgebiet von Pfunds einen wirksamen Schutz für das Siedlungsgebiet.

Stichwörter:

Stubenbach, Hochwasser 2005, Stahlbetonbogenmauer, Bauausführung

Abstract:

In August 2005 heavy storms led to mudflows in the area of Stuben in Pfunds/Tirol. It was necessary to construct effective protection measures at the Stubenbach, a northern tributary of the river Inn. In order to secure the populated area, a 30-metre-high arch dam structure was constructed in the gorge of the stream. For this purpose a reinforced concrete arch wall with a crown length of 45 m and an arc radius of 35 m was applied. The preparatory work and final construction of the dam were very difficult and time-consuming due to the steep topography of the gorge and the complex geological and morphological conditions. These factors led to high building expenses and construction works lasting 5 years. The construction work was carried out by members of the regional office in Imst of the Austrian Service of Torrent and Avalanche Control. The dam structure has a retention volume of 80,000 m³ and contributes to protect the populated area of Pfunds together with other protection measures along the Stubenbach.

Keywords:

Stuben torrent, Flood event 2005, reinforced concrete arch wall, construction

Einleitung

Am 22. und 23. August 2005 vermurte der Stubenbach weite Teile des Ortsgebietes Stuben der Gemeinde Pfunds in einem Ausmaß, welches vorher kaum vorstellbar war. Lang anhaltende und intensive Niederschläge lösten in den Einzugsgebieten der Rosanna, der Trisanna, des Lech und bei den nördlichen Zuflüssen des Inn oberhalb von Landeck massive Abflüsse mit einer Jährlichkeit > 100 und hohem Geschiebeanteil aus. Die Entsorgung des Murmaterials entlang des Stubenbaches im Ortsgebiet Stuben, Gemeinde Pfunds, ergab eine Geschiebemenge von ca. 50.000 m³. Wird zu dieser Menge noch das Geschiebe dazugezählt, welches der Inn abtransportiert hat, kann dem Ereignis eine aktivierte Geschiebemenge von 60.000 bis 70.000 m³ zugeordnet werden.

Der Ortsteil Stuben in der Gemeinde Pfunds liegt auf dem Schuttfächer des von Norden einströmenden Stubenbaches. Als Folge des Ereignisses vom 22. und 23. August 2005 wurden der Stubenbach und die seitlichen Einhänge im gesamten Einzugsgebiet dokumentiert. Ergebnis dieser Begutachtung war, dass besonders im Oberlauf des Stubenbaches bei extremen Niederschlägen auch in Zukunft vergleichbare Geschiebemengen aktiviert werden können, die im Siedlungsgebiet nicht durch das flacher verlaufende Gerinne auf dem Schuttkegel abtransportiert oder aufgefangen werden können. Eine Verbauung des Stubenbaches war somit erforderlich.

In den Jahren 2006 bis 2010 wurden umfangreiche Maßnahmen im Ortsgebiet Pfunds durchgeführt. Parallel zur Verbauung im Ortsgebiet erfolgten 2006 bis 2012 zuerst die Erschließung des Sperrenstandorts und nachfolgend der Bau der Bogensperre im Stubenbach. Seit Frühjahr 2013 ist die Sperre fertig gestellt.



Abb. 1: Vermurung von Pfunds am 22.08.2005

Fig. 1: Debris flow event in Pfunds on 22.08.2005

Verbauungskonzept

Ergebnis der Variantenuntersuchung durch den Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal war, dass im Wesentlichen zwei Verbauungsmaßnahmen zum Schutz des Pfundser Ortsteiles Stuben erforderlich waren:

- a) Die Sanierung des Unterlaufgerinnes mit Anordnung eines Geschiebeablagebeckens unmittelbar am Ausgang der Schluchtstrecke des Stubenbaches. Das Unterlaufgerinne wurde verbreitert, die Gerinneböschungen mit vermörtelten Grobsteinschichtungen gesichert. Das

Geschieberückhaltebecken am Ausgang der Schluchtstrecke fasst ein Geschiebevolumen von ca. 15.000 m³ und hat die Aufgabe, Geschiebe aus dem Mittellauf aufzunehmen.

- b) Die Errichtung einer Geschiebesperre am oberen Ende des Mittellaufes, direkt unterhalb des Zusammenflusses des Masnerbaches mit dem Pfundser Ochsenbergbach. Die Sperre wurde so angeordnet, dass Geschiebe in beiden Taleinschnitten abgelagert werden kann. Dadurch konnte mit einer Sperrenhöhe von ca. 30 m das geforderte Retentionsvolumen von ca. 80.000 m³ erreicht werden.

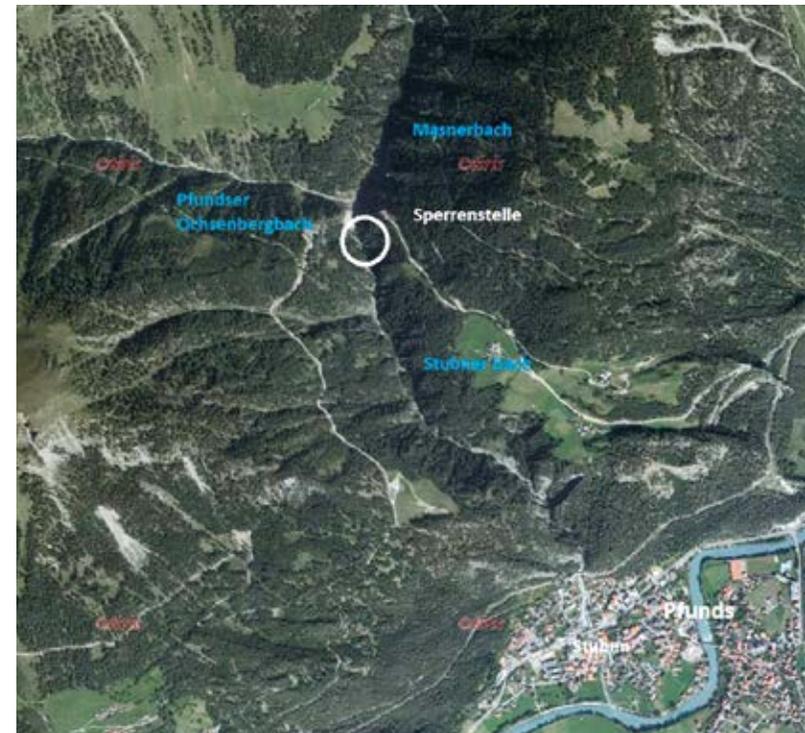


Abb. 2:
Einzugsgebiet des
Stubenbaches mit
Verbauungsmaßnahmen

Fig. 2:
Catchment of Stubenbach
torrent with construction
measures

Standortsituation, Erschließung

Der aus der Sicht der Geschieberetention geeignete Standort erwies sich für die Einbindung der Sperre in die Felswände der Schluchtstrecke als nicht einfach. Orografisch rechts gefährdeten mächtige überhängende und durch Klüfte aufgelockerte Felspakete die unterhalb liegende Sperre. Orografisch links kennzeichnete nur ein schmaler Felsrücken zwischen einer eingeschnittenen Erosionsrinne bachabwärts der Sperrenstelle und einer quer zur Tallinie verlaufenden Störung knapp oberhalb des Felsrückens die mögliche Sperrereinbindung.

Neben der noch zu gewährleistenden Arbeitssicherheit an der Sperrestelle bestand in der Erschließung der Sperre für die Errichtung und die möglicherweise erforderliche spätere Bewirtschaftung ein großes bautechnisches Problem. Von

einem bestehenden Almweg auf der orografisch linken Seite der steil eingeschnittenen Schlucht musste ein 1100 m langer Weg zur Hälfte in steiltes Felsgelände eingeschnitten werden. Massive Sicherungsmaßnahmen mit Felsankern und Betonstützpfählen waren erforderlich, um bis zur Sperrensohle, 135 m unterhalb der Abzweigung vom Almweg, gelangen zu können. Insgesamt war für die Errichtung der Zufahrt zum Sperrstandort eine Bauzeit von einem Jahr erforderlich, im Herbst 2010 waren die Arbeiten abgeschlossen.

Geologie

Morphologie

Der Sperrstandort befindet sich am oberen Ende der Schluchtstrecke des Stubenbaches. Beide Seiten der Schluchtstrecke werden vom Fels aufgebaut. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass

die Auflockerung der steil einfallenden Wände mit zunehmender Höhe ab dem Taltiefsten durch Entspannungsklüfte zunimmt. Der Talquerschnitt im Bereich der Sperre zeigt ein V-Profil mit Flankenneigungen von 50 bis 60°. Die unterste, jüngste Erosionsrinne ist u-förmig eingekerbt.

Geologischer Aufbau, Trennflächen

Der Felsuntergrund an der Sperrenstelle wird aus Kalkphylliten der nordpenninischen „Pfundser Zone“ aufgebaut. Die intensiv duktil gefalteten Gesteine streichen generell in E-W Richtung und damit quer zur Talrichtung. Die Flächen fallen überwiegend steil bis mittelsteil nach Norden ein. Die Schieferungsflächen sind geschlossen und erzeugen im Bereich der Sperre praktisch keine Schwächung des Gesteins.

Anders stellt sich die Situation bei den dominierenden, nach Ost und Nordost mit einem

Winkel von 50 bis 80° einfallenden Klüftflächen dar. Sie sind tektonischen Ursprungs und beeinflussen besonders in der orografisch rechten Talflanke, in der sie zum Teil böschungsparell ausbeissen, die Standsicherheit der oberflächennahen Felsböschung wesentlich. In der untersten, jüngst eingeschnittenen u-förmigen Kerbe sind diese Klüfte weitgehend geschlossen. In der orografisch rechten Flanke haben sich die Klüfte durch Entspannung bis in eine Tiefe von mehreren Metern geöffnet, abgebrochene Klüftkörper erzeugen unmittelbar flussaufwärts der Sperrenachse große überhängende, absturzgefährdete Felskörper. In der linken Flanke erzeugen die dort in den Berg einfallenden Klüftflächen kleine Felsabtreppungen. Entspannung findet auch in dieser Flanke durch Ausbildung oberflächennaher, maximal bis 3 m tief reichender, böschungspareller Entspannungsklüfte statt.

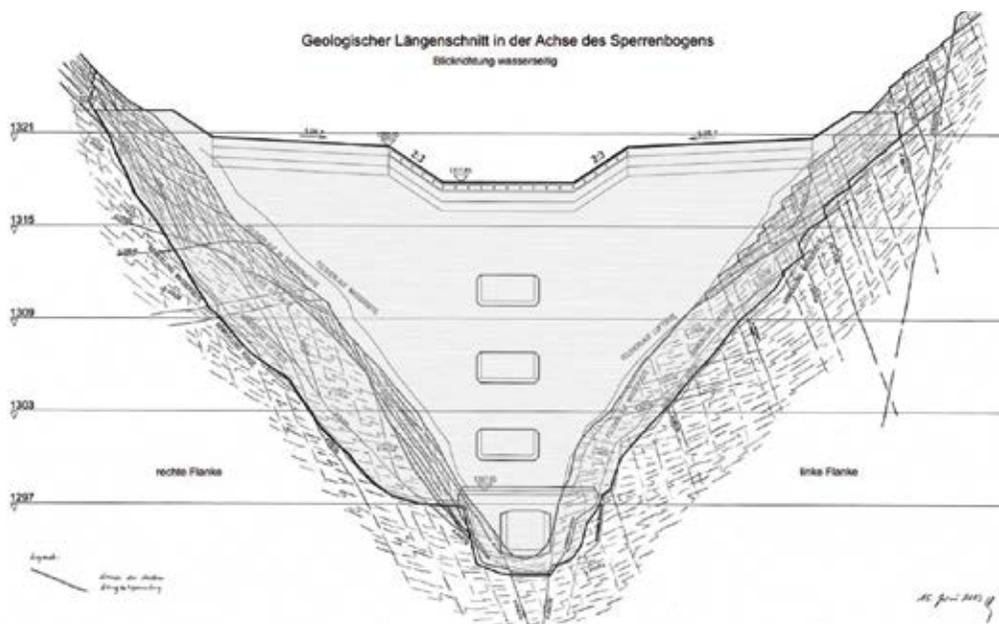


Abb. 3: Geologischer Schnitt durch Sperrenflanke (© Gerstner)

Fig. 3: Geological profile of the dam's edge (© Gerstner)

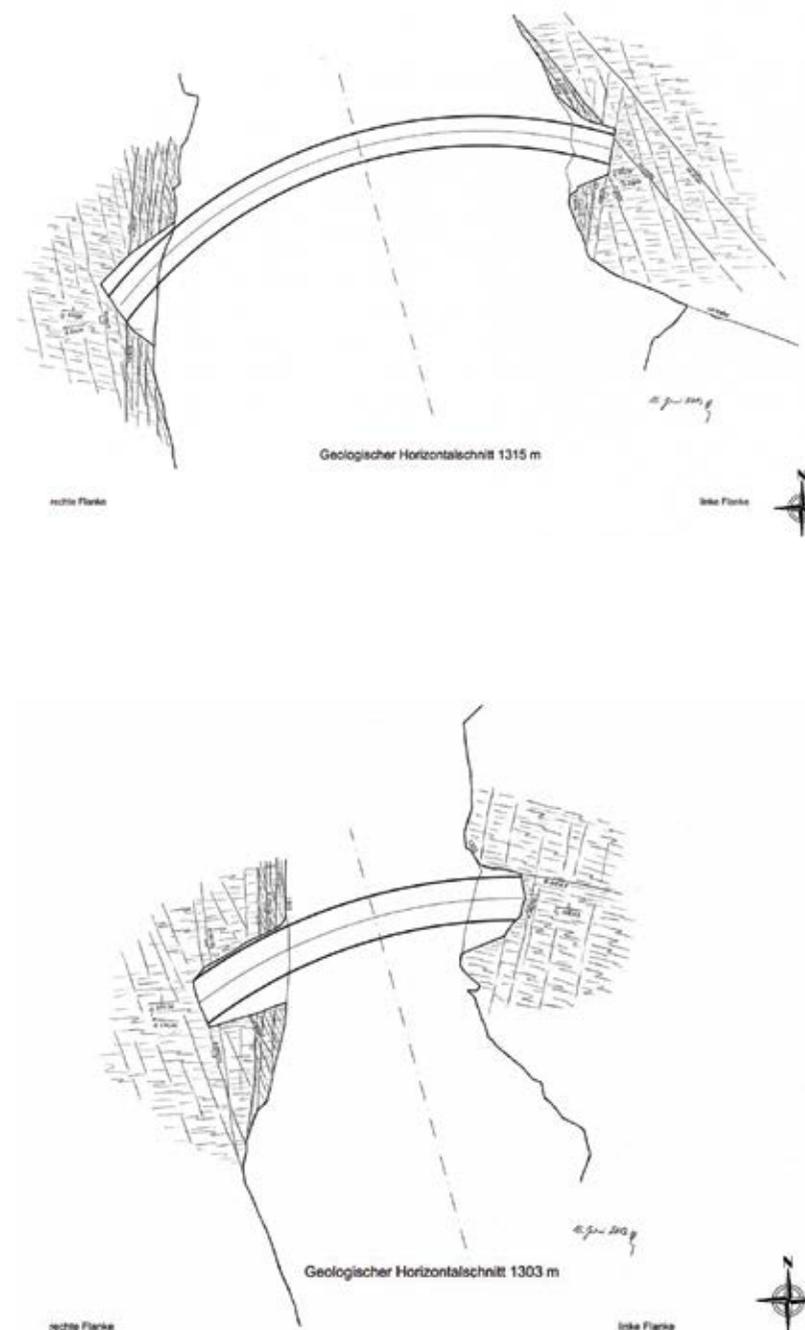


Abb. 4: Horizontalschnitt durch Sperre auf Höhe 1315 und 1303 (Gerstner)

Fig. 4: Horizontal cross section of the dam at an altitude of 1315 m and 1303 m (Gerstner)

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Kalkphyllite am Sperrenstandort bilden generell einen wenig durchlässigen Untergrund. Auch bei den tektonisch bedingten Trennflächen ist mit keinen großen Wasserwegigkeiten zu rechnen. Nur die offenen Entspannungsklüfte können als markant wassergängig bezeichnet werden. Die Sperre bindet unterhalb der offenen Entspannungsklüfte in den gering durchlässigen Fels ein, sodass auch bei einem hohen Wasserspiegel im Verlandungskörper oder einem temporär hohen Wasserspiegel durch Verklausung der Sperrenöffnungen nicht mit wesentlichen Wasseraustritten an der Luftseite zu rechnen ist. In der orografisch rechten Flanke talseitig der Sperre wurden örtlich Bohrungen zur Entspannung von Klüften hergestellt, in der linken Flanke waren aufgrund des kompakten Gesteins keine Bohrungen erforderlich.



Abb. 5:
Überhängende Felskörper

Fig. 5:
Craning rock bodies

Baugeologische Bedingung

Die wesentliche baugeologische Forderung betraf natürlich die Einbindung der Sperrenwiderlager in den kompakten, nicht durch Entspannungsklüfte aufgelockerten Fels. Dies erforderte besonders orografisch rechts im mittleren Abschnitt der Sperre eine tiefe Einbindung in den Fels. Die oberflächennahen, durch die hangparallelen Klufflächen abgetrennten Felspakete konnten keine Widerlagerkräfte aufnehmen. Diese tiefe Einbindung erforderte eine hohe Sprenggenauigkeit mit der Bedingung, durch die Sprengarbeiten die tektonisch vorgezeichneten Klufflächen nicht aufzulockern.

Stabilität der Flanken, Arbeitnehmersicherheit

Durch die ausgeprägten Entlastungsklüfte im mittleren und oberen Bereich der orografisch rechten Flanke haben sich an den exponierten Steilstufen

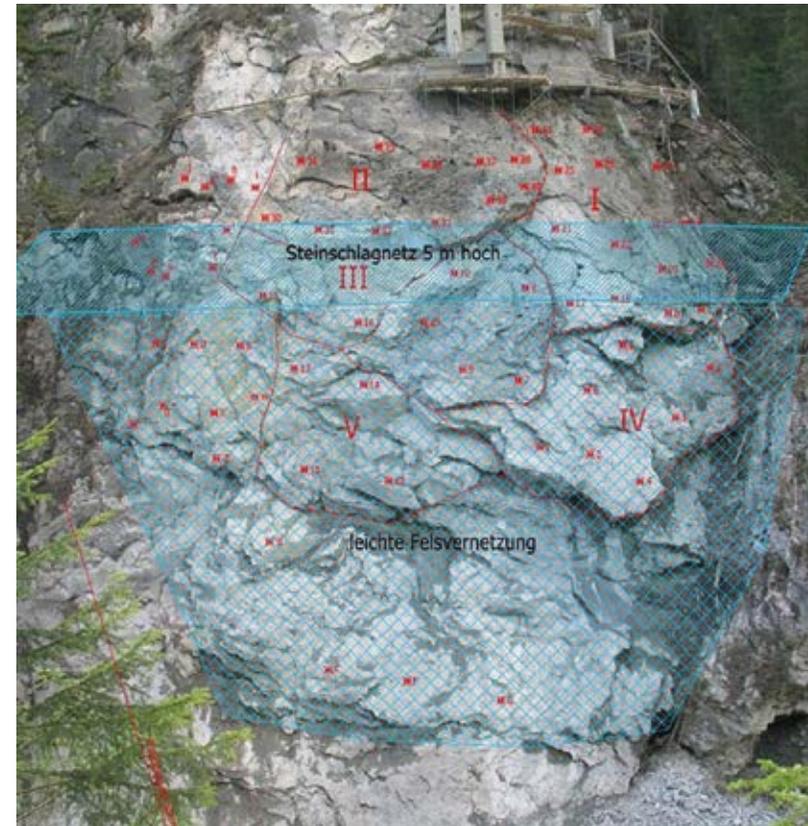


Abb. 6:
Sicherungsmaßnahmen an der Felswand

Fig. 6: Protection measures on the rock face

markante Auflockerungen und Überhänge gebildet. Aufgrund der ungünstigen, aus dem Hang fallenden Klüfte bestand die Gefahr, dass sich Gesteinsplatten mit einer Größe von mehreren 10er-Kubikmetern lösen. Nicht nur für den Bau, sondern auch für den Bestand der Sperre waren umfangreiche Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Dies galt im Wesentlichen auch für die linke Flanke oberhalb der Sperrenkrone. Ein durch Trennflächen losgelöster Felskörper im Ausmaß von ca. 1000 m³ musste zu Gänze abgetragen werden.

Die Abräum- und Sicherungsarbeiten in den Flanken umfassten einen Zeitraum von einem Jahr. Insgesamt wurden folgende Maßnahmen zur Sicherung der Bauarbeiten und der Sperre gesetzt:

- 3.000 m³ Felsabtrag mittels Sprengung
- mehrere Stützpfeiler aus Stahlbeton
- 1.800 m² Steinschlagnetze
- 2.000 m Felsnägel

Wahl des Sperrentypes, Sperrendaten

Sperrentyp

Der Tradition einiger hoher Geschiebesperren folgend, die in den Jahren 1950 bis 1970 beim Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung in Tirol mit Erfolg gebaut wur-

den (z.B. Gspansperre - Zirl, Sperre Öxlbach – Schlitters usw.) und aufgrund der Situation, in einer Schluchtstrecke eine hohe Sperre errichten zu müssen, fiel die Wahl auf eine Bogensperre. Natürlich wurde der heute gültige Stand der Technik berücksichtigt. Die wesentlichen Randbedingungen für die Planung waren:

- Höhe der Sperre ca. 30 m, Geschieberetention ca. 80.000 m³
- Vier große Öffnungen in der Sperrenachse
- Wahl eines Bogenradius, der einerseits eine ausreichend tief in die Flanken reichende Einbindung ermöglicht und andererseits keine großen zusätzlichen Abträge in den Flanken oberwasserseitig der Sperre erfordert (Folge wäre Unterschneidung von Klufflächen)
- Geschiebeabsturz über die Dolen bzw. über die Abflusssektion darf an der Luftseite der Sperre keine Schäden an der Sperrenmauer erzeugen
- Möglichst einfache Schalungsgeometrie

Besonders die Funktion als Geschiebesperre (eine Wasserretention war nicht geplant) erforderte eine Bogenmauer in Form einer Zylinderschale trotz der für diesen Mauertyp ungünstigen V-Form der Schlucht. Eine beidseitig gekrümmte Mauer hätte bei verbesserter Lastabtragung unweigerlich zur Beschädigung (Erosion) des Mauerfußes durch den Geschiebeabsturz geführt. Eine Gleichwinkelmauer war nicht geeignet, da es bei der konkreten geologischen Situation nicht möglich war, mit nach unten abnehmendem Sperrenradius mit der Aufstandsfläche des Bogens unter die aufgelockerten Felsbereiche zu gelangen. Auch bei der Gleichwinkelmauer konnte aufgrund der V-Form des Tales und der

breiten Abflusssektion nicht ausgeschlossen werden, dass Geschiebe die Sperrenmauer beeinträchtigt.

Die Frage, ob die Mauer aus Stahlbeton oder als reine Betonmauer ausgeführt werden sollte, wurde mehrfach diskutiert. Folgende Punkte erforderten die Bewehrung der Bogenmauer:

- Plattenwirkung im untersten Drittel der Mauer oberhalb der Betonplombe
- Höhere Belastung einer Geschiebesperre als bei einem reinen Wasserspeicher (ca. 1,5 fache resultierende Belastung) und damit hohe Querkraftübertragung im Bereich der Einbindung
- Massive Schwächung des Mauerquerschnittes im Bereich der Öffnungen (Dolen)
- Mögliche asymmetrische Belastung der Sperre durch einen einseitigen selbständigen Abtrag des Geschiebes (Selbstbewirtschaftung der Sperre)
- Verteilung der Widerlagerlasten auf eine größere Höhe bei einem örtlichen Versagen eines Felskörpers

Bereits die ersten FE-Berechnungen haben gezeigt, dass die unterste, u-förmige Taleinkerbung mit einer Höhe von ca. 6 m und einer Breite von ca. 8 m ein ungünstiges Tragverhalten des Schalentragerwerkes im untersten Bereich bewirkt. Durch die Trennung des eigentlichen Schalentragerwerkes von der schmalen Einkerbung, die als Betonplombe mit Grunddole ausgebildet wurde, konnte eine harmonische Geometrie der Schale erreicht werden. Die Lastübertragung der Schale auf die Plombe erfolgt durch einen Versatz im Sinne einer Konsole. Die Plombe nutzt zur Lastabtragung die natürlich vorhandenen Kolke der Talkerbe.

| Sperrendaten | |
|--|--|
| Absoluthöhe Abflusssektion: | 1.317,85 m |
| Absoluthöhe Sperrenflügel: | 1.322,45 m |
| OK Betonplombe in Sperrenachse: | 1.298,10 m |
| Absoluthöhe Bachbett (Felssohle): | 1.292,61 m |
| Gesamthöhe der Sperre inkl. Plombe bis Flügeleinbindung in Fels: | 29,84 m |
| Höhe der Sperre bis Abflusssektion: (inkl. Plombe): | 25,24 m |
| Kronenlänge inkl. Einbindungen: | 48,55 m |
| Neigung Krone im Bereich der Flügel: | 5 % |
| Sperrenradius in Achse: | 34,45 m - 35 m (Achse geneigt) |
| Stich auf Höhe Abflusssektion: | 7,19 m |
| Verhältnis l/f auf Höhe OK Abflusssekt.: | $l/f = 42,51/7,19 = 5,92$ |
| Stich ca. in Sperrenmitte Höhe 1.308 m: | 3,27 m |
| Verhältnis l/f auf Höhe 1.308 m: | $l/f = 29,48/3,27 = 9,02$ |
| Mauerstärke an der Krone: | 2,11 m auf Höhe 1.317,85 m |
| Stärke Sperre bei Betonplombe: | 3,10 m |
| Stärke Betonplombe: | 3,80 m |
| Neigung Luftseite: | 20:1 (87,1°) |
| Neigung Wasserseite: | vertikal |
| Neigung Sperrenachse: | 40:1 (88,6°) |
| Dolengröße: | 3,40 m (Breite) x 1,70 m (Höhe) |
| Breite Abflusssektion: | 8,50 m |
| Gesamtkubatur Schalentragerwerk: | ca. 1.850 m ³ (ohne Betonplombe) |
| Kubatur Betonplombe: | ca. 120 m ³ (Durchlass abgezogen) |

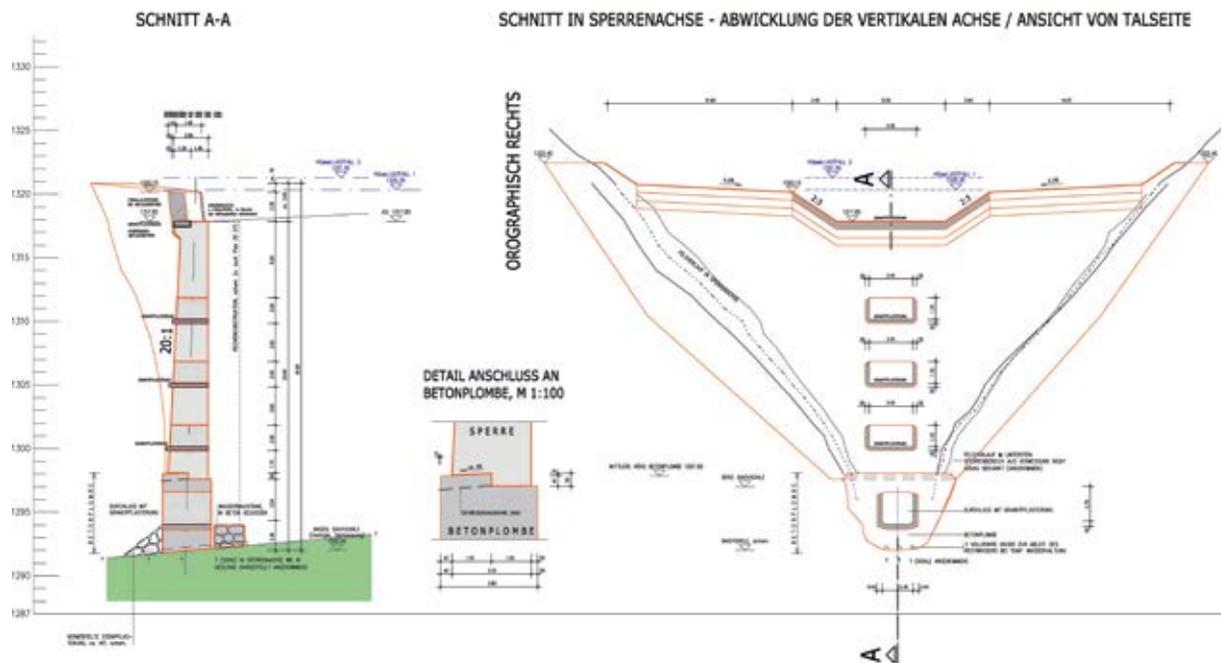


Abb. 7: Sperrenquerschnitt und Ansicht

Fig. 7: Cross section and top view of the dam

Standsicherheitsnachweise, Nachweiskonzept, Einwirkungen

Die Projektierung der Sperre Stubenbach erfolgte primär auf der Grundlage der DIN 19700, da für den Zeitraum der Projektierung keine zutreffendere deutschsprachige Richtlinie vorlag¹. Für das Sperrenbauwerk und den Untergrund werden in der DIN 19700-11 „Talsperren“ Gesamtsicherheitsbeiwerte angegeben, wobei die Anwendung des Nachweiskonzeptes mit Teilsicherheitsbeiwerten auch zugelassen wird. Im Fall der Anwendung des Konzeptes der Teilsicherheitsbeiwerte müssen laut DIN 19700-11 die entsprechenden Nachweisverfahren ein Sicherheitsniveau erreichen, welches dem in der DIN 19700-11 angegebenen Sicherheitsniveau gleichwertig ist.

¹ Die einschlägigen Teile der ONR 24800-Serie (siehe Beitrag in diesem Heft) wurden erst im Jahr 2009 – 2012 in Kraft gesetzt.

| Tragsicherheitsnachweise für | Gesamtsicherheitsbeiwerte γ in Bemessungssituation (BS) | | |
|--|--|-------|--------|
| | BS I | BS II | BS III |
| Hauptdruckspannungen bei unbewehrtem Beton, Bruchsteinmauerwerk und Fels | 2,1 | 1,7 | 1,2 |
| Gleitsicherheit in der Sohlfuge und in Bauwerksfugen | 1,5 | 1,3 | 1,2 |
| Gleitsicherheit bei Trennflächen im Fels | 2,0 | 1,5 | 1,2 |

Abb. 1: Erforderliche Gesamtsicherheitsbeiwerte laut Tabelle 5, DIN 19700-11

Fig. 1: Required total safety coefficient, according to table 5, DIN 19700-11

Gewähltes Nachweiskonzept:

- Absperrbauwerk (Stahlbetonsperre): Nachweiskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten im Sinne der ÖN EN 1992-1-1
- Untergrund (felsmechanische Nachweise): Nachweiskonzept mit Gesamtsicherheitsbeiwerten nach DIN 19700-11

Die Nachweise wurden für die maßgebenden (ungünstigsten) Lastfälle (Einwirkungskombinationen) bzw. für die Bereiche mit der offensichtlich größten Beanspruchung geführt. Laut DIN 19700-11 werden 3 Lastfälle (Einwirkungskombinationen) unterschieden. Die Einwirkungen wurden den Lastfallgruppen wie folgt zugeordnet.

Gruppe 1: Ständige oder häufig wiederkehrende Einwirkungen

- Eigenlast (Stahlbetonsperre)
- Langfristige Temperatureinwirkung
- Kriechen und Schwinden des Betons
- Erddruck (für das ungünstigste, ständig oder häufig wiederkehrende Verlandungsniveau der Verlandung bis Abflusssektion = 1.317,85 m; $E = 0,5 E_a + 0,5 E_o$)
- Wasserdruck für den Abfluss eines HQ_{150} (Energienlinie Wasser auf 1.320,35 m)
- Asymmetrische Belastung durch unterschiedliche Verlandung
- Auftrieb

Gruppe 2: Seltene oder zeitlich begrenzte Einwirkungen

- Betriebserdbeben OBE
- Wasserdruck für den Abfluss eines HQ_{5000} (Energienlinie Wasser auf 1.321,30 m)

Gruppe 3: Außergewöhnliche Einwirkungen

- Seltene Temperatureinwirkung
- Maximal denkbare Erdbeben MCE

Berechnungsmodell

Die Berechnung des Sperrenbauwerkes wurde mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode mit dem Programmsystem z-soil 9.15 ® durchgeführt. Die Ermittlung der Lagerkräfte erfolgte am FE-Modell aus Kontinuums-elementen, die der Schnittgrößen an einem FE-Modell aus Schalenelementen. Die Schalenelemente des Flächentragwerks werden von Kontinuums-elementen umschlossen.

In den Auflagerfugen, das heißt zwischen den Kontinuums-elementen und den infiniten Elementen des Untergrundes, sind Kontaktelemente zur Modellierung der Kraftübertragung zwischen zwei Körpern angeordnet. Diese Kontaktelemente ermöglichen

- bei Zugbeanspruchungen normal zur Kontaktfuge ein Ablösen bzw. Abheben der Sperre in der Fuge
- bei Druckbeanspruchungen normal zur Kontaktfuge eine Kraftübertragung über Druck und Schub. Der Schub ist begrenzt durch die Coulomb'schen Bruchparameter (Kohäsion, Reibungswinkel). Dies erfolgt durch ein elastoplastisches Reibungsmodell mit Separierung der Kontaktflächen.

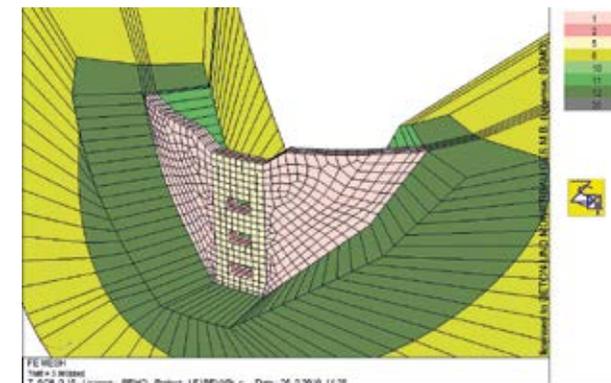


Abb. 8: 3D-Ansicht des Kontinuumsmodells, Ansicht von der Wasserseite

Fig. 8: 3D view of the continuum model, view from inside the retention area

Bemessung Stahlbetontragwerk

Der Bemessung des Sperrentragwerks liegen im Wesentlichen die ÖN EN 1992-1-1 samt NAD ÖN B 1992-1-1 und die ONR 24802 zugrunde. Wesentliche Bedingungen für die Bemessung und Bewehrung waren:

- Beton der Festigkeitsklasse 20/25(90)
- Außenliegende Bewehrung, Grundraster der Bewehrung 20 x 20 cm
- Innenliegende Bewehrung horizontal und vertikal mit Stäben ϕ 30/60 cm in einer bzw. 2 Ebenen
- Betondeckung 5 cm
- 32 Betonierabschnitte, Randabschnitte eilen innenliegenden Abschnitten voraus, um Schwindverkürzung der Randabschnitte möglichst ohne Behinderung zu ermöglichen
- Versatz zwischen Betonplombe und Sperre wird im Sinne einer Konsole bemessen und bewehrt
- Mindestbewehrung laut ONR 24802, Tabelle 18
- Der Nachweis der Querkraft wird für den Wert im Abstand d vom Auflagerrand (Normalabstand) geführt. Die für diese Stelle ermittelte Bewehrung wurde bis zur Sperrensohle geführt.
- Für den Wasserdruck in Rissbildungen wurde eine zusätzliche Bewehrung entsprechend der Angaben in DIN 19702, Punkt 4.5.2.1.2, angeordnet.

Insgesamt ergab sich für die Sperre ein gemittelter Bewehrungsgehalt von 70 kg/m^3 .

Felsmechanische Nachweise

Die Nachweisführung erfolgte einerseits für den Grundbruch an ungünstigen Bruchflächen und andererseits für zulässige Felsspannung in der

Auflagerfläche. Grundlage des Nachweises waren die charakteristischen Widerlagerkräfte aus maßgebenden Einwirkungskombinationen. Die globalen Sicherheiten laut Tabelle 5, DIN 19700-11, wurden eingehalten.

Die charakteristischen Kennwerte für den Fels wurden auf der Grundlage der Einschätzung des Projektgeologen und der felsmechanischen Versuche festgelegt.

Charakteristische Gebirgskennwerte (Mohr-Coulomb):

| | |
|--|--|
| Reibungswinkel Gebirge: | $\phi = 35^\circ$ |
| Kohäsion Gebirge: | $c = 3 \text{ MPa} = 3.000 \text{ kN/m}^2$ |
| dazugehörige einaxiale Druckfestigkeit: (Versuchswert Gestein i.M. 54 MN/m^2) | ca. 12 MN/m^2 |

Charakteristische Kennwerte für geschlossene, raue, unebene Trennflächen (Mohr-Coulomb):

| | |
|---|---|
| Reibungswinkel Gebirge: | $\phi = 25^\circ$ |
| Kohäsion Gebirge: | $c = 1 \text{ MPa} = 1.000 \text{ kN/m}^2$ |
| dazugehörige einaxiale Druckfestigkeit: | ca. $6.000 \text{ kN/m}^2 = 6 \text{ MN/m}^2$ |

Betontechnologie

Erste Überlegungen zum Betonierablauf zur Errichtung der Sperre ergaben, dass aufgrund der schwierigen Geländeverhältnisse und der vergleichsweise geringen Betonkubatur das Betonieren der Sperre mittels Kübel und Seilkran aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten kaum möglich ist. Auf der Grundlage des betontechnologischen Berichtes zur Einreichung wurde ein Pumpbeton der Betonsorte BS1B entsprechend der Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen 2009"

der Güteklasse C20/25 (90)/GK32/F45 mit einem Zement CEM I 42,5 C3A-frei ausgeschrieben.

Der Beton konnte mit einer starken Betonpumpe problemlos eingebaut werden. Wie die Überwachung der Betonierarbeiten entsprechend ÖVBB-Richtlinie „Weiße Wannen“ zeigte, wurden die geforderte Einbautemperatur von 22°C und die max. zulässige Temperaturerhöhung im eingebauten Beton von 17°C nicht überschritten. Das fertige Stahlbetonbauwerk zeigte weder in den Betonierfugen noch in den Betonierabschnitten Rissbildungen.

Errichtung der Sperre

Widerlagereinkerbungen in den Fels

Die baugelogeische Forderung, dass die Sperre im kompakten Fels zu gründen war, erforderte eine tiefe Einkerbung in die rechte und linke Flanke. Erste Sprengversuche haben gezeigt, dass nur durch die seitliche Verdübelung des Festgesteins mit 6 und 9 m langen Ankern und durch besonders schonendes Sprengen in mehreren Abschlügen von unten nach oben fortlaufend die Widerlagernische ohne wesentliche Störung der seitlichen

Grabenwände hergestellt werden konnte. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die fertig gestellte rechte und linke Auflagerkerbe. Aufgrund der räumlichen Darstellung der Abtragkerbe und der Angabe der jeweiligen Bohrtiefe und Bohrneigung durch den Vermesser war es möglich, die Kerbe ohne große seitliche Nachbrüche herzustellen. Insgesamt war ein Felsabtrag von 840 m^3 zur Herstellung der Widerlagernischen erforderlich.

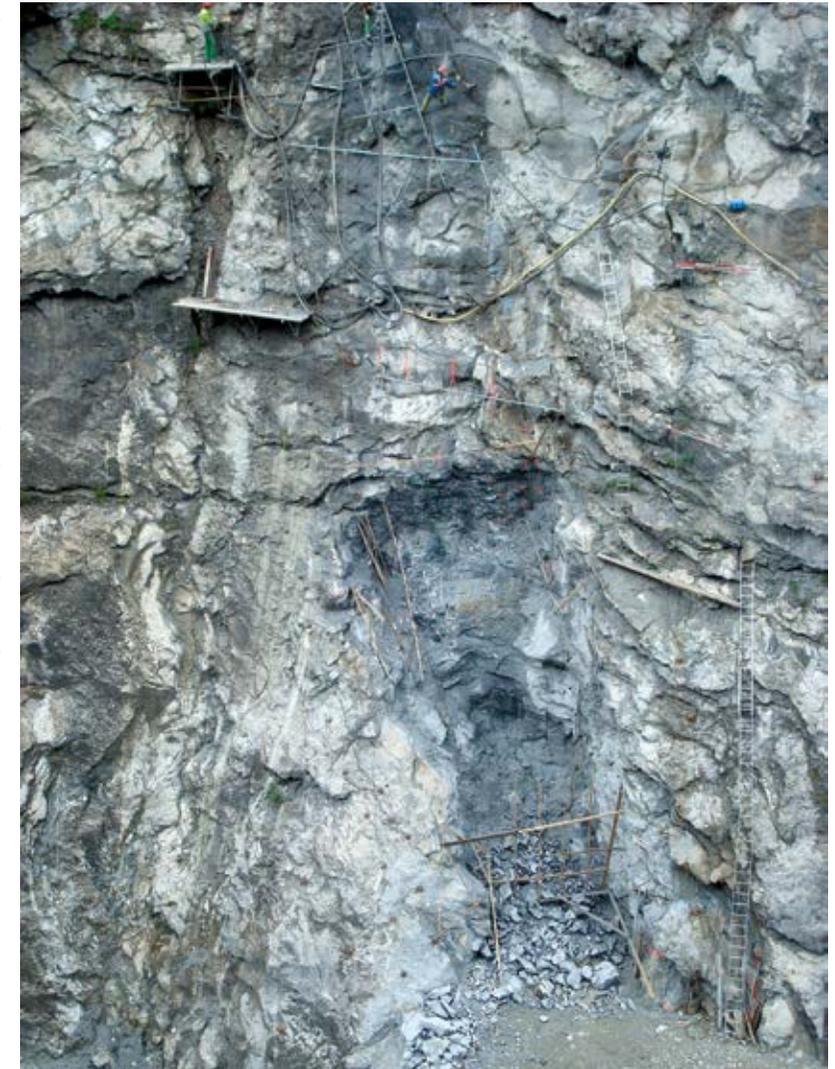


Abb. 9: Sprengabtrag rechte Widerlagernische

Fig. 9: Excavation right abutment niche



Abb. 10: Linke Widerlagernische

Fig. 10: Left abutment niche

Betonplombe

Im Herbst 2011 wurde bei Niederwasser die Betonplombe mit einer Kubatur von 120 m³ Beton hergestellt. Aufgrund der rauen Seiten- und Sohlfläche war eine geringe Einbindung in den Fels ausreichend.

Sperre

Die Sperre mit einer Betonkubatur von 1850 m³ wurde bis zur Abflussektion im Jahr 2012

errichtet. Die Betonierarbeiten erfolgten in 32 Abschnitten in der Form, dass die seitlichen Betonierabschnitte den zentralen Abschnitt zwei Abschnittshöhen vorseilten. Betonmengen von 10 m³ bis 110 m³ waren je Abschnitt erforderlich, die Schalungsplanung erarbeitete die Firma DOKA, Zirl. Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Betonier- und Schalungsarbeiten.

Im September 2012 verzögerte ein Hochwasserereignis die Betonierarbeiten kurzfristig. Die halbfertige Sperre war bis zur zweiten Dole eingemurt, der Kran und der Stiegenturm waren beschädigt.



Abb. 11: Wasserseitige Ansicht Betonier- und Schalungsarbeiten

Fig. 11: Upstream view of the concrete and formwork construction process

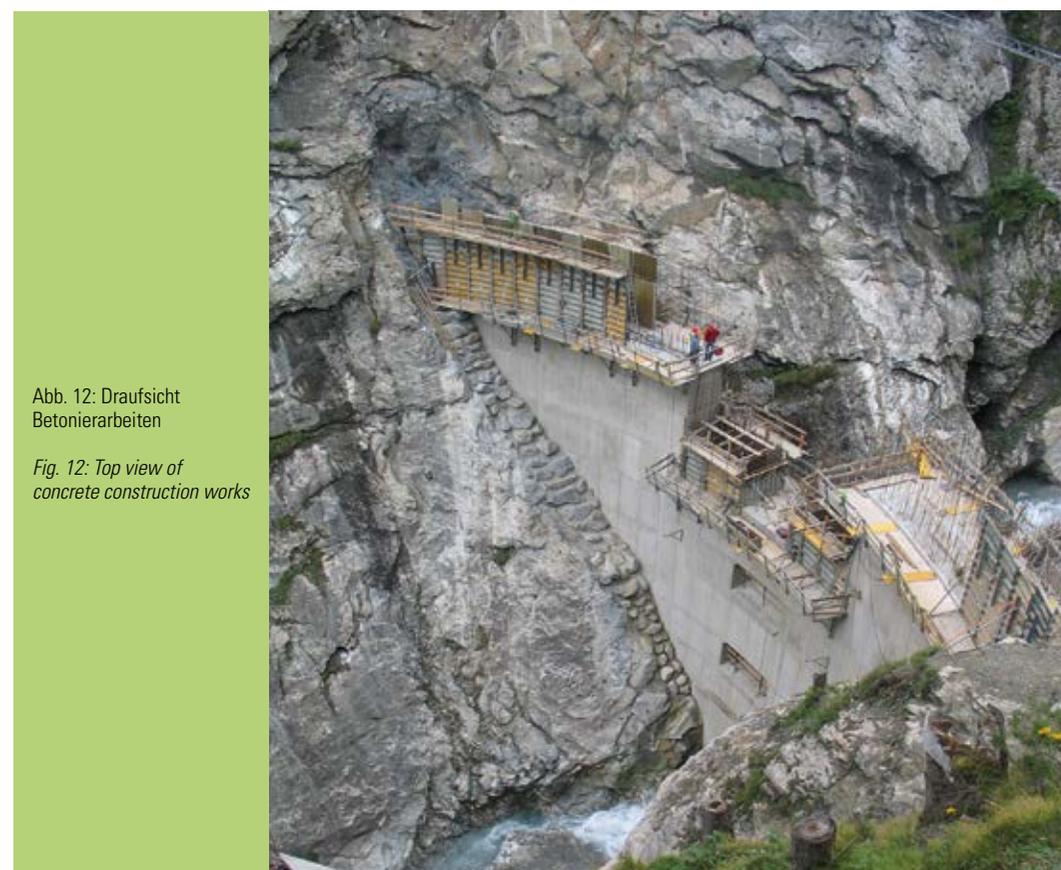


Abb. 12: Draufsicht Betonierarbeiten

Fig. 12: Top view of concrete construction works



Abb. 13: Rechenkonstruktion

Fig. 113: Screen rack construction

Injektion der Aufstandsfläche

Entsprechend der Vorgabe des Wasserrechtsbescheides wurden je Betonierabschnitt zwei unabhängige Injektionsschlaufen in der Aufstandsfläche eingelegt. Mit dieser Injektion im frühen Frühjahr 2013 noch bei tiefen Temperaturen sollte der Schwind- und Temperaturspalt in der Aufstandsfläche verpresst werden. Die Injektion wurde mit einer Zementsuspension aus CEM 42,5, 1,5 % Bentonit und 0,8 % Zusatzmittel mit einem W/B-Wert von 1,2 durchgeführt. In der linken Flanke wurden 8 bis 47 Liter je Injektionsabschnitt (ca. 10 m²), in der rechten Flanke 25 bis 72 Liter verpresst. Die Injektion der Aufstandsfläche erfolgte druck- und volumengesteuert.

Rechenkonstruktion

Die Sperre wurde mit einer vertikalen, im Grundriss trapezförmigen, Rechenkonstruktion, welche alle Sperrenöffnungen abdeckt, ausgestattet. Die Rechenkonstruktion stützt sich in vertikaler Richtung nicht auf die Sperre ab, sondern ruht über Stahlstützen auf Einzelfundamenten. Um eine Selbstbewirtschaftung des Geschiebes im Ablagerungsbecken durch Mittelwasser und kleine Hochwasser zu ermöglichen und durch Veränderung der Rechenöffnungen steuern zu können, wurden die Vertikalstäbe nur geklemmt. Derzeit sind die vertikalen Stäbe auf eine Öffnungsweite von 40 cm eingestellt.

Überwachung der Sperre

Die Überwachung der Sperre Stubenbach ist wie nachfolgend dargestellt geplant und in der Betriebsordnung festgelegt.

SW....Sperrenwärter
TV.....Talsperrenverantwortlicher

| Überwachungsmaßnahme und Zuständigkeit | Mess- und Beobachtungsintervall |
|---|--|
| Höhe des Verlandungsniveaus (SW) | visuell, 1 x monatlich (mit Ausnahme im Winter) |
| Kontrolle des Rechens (Verklaugung) (Sperrenwärter) | visuell, 1 x monatlich (mit Ausnahme im Winter) |
| Rissekontrolle Sperrenbeton (SW, TV) | 1 x jährlich (Sommer) |
| Verformungsmessungen Sperre (Vermesser) | 1 x jährlich (Sommer) in den ersten 5 Jahren, dann alle 5 Jahre |
| Visuelle Begutachtung der Sperre und des Umfeldes durch den TV und Erstellung eines Berichtes | 1 x jährlich |
| Sonderkontrolle (SW, TV und falls erforderlich Sonderfachleute) | Unmittelbar nach außergewöhnlichen Ereignissen (Hochwasser, ...) |
| Kontrolle des Schlüsselbauwerks (SW, TV und falls erforderlich Sonderfachleute) | alle 5 Jahre mit Berichterstellung |

Abb. 2: Überwachungsmaßnahmen

Fig. 2: Monitoring measures

Kosten der Maßnahmen

Die Kosten für die gesamten Verbauungsmaßnahmen am Stubenbach können mit € 8.500.000,- angegeben werden. Die Kosten für die Bogen Sperre Stubenbach inklusive Erschließungsweg betragen € 4.000.000,-.

Dank

Für die Beratung, Unterstützung und Prüfung der Stahlbetonplanung möchten wir Herrn em. Univ. Prof. Dr. Manfred Wicke einen besonderen Dank aussprechen.

Anschrift der Verfasser / Authors' adresses:

DI Dr. techn. Jörg Henzinger
Prof. DI Harald Pöll
Zivilingenieur für Bauwesen,
Plattach 5, 6095 Grinzens
Email: j.henzinger@geotechnik-henzinger.at

Ing. Michael Posch
DI Hubert Agerer
WLV Imst, Gebietsbauleitung Imst
Langgasse 88, 6460 Imst



Abb. 14: Fertiggestellte Sperre im Stubenbach

Fig. 14: Arch dam in Stubenbach torrent after completion

Literatur / References

BRÜGGLER A., POSCH M. (2012).

36. Sprengtechnisches Seminar in Hall, Verbauungsmaßnahmen am Stubenbach (Seminarunterlagen)

BMLFUW, Österreichische Staubeckenkommission. Beschluss des Projektes „Gchiebesperre Stubenbach“ der Wildbach- und Lawinerverbauung – Gebietsbauleitung Oberes Inntal

DIN 19700-11, Stauanlagen-Teil 11: Talsperren (2004)

DIN 19702, Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau (1992)

FORSTTECHNISCHER DIENST WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG, GEBIETSBAULEITUNG OBERES INNTAL (2013). Ausführungsprojekt Bodensperre Stubenbach hm 22,66 (unveröffentlicht)

FORSTTECHNISCHER DIENST WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG, GEBIETSBAULEITUNG OBERES INNTAL (2009). Einreichprojekt Bodensperre Stubenbach hm 22,66 (unveröffentlicht)

GEOTEK DÖNZ UND MÄHR GMBH (2013).

Gchiebesperre Stubenbach, Pfunds, Ausführung, Geologischer Bericht, Bearbeitung DI Reinhold Gerstner

LOMBARDI G. (1988).

Querkraftbedingte Schäden in Bogensperren. wasser, energie, luft - Heft 5/6.

ÖNORM EN 1992-1-1, 2011-12-01, Eurocode 2:

Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

ÖNORM B 1992-1-1, 2011-12-01, Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

ONR 24802 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, Projektierung, Bemessung und konstruktive Durchbildung. Ausgabe: 2011-01-01

ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, Betrieb, Überwachung und Instandhaltung. Ausgabe: 2008-02-01

geo² zt ges.m.b.h.

DIPL.-ING. CHRISTIAN OBERNDORFER

MAG. WOLFGANG GADERMAYR

PERZ

L
A
N

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

DIPL. ING. THOMAS PERZ www.perzplan.at

2630 Ternitz Franz Dinholdstraße 41 Tel: +43 2630 35105
8600 Bruck/Mur Roseggerstraße 16 Tel: +43 3862 52818
3100 St. Pölten Bahnhofplatz 17 Tel: +43 2742 37726

GEOTECHNIK HENZINGER
Zivilingenieur für Bauwesen

A-6095 Grinzens, Plattach 5
Tel.: 05234/65533, Fax.: DW 5

e-mail: j.henzinger@geotechnik-henzinger.at
www.geotechnik-henzinger.at

GRUNDBAU - DAMMBAU - GEOTECHNIK

H. WOLFGANG WEINMEISTER

Restrukturierung von Wildbachverbauungen

Restructuration of Torrent Control Measures

Zusammenfassung:

Das gesteigerte Umweltbewusstsein in den 1970er- und 1980er-Jahren fand auch in der Verbauungstechnik Eingang. Es werden Argumente zusammengestellt, die nicht nur für eine Ökologisierung von neu zu errichtenden Schutzmaßnahmen verwendet werden können, sondern auch Restrukturierungen von älteren Maßnahmen, insbesondere Steinschalen, rechtfertigen. Weiters wird besprochen, wie seit der EU-WRRL Restrukturierungen am besten geplant werden. Beispiele von gelungenen Restrukturierungsmaßnahmen runden den Artikel ab.

Stichwörter:

Fließgewässer, Restrukturierung, Ökologie, Verbauung

Abstract:

The increased environmental awareness within the 1970s and 1980s also influenced the construction of mitigation measures. Arguments have been put forward that can not only be used with new protective measures to be set up for greening, but that also justify restructurings of older measures, particularly stone lined ditches. Furthermore, this also discusses how restructuring is best planned since the DIRECTIVE 2000/60/EC. Best practice examples of restructuring measures complete the paper.

Keywords:

watercourse, restructuring, ecology, defense works

Einleitung

In den 80er-Jahren des 20. Jh. begann in Österreich, angeregt hauptsächlich von Walter Kemmerling, Wasserbauer an der TU-Wien, ein Umdenken im Umgang mit Fließgewässern. Das Überhandnehmen von technischen Lösungen hat zu ökologischen und ästhetischen Defiziten geführt, die von einem Teil der Bevölkerung nicht mehr akzeptiert wurden. Dabei sind mir Plakate in Erinnerung, die diese kritische Haltung am besten ausdrücken und bei den betroffenen Technikern großes Unverständnis hervorriefen (Abb. 1, 2).

In der Gesellschaft fand ein Umdenken statt, das seine Wurzeln in der Philosophie des „sanften Gesetzes“ (Adalbert Stifter, 1853, in der Vorrede zu den „Bunten Steinen“) hatte, die Goethe in seinen naturwissenschaftlichen Schriften, Albert

Schweitzer (1966/1984) in „Ehrfurcht vor dem Leben“ oder Erich Fromm (1968) in der „Revolution der Hoffnung“ vertrat. Meadows et al. (1973) hatte auf die „Grenzen des Wachstums“ hingewiesen und Fredrik Vester (1978) hat in „Unsere Welt – Ein vernetztes System“ auf die wechselseitigen Zusammenhänge komplexer Systeme aufmerksam gemacht, woraus ein vorsichtigerer und achtsamerer Umgang mit der Natur – also unseren Lebensgrundlagen – sich weiter verbreitete. Die Zwentendorf-Abstimmung oder die Besetzung der Hainburger Au bezeugen diese Entwicklung. Ökologisches Denken begann in viele Bereiche der technischen Wissenschaften einzudringen und erfuhr gerade im Wasserbau starken Rückhalt in der politischen Öffentlichkeit, wie die Anpassungen in vielen Gesetzen bezeugen.

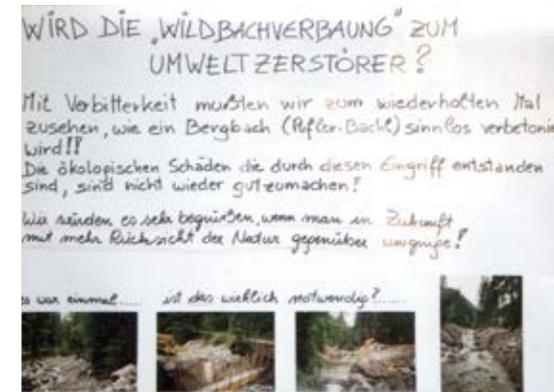
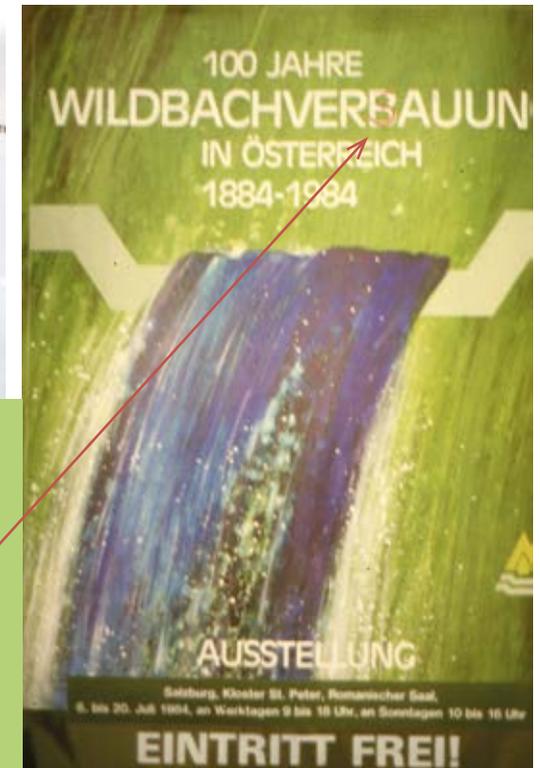


Abb. 1: Protest gegen Wildbachverbauung im Grödnertal (St. Ulrich, 1980) Südtirol/Italien

Abb. 2: Späßvögel haben beim Wort Wildbachverbauung das zweite B mit S überschrieben

Fig. 1: Protest against torrent control (Grödnertal / South Tyrol / Italy; 1980)

Fig. 2: Jokers have overwritten the second B in the word torrent control with S to change the meaning that the torrent will be corrupted



Begründungen für Restrukturierungen

Begriffe

Es wird öfters von Renaturierung, Revitalisierung usw. gesprochen. Da vor allem eine Verbesserung der gesamten Funktionen eines Fließgewässers angestrebt werden soll und ein echter natürlicher Zustand kaum herbeigeführt werden kann, erscheint der Begriff „Restrukturierung“ wohl der zielführendste von allen zu sein.

Ökologische Überlegungen

Funktionen von Fließgewässern in der Landschaft

Zwischen Niederschlag und Abfluss in Fließgewässern und der umgebenden Landschaft gibt es viele Wechselwirkungen. Es sei dabei auf die hydrologische Funktion, die klimatische Funktion, die chemische Funktion (die geologischen Verhältnisse des Einzugsgebietes beeinflussen die Chemie des Gewässers) hingewiesen. Bäche sind aber auch **Transport-Systeme**.

Die Fließgewässer durchziehen die ganze Landschaft ähnlich dem Blutkreislauf im Körper. Sie funktionieren wie ein „Reinigungssystem“ für die Landschaft analog zur Funktion der Nieren im Körper. Entlang dieses Systems werden Wasser, gelöste Stoffe, feste Stoffe (Schweb bis Geschiebe), organische Stoffe (Holz, Äste, Blätter, tote Körper von verschiedensten Tieren) oder Zivilisationsmüll transportiert. Die im Wasser gespeicherte Wärme (Energie) und die im organischen Material gespeicherte Energie werden ebenfalls befördert. Die ökologische Bedeutung des Transportes von organischem Material wird von Bretschko (1990, S.184f) folgendermaßen beschrieben: „Im Ökosystem lassen sich generell zwei Arten von Energieflüssen unterscheiden: in der überwiegenden Mehrheit der Fälle ist die

unmittelbare Nutzung der Sonnenstrahlung die Energiebasis Ökosysteme. Dem betrachteten Ökosystemen angehörende Pflanzen (so genannte Primärproduzenten) wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in biologisch nutzbare, chemische Bindungsenergie um, indem sie organische Substanz synthetisieren. Davon zehren die Konsumenten: Mikroben und Tiere, aber auch alle Pflanzen im Dunkeln. Ellenberg (1973) bezeichnet solche Systeme als „vollständig.“

Unvollständige Systeme sind dann gegeben, wenn die biologisch umsetzbare Energie außerhalb des Systems produziert wird. Kleine Fließgewässer beziehen mehr als 90% ihrer Energie aus organischer Substanz, die außerhalb produziert wurde.

Hier will ich aber die **biologische Funktion** hervorheben. Wasser ist eine Grundvoraussetzung für alles Leben. Fließgewässer sind Wanderwege für verschiedene Organismen (Fische, Insekten, Benthos-Lebewesen). Migrationshindernisse in Flüssen und Bächen stoppen den Fischaufstieg. Die meisten Benthos-Organismen sind Insekten im Larvenstadium. Sie können, wenn sie im Zuge von Hochwasser abgeschwemmt werden, die ursprünglichen Bestände durch Flug im Imago-Stadium wieder ausgleichen. Fische sind dazu nicht im Stande. Bäche besitzen aber auch als **Habitat** Bedeutung.

„Um trotz stark wechselnder Bedingungen ein System über längere Zeitspannen kontinuierlich zu erhalten, muss die Resistenz und/oder Resilienz der Fließgewässer groß sein. Dies wird durch die Schaffung einer großen Habitat- und damit Artenvielfalt erreicht. In Fließgewässern niedriger Ordnung (Strahler, 1957) ist der gesamte Kanalbereich mosaikartig aufgelöst, in Fließgewässern höherer Ordnungszahlen sind es besonders die Uferbereiche, die für eine hohe Habitat Vielfalt sorgen. Die endliche Größe von Fließgewässern und Habitaten begrenzt jedoch die Vermehrungs-

Hierarchische Ordnung in einem Fluss-System

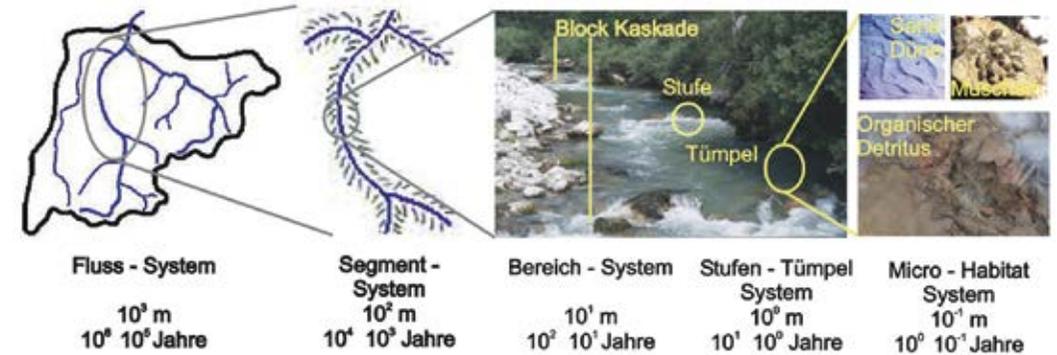


Abb. 3: Die hierarchische Organisation zeigt die Größenordnung der räumlichen Ausdehnung und die Zeitspannen für deren Entwicklung nach Frisell et al. (1986, verändert)

Fig. 3: Hierarchical organization of a river system and its habitat subsystems. In the drawing, the size of the system compartments and the time span of development are shown (Frisell, 1986, modified). Approximate spatial scale, appropriate to second or third-order mountain rivers, is indicated.

möglichkeiten. Um diese Grenze zu überschreiten, bedient sich das Fließgewässer nicht nur der drei Raumachsen, sondern auch der Zeitachse: Struktur als Grundlage der Habitate sind im Fließgewässer einer hohen zeitlichen Dynamik unterworfen, d.h. sie entstehen, vergehen nach einer gewissen Zeit und entstehen wieder von Neuem.“ (Bretschko, 1990, S. 185f).

Diese hohe Dynamik der Fließgewässer durchzieht den evolutionären Prozess seit jeher. Sie gehören zu den alten resilienten Ökosystemen trotz der hohen Dynamik durch alle geologischen Epochen. Daher beherbergen sie viele phylogenetisch alte Lebensformen.

Diese Dynamik spielt sich in einem hierarchisch gegliederten System ab, in dem die Größe der Veränderungen vom Betrachtungsmaßstab abhängen. In Abb. 3 sind einerseits die Systemgrößen und andererseits die Größenordnungen der Zeiträume nach Frisell et al. (1986) dargestellt. Die hohe Dynamik spielt sich in erster Linie im Stufen-Tümpel- und im Mikro-Habitat-System ab.

Tierische Biozönosen leben nicht nur auf

der Oberfläche des Sedimentes, sondern auch in den Hohlräumen der Schichten unterhalb der Deckschicht im hyporheischen Interstitial (vgl. Abb. 3). Die Besiedlungstiefe hängt von der Art des Sediments, der Menge und Art der organischen Substanz und der Wasserdurchströmung ab. In den Schotterflüssen der Kalkalpen leben 100.000 und mehr Tiere > 0,1 mm pro m² Bachbettfläche. Diese Zahl reduziert sich auf ein Zehntel in ungünstig entwickelten Sedimenten (hoher Feinanteil). Das hyporheische Interstitial (Schotterlückenraum) bietet Schutz während Hochwasser und stellt ein Refugium bei tiefen Temperaturen dar, die in einer Tiefe von 20 - 30 cm nie unter 3°- 4° C absinken. (Schwoerbel, 1977, S. 57; Jungwirth et al. 2003, S. 53). Der Laich und die jungen Fischlarven der Kieslaicher verbringen einen Teil ihrer Entwicklung im Schotterlückenraum.

Die pflanzlichen Biozönosen besiedeln wegen ihres Lichtbedarfs nur die Oberfläche des Sediments. Allochthone organische Materie wird ebenso auf der Oberfläche deponiert. Sobald ein Blatt ins Gewässer fällt, beginnt ein komplexer, vielschichtiger Prozess. Nach dem Vollsaugen mit

Fließgewässer und Umgebung

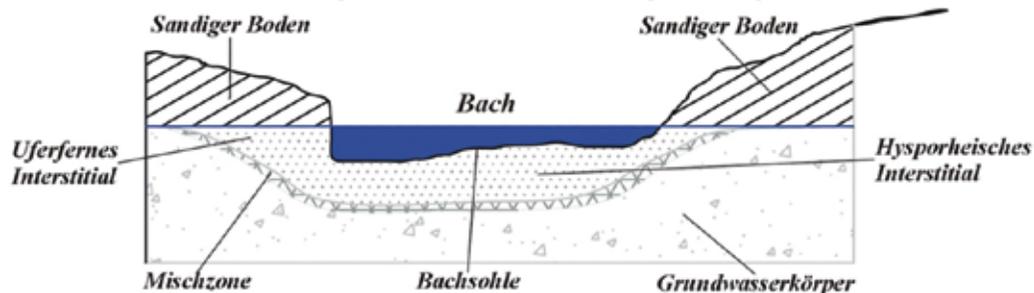


Abb. 4: Fließgewässer im Talbereich interagieren mit der Umgebung. Das Makro-Zoo-Benthos besiedelt das hyporheische Interstitial bis 0,5 m. Zwischen Bach und Grundwasser findet ein Wasseraustausch über den Schotterlückenraum statt. Grundwasser und Bach sind kommunizierende Gefäße. Die Fließrichtung hängt vom Wasserspiegel der beiden Wasserkörper ab (Jungwirth et al. (2003, S. 53; verändert).

Fig. 4: Watercourses in floodplain valleys interact with the surroundings. The hyporheic interstice is settled by macro-zoo-benthos about 0.5 m under the riverbed. There is water inflow from river to the in-terstice and groundwater and also from groundwater to the river, depending on the water level of both (communicating vessels).

Wasser werden lösliche Stoffe (z.B. Zucker) ausgeschwemmt. Tiere können vielfach die Zellulose der Blattwände nicht verdauen. Pilze und Bakterien sind dazu in der Lage, wenn die Blätter zerkleinert werden. Es ist eine Kette von Organismen mit verschiedenen Aufbereitungstypen vorhanden (Shredder, Filtrierer, Sammler, Kratzer) die am Zerkleinerungsprozess beteiligt sind und das organische Material für den Abbau durch die Mikroben aufbereiten. „Während dieses Prozesses nimmt die organische Substanz zwar mengenmäßig ständig ab, ihre Verwertbarkeit nimmt aber zugleich zu. An Ort und Stelle wird jedoch nur ein Teil der organischen Substanz verbraucht. Besonders in den Oberläufen ist der Import relativ zum Gewässer groß: der Überschuss wird stromab transportiert und dient oft weit entfernten Biozönosen als Energiebasis. [...] Gelöste organische Stoffe und kleine bis mittlere Partikel werden mit Wasserströmungen in die Bettsedimente eingetragen.“ (Bretschko, 1990, S. 187).

Sämtliche Oberflächen, organischer sowie anorganischer Natur, sind von einer dünnen organischen Schicht überzogen (Biofilm). Dieser Biofilm besteht aus Pilz- und Bakterienkörpern

sowie deren polymeren Ausscheidungsprodukten. „Die aktive Oberfläche vermag gelöste Moleküle und kleine Partikel zu binden, und den tierischen Konsumenten verfügbar zu machen. Entsprechend der Ausbildung der Bettsedimente ist der weitaus größte Teil der biologischen nutzbaren Energie im Biofilm gespeichert, der damit einen ausgleichenden Faktor in diesem hochdynamischen System darstellt“ (Bretschko, 1990, S. 188).

Die Umwandlung von organischer Substanz braucht viel Zeit. Sie ist von der Retentionsfähigkeit des Gewässers für organisches Material abhängig. Diese Speicherräume vergrößern sich durch Strukturen im Wasser und am Ufer (Bäume, Äste, Fließhindernisse, Blöcke, Buchten, ...). Treibende Blätter und andere Pflanzenteile werden durch solche Strukturen für einige Zeit zurückgehalten (Abb. 5).

Diese Strukturen verändern die hydraulischen Verhältnisse in ihrer unmittelbaren Umgebung. Dadurch entstehen Zonen der Erosion und Sedimentation. Das steuert die Tendenz zur Verzweigung der Bäche. All das trägt dazu bei, dass immer wieder neue Habitate entstehen.



Abb. 5: Organisches Material sammelt sich in Ausbuchtungen der Bachufer. Dort fließt das Wasser langsamer. Blätter, Hölzchen und Äste sammeln sich dort (dunklere Teile im Wasserlauf)

Fig. 5: Organic material accumulates in convex of riverbanks, where water flows slowly. Wooden sticks and leaves concentrate in such bays (brown and dark parts of the water course).

„Dass diese Prozesse ablaufen können, sind fünf Voraussetzungen notwendig:

- Der Fließgewässerbereich muß deutlich größer sein als der mittlere Abflußkanal beansprucht.
- Freie Beweglichkeit des Gewässers in diesem Bereich
- Freie Kommunikation mit dem ufernahen Grundwasser
- Freies Wachstum der Vegetation in diesem Bereich
- Freie Bildung großer Strömungshindernisse“ (Bretschko, 1990, S. 188).

In diesem Zitat von Bretschko sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Revitalisierung enthalten. Der ständige Wandel der Bach-Habitate ist das Markenzeichen natürlicher Bäche. Wenn wir Schutzmaßnahmen planen und ausführen, sollten wir uns der Bedeutung dieser Grundlagen bewusst sein und die richtige Balance zwischen Ökologie und Sicherheit finden.

Selbstreinigungsvermögen der Fließgewässer

Das Selbstreinigungsvermögen der Fließgewässer ist mit der Mannigfaltigkeit der Habitate und damit mit dem Artenreichtum und der Besiedlungsdichte im Bach verbunden. Da alle ökologischen Nischen mit den verschiedensten Tieren und Mikroben besetzt sind, ist ein intensiver Abbau organischer Substanz möglich, wie Stutzner (1983) gezeigt hat. In einer Untersuchung in Deutschland konnte er 15 Fischarten und etwa 300 größere Invertebraten (Muscheln, Schnecken, Würmer und Insekten) feststellen. Eine Dichte von 100.000 Individuen pro m² ergibt eine Biomasse von ca. 2,5 t/ha. Auch Bretschko (1990) berichtet über ähnliche Zahlen in den Kalkbächen (vgl. Tabelle 1).

| Anzahl von Macrozoobenthos-Lebewesen per ha | 999 * 10 ⁶ |
|--|-----------------------|
| Biomasse [t] | 2.5 |
| Organische Masse der aufgenommenen Nahrung [t] | 16.7 |
| Davon für Gewichtszuwachs [t] | 4.0 |
| Davon für Atmung [t] | 12.7 |
| Das entspricht Sauerstoff pro Jahr (Mineralisation) [t] | 3.6 |
| EG = Einwohnergleichwert (Schmutzwasseranfall) pro Tag [g] | 60 |
| 164 EG in 365 Tagen entsprechen [t] | 3.6 |

Tab. 1: Stoffwechsel der Biomasse eines natürlichen Gewässers als Beispiel für die Fähigkeit des Makrozoobenthos und anderer größerer Wassertiere der Selbstreinigung. Die Kalkulation benützt den Sauerstoffbedarf (BSB₅, 60 g O₂ pro Tag und Einwohner = Einwohnergleichwert EG) zur Mineralisierung der organischen Masse. Dabei sind die Lebewesen auf einem ha Bachsohle fähig, 12,7 t organisches Material zu mineralisieren, was 3,6 t O₂ entspricht. Diese Sauerstoffmenge ist nötig für die Abwasserreinigung von 164 EG (Statzner, 1983).

Tab 1: Metabolism of biomass from a natural watercourse as example of the capability of the macro-zoo-benthos and other larger animals to clean water. The calculation uses the need for oxygen to mineralize organic matter. The result is that 1 ha area of a riverbed is able to mineralize 12.7 t organic material, which correspond to 3.6 t oxygen. This amount of oxygen will be needed for cleaning the wastewater of 164 humans for one year.

Funktion der Ufervegetation

In unserer Region flossen Bäche und Flüsse ursprünglich überwiegend durch Wälder. Die Habitate sind daher auch an diese Situation im Zuge der Evolution angepasst. Nach den Rodungsphasen während der Besiedelung unseres Landes entwickelten sich vielfach Galeriewälder entlang von Bächen und Flüssen. Ihre Funktionen sind:

- Uferbefestigung gegen Erosion durch das dichte Wurzelwerk (Abb. 6);
- Beschattung des Baches: Das Kronendach behindert Makrophyten-Wuchs, der den Abfluss behindern kann. Durch die Beschattung bleibt die Wassertemperatur niedriger und der Sauerstoffgehalt höher;
- liefert Nahrung für die Nahrungskette im Fließgewässer-System;
- bietet Unterschlupf für Tiere: Fische können sich leichter verstecken und können sich daher vor dem Graureiher besser schützen. Fehlt der Uferbewuchs und Unterstände, sind Reiher in der Lage, ganze Bäche leer zu fischen;
- Galeriewälder üben in der Landschaft den Effekt einer Hecke aus, können die Winderosion dämpfen und sind Habitate für zahlreiche Tiere, die im integralen Pflanzenschutz nützlich sind. Hecken verbessern die klimatischen Bedingungen und erhöhen die Erträge in der Landwirtschaft.

Abb. 6:
Die dichten Schwarzerlenwurzeln decken das Ufer zur Gänze ab. Solchen Schutz können auch Weiden zustande bringen

Fig. 6:
*The dens root-network of *Alnus glutinosa* protects the riverbank totally. Such protection can also be obtained by *Salix* species (willow trees).*



Ökonomische Überlegungen

Der Selbstreinigungseffekt eines Baches hängt von der Habitat-Qualität ab, die sich in der Bachmorphologie, der Organismen-Diversität und -Häufigkeit spiegelt. Im Vergleich mit der Errichtung, dem Betrieb und der Erhaltung von Wasserreinigungsanlagen für einen EG kann die Reinigungsleistung finanziell bewertet werden. Die Habitat-Qualität kann durch Restrukturierungsmaßnahmen wesentlich beeinflusst werden (Weinmeister, 1988).

Durchführung von Restrukturierungen

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie bildet dabei eine umfassende Grundlage für derartige Maßnahmen. Das Fluss- oder Bach-Leitbild ist der Schlüssel für solche Maßnahmen. Bevor wir Projekte für die Restrukturierungen von regulierten Wildbächen oder Flüssen in Angriff nehmen oder Pläne für

umweltfreundliche Maßnahmen in Wildbächen setzen, sollten wir eine Vorstellung vom natürlichen Charakter eines Wasserlaufes der betreffenden Region besitzen. Untersuchungen von Wildbächen in ähnlichen Landschaften helfen, die beste Annäherung für ein visionäres Bach-Leitbild zu finden (Abb. 7).

In einer vorläufigen Studie des Untersuchungsgebietes suchen wir ein Fließgewässer, in dem noch keine Verbauungsmaßnahmen bestehen. In diesem Bach sollten wir nicht nur das Fließgewässer-System, die Hydrologie, das Geschieberegime, die Wildbachmorphologie und die Vegetationsstrukturen untersuchen, sondern auch die Landnutzung des umliegenden Bereichs. Im nächsten Schritt werden die Details des Gewässerabschnittes genauer erhoben (begleitende Vegetation, Vogelfauna, halbaquatische und terrestrische Fauna, Fischfauna, Makrozoobenthos-Organismen, Abfluss beeinflussende Bachmorphologie, Details der Verbauung).

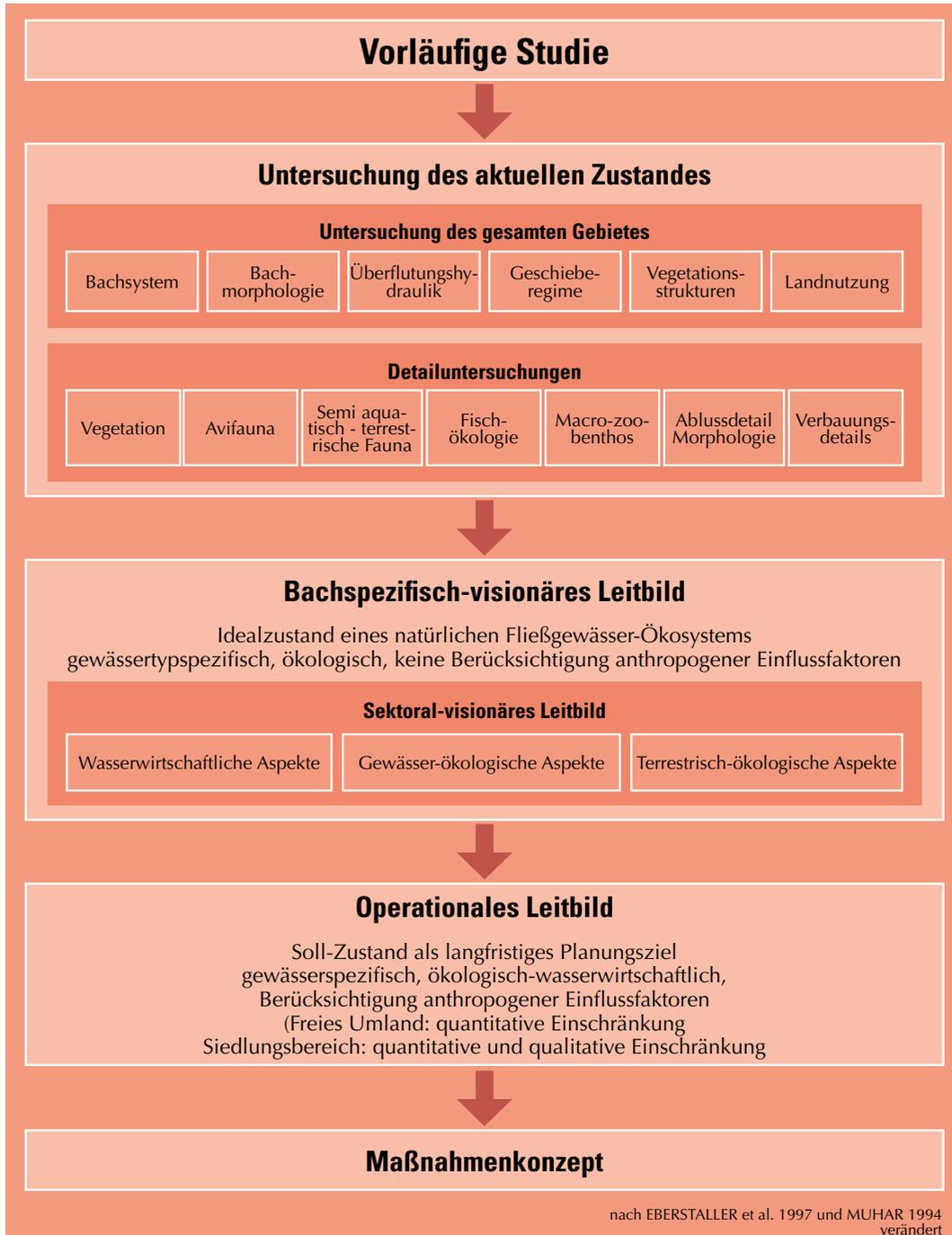


Abb. 7: Arbeitsablauf zur Entwicklung eines visionären und operationellen Gewässerleitbildes; zusammengestellt nach Eberstaller (1997) und Muhar (1994, verändert).

Fig. 7: Workflow for planning the visionary and operational target view of a river or torrent

Diese strukturellen und ökologischen Grundlagen erlauben uns, ein Leitbild zu entwickeln, wie wir die ökologische Situation verbessern könnten. Während des Prozesses der Optimierung in Verbindung mit der betroffenen und gefährdeten Bevölkerung – wir treten für ein demokratisches Verfahren ein – werden einige Änderungen der Maßnahmen und des Leitbildes notwendig werden. Aber solche Reduzierungen der ökologischen Notwendigkeiten sollten nicht ohne einen gründlichen Versuch gemacht werden, die beteiligte Bevölkerung von der Notwendigkeit dieser ökologischen Verbesserungen zu überzeugen. An dieser Stelle muss auf die oftmals große Informationslücke der betroffenen Bevölkerung aufmerksam gemacht werden, die es zu überwinden gilt.

Demonstration des Verfahrens an Beispielen

Oichtenbach

Im Zuge der Vorlesungen über Naturschutz an der Universität Salzburg in den 1980er-Jahren wurden Fließgewässer hervorgehoben. So gründeten wir eine Arbeitsgemeinschaft Fließgewässer, die sich zum Ziel setzte, ein Musterbeispiel für Revitalisierung – im damaligen Sprachgebrauch – im Bundesland Salzburg zu realisieren. Es bot sich der Oichtenbach im Flachgau (Abb. 8, 9) an. Der ist zwar kein Wildbach im strengen Sinn, aber anstehende umfangreiche Instandsetzungsmaßnahmen an der schnurgeraden Regulierungsstrecke boten eine günstige Gelegenheit, den Versuch zu starten. Neben einer mehrere km langen Regulierungsstrecke gab es einen langen mäandrierenden Abschnitt mit weitgehend natürlichen Ufern.

Es wurde je ein Abschnitt der Regulierungsstrecke und der naturnahen Mäanderstrecke

für Vergleichsuntersuchungen herangezogen (ARGE-Fließgewässer, 1989). Die Arbeiten umfassten:

- Vergleich des Zustandes in den 1980er-Jahren mit jenem zur Zeit der ersten Katastervermessung vor der Regulierung (1916 bis 1920);
- Vermessung der Abschnitte und Darstellung der Querprofile zur Bestimmung der Breiten- und Tiefenvarianz der Bachabschnitte zur Charakterisierung der Bachmorphologie; die hohen Breiten- und Tiefen-Varianzen der Mäanderstrecke zeigen die große morphologische Diversität dieses Abschnittes (Tiefenvarianz im Mäanderabschnitt 576 zu 10 im regulierten Abschnitt);
- Aufnahme der Wasservegetation (Makrophyten);
- Aufnahme der Ufervegetation;
- Erfassung der chemisch-physikalischen Parameter;
- Erfassung von Mikroorganismen und Makrozoobenthos: Abb. 10 zeigt die hohe Artenvielfalt in der Mäanderstrecke gegenüber dem regulierten Abschnitt;
- Erfassung der Avifauna zur Brutzeit: Abb. 11;
- Typisierung des Gewässertyps nach Vollrath (1976): „Itztyp“ und nach Braukmann (1987) Flachlandtyp der Karbonatgesteinsgruppe;
- Erfassung des Sedimentes: Schotter, Sand und Ton;
- Erfassung der umgebenden Nutzungen (Landwirtschaft, Wiesen).

Die nachfolgenden Fotografien geben einen Überblick über die Untersuchungsabschnitte.



Abb. 8: Mäanderstrecke mit Uferbewuchs

Fig. 8: Mäandering stretch



Auf Grundlage dieses Ausgangszustandes wurde in Zusammenarbeit mit der Kulturbau-Verwaltung ein Sanierungsprojekt ausgearbeitet, das für einen Teilabschnitt ein Vorzeigeprojekt werden sollte. Die Abbildungen 12 a-d veranschaulichen die spätere Entwicklung.

Abb. 9: Regulierter Untersuchungsabschnitt im Oichtenbach

Fig. 9: Controlled stretch at Oichten Creek.

Macro-Zoobenthos in a Straight Stretch and a Meandering Stretch

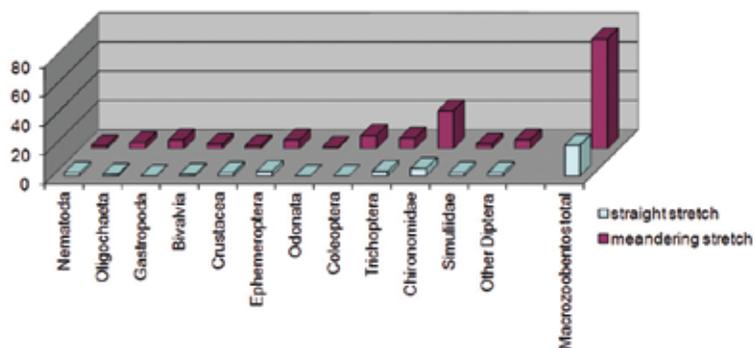


Abb. 10: Makrozoobenthos, Gegenüberstellung des mäandrierenden und des regulierten Abschnittes.

Fig. 10: Macro-zoo-benthos, comparison of the meandering stretch and the controlled stretch.

Bird-Fauna

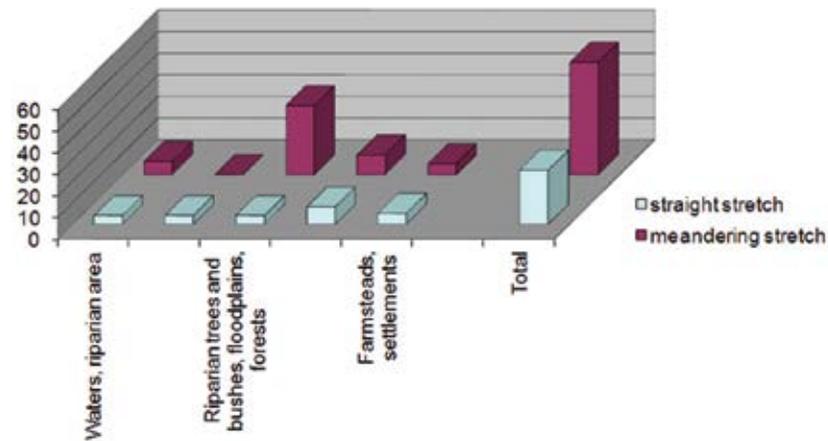


Abb. 11: Avifauna, Gegenüberstellung des mäandrierenden und des regulierten Abschnittes

Fig. 11: Bird-Fauna, comparison of the meandering stretch and the controlled stretch



Abb. 12 a-d: Zustände zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Renaturierung

Fig. 12 a-d: States of the creek 1991 to 1995 after renaturalization.

Alterbach, Stadt Salzburg, Schwemmkegelverbauung

Die Stadt Salzburg war eine der ersten Verwaltungen, die Restrukturierungsmaßnahmen ausführte. Die Universität für Bodenkultur wurde für die Projektierung gewonnen. Zu diesem Zeitpunkt wur-

den noch nicht so umfangreiche Untersuchungen der ökologischen Parameter ausgeführt, aber die Grundprinzipien – möglichst viel Struktur ins Gewässer bringen – umfangreich eingesetzt. Die Abbildungen 13 und 14 a, b geben Zeugnis von diesen Maßnahmen.



Abb. 14 a, b: Alterbach, oberer Abschnitt, Zustand 2010.

Fig. 14 a,b: Upper section state 2010.

Pleißlingbach, oberstes Ennstal, Pongau

Während der Bauarbeiten an der Tauernautobahn im obersten Ennstal (1971–1976) wurde auch die „Steinschütt“ – ein Abschnitt des Ennszubringers „Pleißlingbach“ – gequert. Wie der Name Steinschütt sagt, ist dies das Sedimentationsgebiet der Pleißlingbachzubringer, die z.T. aus umfangreichen Witterschutt- und Altschuttplaiken kommen. Für den gesamten Abschnitt wurde von der Tauernautobahn AG ein Verbauprojekt ausgearbeitet und der südlichere Teil auch verwirklicht. (Abb. 16a) Da die vorgesehene Steinkünette durch die gesamte Steinschütt – eine Strecke von ca. 2 km – geführt werden sollte und das sehr hohe Kosten verursacht hätte, wurde nur eine Strecke von ca. 500 m in dieser Bauweise ausgeführt. Der Bauherr trat im Zuge eines Wasserechtsverfahren an die beiden Sachverständigen (Wasser-

bau, Wildbachverbauung) heran, Vorschläge für eine kostengünstigere und naturnähere Lösung zu machen. Die vorgesehene Steinkünette hätte das Geschiebeprobem für die unterliegenden landwirtschaftlichen Gründe insofern verschärft, als ein Großteil des Geschiebes durch den Ablagerungsraum der Steinschütt in die landwirtschaftlich genutzten Areale transportiert worden wäre. Der geänderte Projektentwurf, der in Abb. 6 dargestellt ist, sah folgende Maßnahmen vor:

- Böschungspflaster am Fuß der bachseitigen Böschung der Gemeindestraße, mit Material überdeckt etwa 500 m;
- Bühnen, um den Bach von Böschungsfuß abzuhalten; diese wurden auch mit Material überdeckt;
- Bepflanzungen und Bebuschungen;
- Entfall der Maßnahmen für die unteren 1000 m.

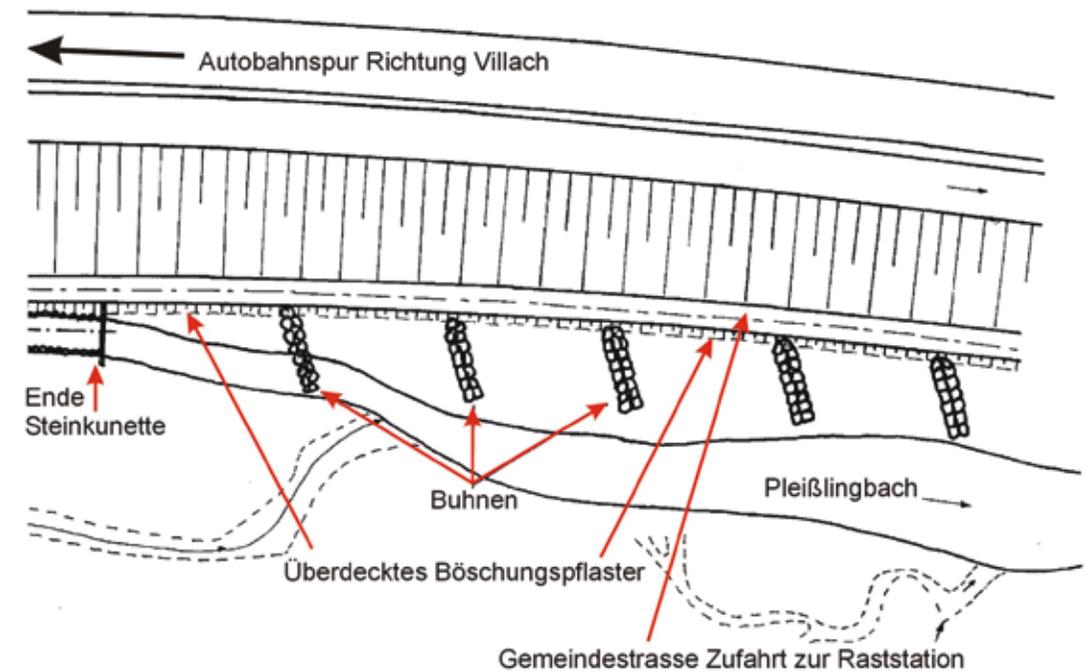


Abb. 15: Bauskizze für die Maßnahmen zur Sicherung der Autobahnböschung im Bereich der Steinschütt

Fig. 15: Sketch for the measures to save the motorway embankment in the area of the Steinschütt.

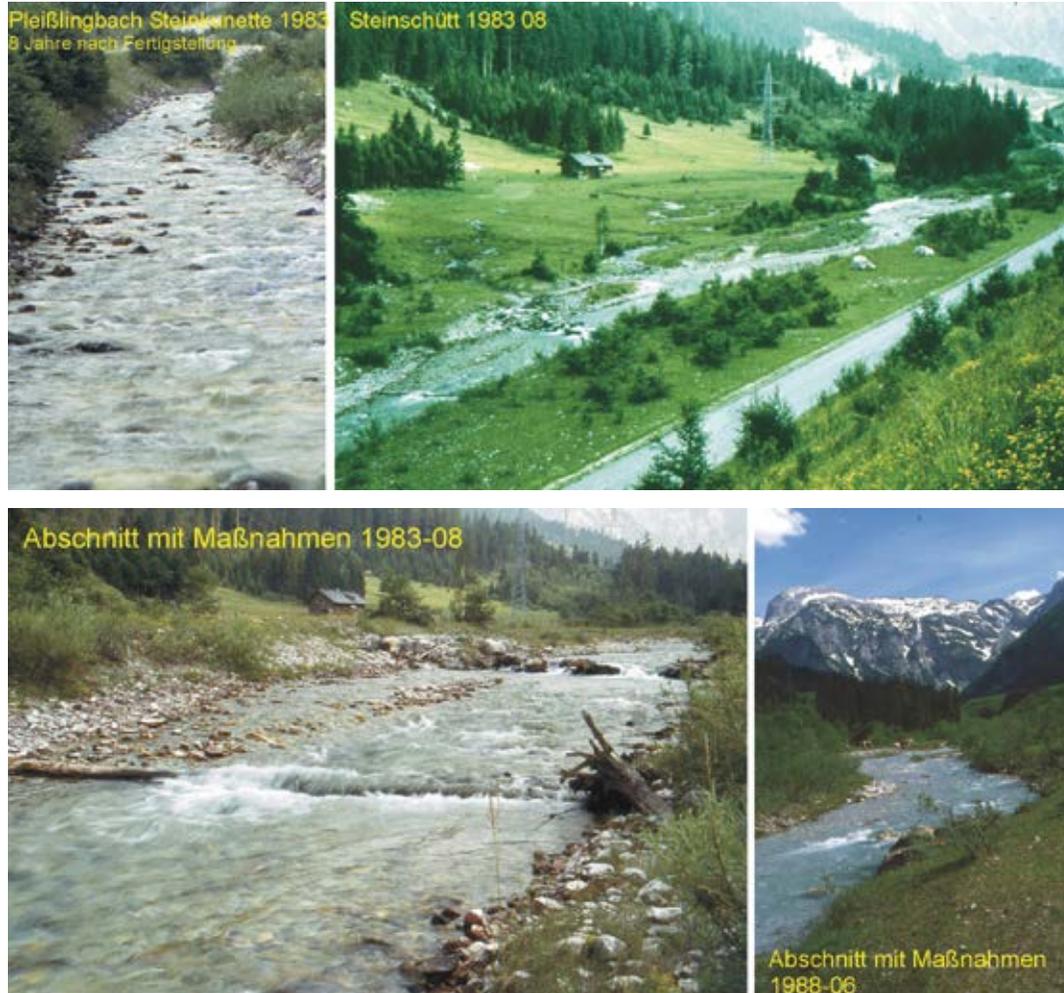


Abb. 16 a-d: Steinkünnete (ursprünglich geplant und teilweise verwirklicht); Abschnitt alternative Schutzmaßnahmen (Überblick); dasselbe (Detail); dasselbe 13 Jahre nach Errichtung.

Fig. 16 a-d: Stone lined ditch (originally planned and partly realized); stretch with nature friendly defense works, overlook; the same (detail); the same 13 years after construction.

Grundgedanke war, dem Bach möglichst viel Freiheit zur Entfaltung zu geben, aber das Hauptbauwerk (Autobahn) lokal zu sichern, eine Sedimentablagerung im Bereich der Steinschütt zu ermöglichen und eine Verschotterung des Kulturlandes zu verhindern. „Durch die Möglichkeit der „Selbstorganisation“ des Bachlaufes wurden wesentliche landschaftsökologische Forderungen nach einer reichstrukturierten und vielfältigen Bachmorphologie (ungleiche breiten, ungleiche

Fließgeschwindigkeiten, starke Wechsel der Tiefe, Mäandrierung oder Verzweigung, unterschiedliche Korngrößenverteilungen entlang der Bachsohle, Dynamik im Abflußgeschehen) und damit auch Voraussetzungen für die Mannigfaltigkeit von Bachlebewesen geschaffen.“ (Weinmeister, 1993, S. 308). Die Abbildungen 16 b-d zeigen den Zustand in jenem Teil der Steinschütt, in dem die Sicherungsmaßnahmen ausgeführt worden sind.

Das Konzept „lokaler Schutz, ansonsten den Bach der Selbstorganisation überlassen“ ist voll aufgegangen, wie die Fotos zeigen. Man darf der Natur ruhig einen Teil der Arbeit überlassen.

Schlussfolgerung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie ist das Ergebnis jahrelanger wissenschaftlicher Forschung im Bereich der Gewässer und ein Beitrag zur Ökologisierung vieler Lebensbereiche. Fließgewässer sind ideale Objekte für Restrukturierungen, da dabei relativ leicht und oft auch mit geringen Mitteln das Ziel erreicht werden kann. Dahinter steht die Philosophie der „Ehrfurcht vor dem Leben“, wie sie viele bedeutende Personen im deutschsprachigen Raum vertreten haben. Viele Naturprozesse können als Selbstorganisationsprozesse gedeutet werden. Bei Restrukturierungsmaßnahmen müssen wir diese Prozesse nur anstoßen und laufen lassen. Vorher sollten wir sie aber verstehen. Restrukturierungen sind in den letzten 40 Jahren nicht nur in Österreich, sondern auch in vielen Ländern Europas, sogar in Japan und China durchgeführt worden.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

O. Univ. Prof. i.P.
 DI Dr. H. Wolfgang Weinmeister
 Universität für Bodenkultur,
 Institut für Alpine Naturgefahren
 e-mail: weinm@edv1.boku.ac.at

Literatur / References

ARBEITSGEMEINSCHAFT FLIESSGEWÄSSER (1989): Vergleich der ökologischen Qualität einer begradigten und einer mäandrierenden Strecke am Oichtenbach (Salzburg), Natur und Landschaft 65 Jg. H. 11, S. 517-523

BRAUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. zit. nach ARGE-FLIESSGEWÄSSER (1989)

BRETSCHKO, G. (1990): Hydrobiologische Zustandsfaktoren - ihre Veränderung durch Aus- und Rückbauten, Landschaftswasserbau Heft 10, TU-Wien, S. 183-192

EBERSTALLER, J., HAIDVOGL, G., JUNGWIRTH, M. (1997): Gewässer- & Fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung, Wien, BOKU, S. 90

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Stuttgart, Ulmer, S. 1095

FRIESELL, CH. A., LISS, W.J., WARREN, CH.E., HURLEY, M.D. (1986): A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context, New York, Environmental Management Vol.10.Nr.2, pp. 199-214

FROMME E. (1968/1980): Revolution der Hoffnung, Stuttgart, Deutsche Verlagsanstalt, Bd. 4, S. 255-377

JUNGWIRTH, M., HAIDVOGL, G., MOOG, O., MUHAR, S., SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas, UTB 2113, Wien

MEADOWS, DE., MEADOWS, DO., ZAHN E., MILLIG, P. (1973): Die Grenzen des Wachstums - Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Reinbek bei Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Nr. 380 / 6825, S. 180

MUHAR, S. (1994): Stellung und Funktion des Leitbildes im Rahmen von Gewässerbetreuungskonzepten. Wiener Mitteilungen Bd. 120

SCHWEITZER, A. (1966/1984): Die Ehrfurcht vor dem Leben - Grundtexte aus fünf Jahrzehnten, München, C.H. Beck, S. 167

SCHWÖRBEL, J. (1977): Einführung in die Limnologie, Stuttgart New York, Gustav Fischer, UTB 31, S. 191

STATZNER, B. (1983): Ökologie gleich Ökonomie am Beispiel heimischer Bäche, Kosten der Zerstörung und Renaturierung von kleinen Fließgewässern, Umschau Heft 12, S.368-373

STIFTER, A. (1853): Vorrede in "Bunte Steine" - "Das sanfte Gesetz", München, Winkler Verlag, Gesamtausgabe, Bd. S. 10-11

STRAHLER, A. N. (1957): Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, in CHOW et al. (1964): Handbook of Applied Hydrology, New York, McGraw-Hill

VESTER, F. (1978): Unsere Welt - Ein vernetztes System, Stuttgart, Klett-Cotta, S. 191

VOLLRATH, H. (1976): Grundzüge der Typisierung und Systematisierung der Flußauen nach Beispielen aus Bayern, Die Erde 1976/4, S. 273-296

WEINMEISTER, H.W. (1988): Ökonomie und Ökologie am Beispiel des Schutzwasserbaues, INTERPRAEVENT 1988, Tagungspublikation Band 4, Graz, S. 339 - 376.

WEINMEISTER, H.W. (1993): Ein Beispiel für eine naturnahe Verbauung eines schotterführenden Wildbaches, Natur und Landschaft 68. Jg. H. 6, S. 307-308.

ANTON GWERCHER, SIEGFRIED SAUERMOSE

Lawinenanbruchverbauung Breitlehner-Lawine: Erfahrungen mit Schneenetzen unter schwierigen Bedingungen

Avalanche Protection Site "Breitlehnerlawine": Experiences with Snow Nets under Extreme Circumstances

Zusammenfassung:

Die Lawinenverbauung an der Breitlehner-Lawine in der Gemeinde Telfs wurde im Jahre 2004 begonnen und konnte im Jahre 2013 abgeschlossen werden. Als Verbauungstyp wurde eine Anbruchverbauung mit Schneenetzen gewählt, welche sich nach Prüfung verschiedenster Varianten und unter Berücksichtigung von zeitgemäßen Umweltstandards als die optimalste Verbauungsvariante erwies. Da der Einsatz von Schneenetzen in Österreich unter solch schwierigen Bedingungen nicht üblich ist und daher wenige Erfahrungen vorlagen, wurde im Zuge der Projektgenehmigung eine umfangreiche Dokumentation und der Einsatz von verschiedenen Netztypen zu Vergleichszwecken vereinbart. Ebenfalls wurde eine wissenschaftliche Begleitung, welche eine Dokumentation von auftretenden Drücken messtechnisch erfassen sollte, durchgeführt. Die Erfahrungen in der praktischen Umsetzung des Projektes zeigen deutlich, dass der Einsatz von Netzen in schwierigem, stark kupiertem und steilem Gelände deutlich schwieriger ist als der von starren Stützwerken. Die messtechnische Überwachung der auftretenden Kräfte ergab eine gute Übereinstimmung mit den nach Häfeli (1954) zu erwartenden Werten.

Stichwörter:

Anbruchverbauung, Schneenetze, Breitlehner-Lawine

Abstract:

From 2004 to 2013, avalanche protection was erected on the mountain Hohe Munde in the community of Telfs in Tyrol. It was decided to use flexible supporting structures in the starting area of the Breitlehner avalanche path. Because of a lack of experience in using snow nets in such steep and structured landscape, an exact documentation of the work was agreed. Also agreed was the scientific attendance of the project to find out maximum tensile forces in different parts of the nets. The general experience shows much more difficulties by using flexible supporting structures instead of rigid constructions in difficult slopes. The measurement of tensile forces shows in general a good correlation with calculated values according to the Häfeli (1954) method.

Keywords:

Avalanche defense in the starting zone, snow nets, Breitlehner avalanche

Einleitung

Die Marktgemeinde Telfs liegt an den Südabhängen der „Hohen Munde“ und des „Seefelder Sattels“ im Inntal auf einer Seehöhe von 634 m. Das Gemeindegebiet besteht aus verschiedenen Siedlungskernen, dem Hauptort am Schwemmkegel des Griesbaches, St. Georgen am Schwemmkegel des Saglbaches/Erzbergklambaches, „SAGL“ am Schwemmkegel des Saglbaches sowie den Weilern Brand, Baierbach, Buchen und Mösern am Südabhang der Seefelder Senke. Unmittelbar am Talboden des Inntales liegt der Weiler Platten. Durch die starke Besiedlung der vorhin genannten Schwemmkegel traten in der Vergangenheit wesentliche Gefährdungen durch die genannten Wildbäche für das Siedlungsgebiet von Telfs auf. Aufgrund des großen Gefährdungspotenzials für das Siedlungsgebiet von Telfs durch die Wildbäche erfolgte auf Wunsch und Drängen der Marktgemeinde Telfs in den 1980er- und 1990er-Jahren eine intensive Verbauungstätigkeit der Wildbach- und Lawinenverbauung. So wurden die Wildbäche Griesbach, Saglbach/Erzbergklambach und

Saglbach verbaut, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Siedlungsgebiet von Telfs durch Gefährdungen der genannten Wildbäche weitestgehend als gesichert angesehen werden kann, was auch durch den aktuell gültigen Gefahrenzonenplan bestätigt wird.

Der Ortsteil „Sagl“ wird aber zudem durch die Breitlehner-Lawine, welche am „Hohe-Munde-Ostgipfel“ anbricht, gefährdet. Unter extremen Voraussetzungen kann diese Lawine bis ins Siedlungsgebiet vordringen, was die Chronik durch sehr seltene Lawineneignisse bestätigt. Insbesondere die nach dem Lawinenwinter 1999 aufgrund verschärfter Richtlinien vorgenommene Ausweitung der Gefahrenzonen der Breitlehner-Lawine führte zu einer hohen Sensibilisierung der betroffenen Bevölkerung und damit auch zu einem hohen Verbauungsdruck.

Das Einzugsgebiet der Breitlehner-Lawine

Das Anbruchgebiet der Breitlehner-Lawine liegt am Südabhang der „Hohen Munde“, nordöstlich der Marktgemeinde Telfs, oberhalb des Ortsteiles „SAGL“. Es ist insgesamt ca. 16 ha groß und

erstreckt sich vom Ostgipfel der „Hohen Munde“ (2.595 m) im Westen über den Rand des Gipfelplateaus am östlichen Rand bis südlich der „Rauth-Hütte“. Die obersten felsigen Hangbereiche haben eine durchschnittliche Hangneigung von ca. 35°, eine exakte Abgrenzung des potenziellen Anbruchgebietes nach unten ist nicht möglich, da die gesamte Südflanke der Hohen Munde eine Neigung von über 30° aufweist, bzw. sich in unteren Hangbereichen deutlich steilere Abschnitte befinden. Das Anbruchgebiet weist eine hohe Rauigkeit auf (Abb. 2), welche aber bei hoher winterlicher Schneelage durch Schneeeinwehungen von Nordwesten deutlich ausgeglichen wird (Abb. 1). Durch die exponierte Lage nach Nordwesten und den ausgeprägten Plateaugipfel wirkt dieser als deutliches Nährgebiet. Schneeablagerungen am Plateau werden durch die vorherrschenden Nordwestwinde in das Anbruchgebiet verfrachtet.



Abb. 1:
Oberstes
Anbruchgebiet
der
Breitlehner-
Lawine

Fig. 1: Highest
part of the
starting
zone of the
Breitlehner
avalanche

Die Sturzbahn der Lawine beginnt bei einer Seehöhe von ca. 2.200 m und teilt sich deutlich in einen östlichen und einen westlichen Bereich, welche durch eine tief eingeschnittene Schlucht im zentralen Sturzbereich deutlich getrennt sind. Die Sturzbahn der Lawine geht bei ca. SH 1.200 m in einen flacheren Bereich, in die sogenannte Breitlahn über, welche eine tiefe Erosionsmulde in den Schutthalden unterhalb der Felsbereiche darstellt. Diese weisen im unteren Bereich eine deutlich verringerte Neigung auf. (Durchschnittlich 15–20°). Am Ausgang einer tief eingeschnittenen Erosionsrinne beginnt der potenzielle Auslaufbereich, der auch mit der Situierung des Weilers Sagl zusammenfällt. Der 10°-Punkt der Lawinenbahn und damit zumindest der theoretische Beginn des Auslaufbereiches liegt auf SH 700 m.

Der Auslaufbereich der Lawine wird durch den Schwemmkegel des Saglbaches geprägt und reicht bis in den ebenen Talboden des Inntales.



Abb. 2: Ein Detailbild des oberen Anbruchgebietes zeigt die hohe Rauigkeit

Fig. 2: Detail view of the starting area shows the high degree of roughness

Lawinenchronik

Jänner Februar, März 1937:

1890–1900:

Mehrere Lawinen brachen am „Mundekopf“ an und verbreiteten sich über den ganzen Saglbach-Mittellauf.

In diesem Zeitraum soll nach mündlicher Überlieferung ein Lawinenabgang von der „Hohen Munde“ bis nach Oberhofen, eine südlich des Inns gelegene Gemeinde, gewirkt und dort leichte Schäden an Gebäuden verursacht haben.

2. März 1956:

Ein Staublawinenabgang verursachte größere Waldschäden im Bereich der „Breitlahn“ nördlich des „Arzkopfes“. Circa 2.000 fm Holz wurden geworfen. Ein Luftstoß fuhr in das Tal des Saglbaches nieder und warf die letzten Bäume im Schluchtabschnitt oberhalb des „Sägewerkes Neuner“ am Schluchtausgang. In der neuen Siedlung „Sagl“ und in „Brand“ war die Luftdruckwir-

1914, 1915, 1916, 1917:

Die gemeldeten Lawinenabgänge erreichten im Saglbach Lauflängen von 1.800 m–2.000 m und Breiten zwischen 40–80 m. Außer Wald waren keine Schäden zu verzeichnen.

kung deutlich zu spüren. Es wurde aber nichts beschädigt. Die Wände und Fenster waren mit einer Schneeschicht beschlagen.

1960:

Lawinenabgang verursacht im Bereich „Breitlahn“ geringfügige Waldschäden.

3. Februar bis 15. März 1970:

Es wurden mehrere Grund- und Fließlawinen,



Abb. 3: Gefahrenzonen der Breitlehner-Lawine vor Errichtung der Verbauung.

Fig. 3: Hazard zones for the Breitlehner avalanche before implementing protection work

die alle vor Erreichen des Saglbaches zum Stehen kamen, gemeldet. Es traten Schäden im Ostteil der hier stockenden Waldbestände im Ausmaß von ca. 4 ha bis 5 ha auf.

März 1986:

Wieder erfolgte ein Abbruch von der Ostspitze der „Hohen Munde“. Auf „Breitlahn“ wurden 20 ha Wald geworfen. In der Siedlung von „Sagl“ schneite der Staubanteil, ohne Druckwirkungen zu erzeugen, auf die Gebäude aus. Es war jedoch ein Schneepflugeinsatz in „Sagl“ notwendig.

Februar 1999:

Sperrgebietserklärung im gesamten Ortsteil „Sagl“ und Teilevakuierung auf die Dauer von mehreren Tagen.

Gefährdungspotenzial

Aufgrund der Lawinenchronik und auf Basis vertiefter Untersuchungen der Breitlehner-Lawine wurde im Zuge der Erstellung des Gefahrenzonenplanes für die Gemeinde Telfs eine große Rote und Gelbe Gefahrenzone ausgewiesen. Als potenzielle Gefährdung kann das Auftreten von zwar sehr seltenen, dafür aber umso größeren Staublawinen nicht ausgeschlossen werden. Dies wird auch durch die Modellierung mit SAMOS bestätigt, welches zum Zeitpunkt der Erstellung im Jahre 2003 das einzige Modell war, mit dem man den Staubanteil einer Lawine zumindest näherungsweise berechnen konnte. Von einer Gefährdung durch Fließlawinen konnte man nicht ausgehen, derartige Ereignisse waren auch aus der Chronik der Lawine nicht bekannt. Schwierig war die Bewertung des vage überlieferten historischen Ereignisses, welches auf der anderen Talseite des Inntals noch Spuren hinterlassen haben soll.

Projektplanung

Seitens der Marktgemeinde Telfs gab es schon lange Bemühungen um eine Verbauung der Breitlehner-Lawine; die ersten Verbauungsanträge gehen auf das Jahr 1962 zurück. Durch die Ausweitung der Gefahrenzonen im Jahr 2000 bei der Überarbeitung des Gefahrenzonenplanes für die Gemeinde Telfs auf Basis der neuen Abgrenzungskriterien wurden diese Bemühungen noch verstärkt. Im Jahre 2003 wurde daher ein Schutzprojekt ausgearbeitet, welches Grundlage für die Verbauungsmaßnahmen war.

Verbauungsziel war die Verhinderung von Lawinen mit großen Drücken, welche bis ins Siedlungsgebiet vordringen konnten. Nach Umsetzung der Verbauungsmaßnahmen sollte keine Rote Gefahrenzone mehr im besiedelten Bereich vorhanden sein.

Nach Prüfung verschiedener Varianten auch im Auslaufbereich entschloss man sich im Zuge der Projektierung für die Errichtung einer Stützverbauung mit flexiblen Stützwerken in Form von Schneenetzen. Die Entscheidung zugunsten von Netzen wurde aus Umweltschutzgründen gefällt, da damit die Verbauung vom Inntal aus kaum sichtbar ist. Auch das häufige Auftreten von Steinschlägen ließ die Eignung für Stahlschneebrücken nur begrenzt zu. (Abb. 4)

Da man davon ausgehen konnte, dass der Felsuntergrund die auftretenden Lasten vor allem in den bergseitigen Ankern aufnehmen konnte, bestanden bezüglich der Fundierungsmöglichkeiten keine Bedenken. Allerdings war die Erfahrung mit der Verwendung von Netzen in der Lawinenverbauung in Österreich nicht sehr ausgeprägt, weshalb im Zuge der Projektgenehmigung eine genaue Dokumentation der Erfahrungen und eine wissenschaftliche Begleitung festgelegt wurden. Im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung sollten vor allem die auftretenden Kräfte im Rahmen von messtechnischen Einrichtungen geprüft und

mit den derzeitigen Berechnungsrichtlinien nach Haefeli (1954) verglichen werden.

Im Zuge der Dokumentation sollten die Schwierigkeiten bei der Errichtung von Netzen dokumentiert und ein kritischer Vergleich mit der Errichtung von Stahlschneebrücken hergestellt werden. Vor allem beim Einbau von Netzen in schwierigem, deutlich kupertem und von zahlreichen kleinen Unebenheiten und Schluchten unterbrochenem Gelände bestanden nur geringe Erfahrungen. Es wurde im Zuge der Projektgenehmigung auch festgelegt, verschiedene Netztypen auf ihre Eignung zu testen. Bei der Planung des Projektes war man von Mehrkosten in der Höhe von ca. 20% gegenüber Stahlschneebrücken ausgegangen. Die erforderlichen Werkhöhen lagen zwischen 4,5 und 3 Meter.

Durch einen Verwehungszaun entlang des Plateaurückens des Munde Ostgipfels sollte der Schneeeintrag in das potenzielle Anbruchgebiet deutlich reduziert werden.

Für die Aufschließung der Baustelle wurde ausschließlich auf Hubschraubertransport gesetzt, die Errichtung eines Seilkranes oder eines Aufschließungsweges waren nicht möglich. Die Einrichtung und laufende Versorgung des Baufeldes mit Hubschrauber setzte einen hohen Grad an logistischem Aufwand voraus.

Im Zuge der Planung der Stützverbauung wurde die Verbauungsgrenze nach unten nur vage definiert. Mittels Simulationsmodellen sollten laufend Lawinen aus den verbleibenden Restanbruchgebieten untersucht werden. Es war von vorne herein klar, dass eine vollständige Abdeckung der potenziellen Anbruchgebiete nicht möglich sein wird.

Im Zuge der Projektplanung wurde auch die Sicherheitsfrage für die Mitarbeiter, welche die ganze Woche im Containerlager verbringen und sich in dem steilen steinschlaggefährdeten Gelände aufhalten mussten, intensiv bearbeitet und ein SIGE-Plan für das Baufeld erstellt.



Abb. 4: Anbruchverbauung mit Schneenetzen; der untere Teil des Anbruchgebietes wurde nicht mehr gesichert, Untersuchungen ergaben, dass Lawinen aus diesem Restanbruchgebiet die Siedlung nicht mehr gefährden können.

Fig. 4: Flexible supporting structures in the starting area of the Breitlehner avalanche; avalanches that start from the area below the construction are not a threat to the settled area.

Projektumsetzung

Als erste Stufe der Projektumsetzung war die Errichtung eines Lagers für die Partie auf dem Plateau des Hohen-Munde-Ostgipfels vorgesehen. Dieses musste dafür geeignet sein, dass eine Mannschaft von zehn Mitarbeitern dort leben konnte, und musste auch gegen natürliche Einflüsse wie Sturm oder Gewitter gewappnet sein. Es wurden eine Reihe von Containern auf den Standort geflogen, welche mittels einer gemeinsamen Dachkonstruktion verbunden wurden (Abb. 5).

In den Jahren 2004 bis 2013 wurden unterhalb des Gipfelplateaus 1.864,5 lfm oder 4,5 ha Schneenetze errichtet. Die Netzwerkhöhe in Gratnähe wurde mit Werken der Type DK 4.5/2.5/1.1 und im restlichen Bereich der

Anbruchverbauung mit Typen DK 4.0/2.5/1.1 und teilweise auf Rücken mit Typen DK 3.0, 3.5/2.5/1.1 gewählt.

Zudem wurden am Gipfelplateau 5 Treibschneezäune (insgesamt 301,5 lfm) in Stahl mit Werkshöhen von 3,0 m bis 6,0 m Höhe errichtet. Wie die Beobachtungen der Schneeverteilung am Gipfelplateau in den vergangenen Jahren zeigte, konnte der Eintrag von Treibschnee in das Anbruchgebiet durch diese Anlage drastisch reduziert werden. Örtliche Erhebungen in der Verbauungsperiode ergaben eine Schneeablagerung im Bereich des Plateaus von im Mittel zwischen 40 und 50.000 m³.

Die Baustelle wurde mangels eines Aufschließungsweges ausschließlich mittels Hubschrauber versorgt. Dies galt sowohl für den Betrieb der Unterkunft als auch für die Errichtung

der Anbruchverbauung und der Treibschneeanlage. Insbesondere handelte es sich dabei um die Lieferung von Brauchwasser für die sanitäre Versorgung der Unterkunft und Bauwasser für die Fundierungsarbeiten der Schneenetze und der Treibschneezäune. Weiters wurden die Arbeitertransporte (zu Wochenbeginn und Wochenende) sowie die Versorgung mit Lebensmittel, Gas, Treibstoffen, Baumaterialien und Baumaschinen, etc. mittels Hubschrauber abgewickelt. Für die Versorgung der Baustelle wurden zwei Hubschrauberplattformen eingerichtet, wovon sich eine im Tal am Lagerplatz und eine am Gipfelplateau in der Nähe der Unterkunft befand. Da sich das Gipfelplateau aber sehr oft in einer Nebelzone befand und somit auch keine Flugbewegungen möglich waren, wurde zusätzlich im Mittelbereich auf einer Seehöhe von ca. 2.100 m ein dritter Hubschrauberlandeplatz eingerichtet.

Bis zu dieser Seehöhe ist es meistens nebelfrei, weshalb dieser bei überraschend einfallendem Schlechtwetter auch als An- und Abtransport der Arbeiter sowie als Rettungs- und Erste-Hilfe-Platz genutzt wurde.

Für die Erkundung, ob die Wetterverhältnisse ein Arbeiten im Anbruchgebiet oder Gipfelplateau zulassen, wurde am Gipfel eine Wetterstation installiert, die die Daten (Temperatur, Wind, etc.) über ein Modem an die E-Mail-Adresse des Lokalbauführers (Gebietsbauleitung) und den Partieführer weiterleitete. Zur Erhaltung verlässlicher Wetterdaten wurde zudem laufend, insbesondere aber an den Wochenenden, intensiver Kontakt mit der Wetterdienststelle Innsbruck der ZAMG gehalten.

Die jährliche Bauzeit war aufgrund der Schneelage im Anbruchgebiet und am Gipfelplateau sowie den Schlechtwetterphasen mit Schneefall und Dauerregen auf die Monate Mitte Juni bis Mitte Oktober eines jeden Jahres beschränkt und betrug somit im Schnitt lediglich zwischen 3 und

4 Monate oder ca. 70 Arbeitstage, dies ist auch die Hauptursache, dass für die Errichtung von 2 km Stahlschneebrücken ein Zeitraum von 9 Jahren in Anspruch genommen werden musste.

Die Anzahl der Arbeitskräfte auf der Baustelle betrug im Durchschnitt 10 Mann inkl. Partieführer. Der Bauzeitraum für die Errichtung der Schutzmaßnahmen betrug insgesamt 9 Jahre oder 630 Arbeitstage. Insgesamt wurden für die Errichtung der Schutzmaßnahmen ca. 41.000 Arbeitsstunden aufgewendet. Für die Ankerungen mussten ca. 6,1 km Bohrlöcher (dm 90 mm) gebohrt werden. Davon entfielen auf die Anbruchverbauung ca. 5,4 km und auf die Treibschneeanlage ca. 0,7 km. Für die Verpressung (Injizierung) der Anker wurden 150 t Ankermörtel eingesetzt. Für die Sicherheit der Arbeiter, den Quertransport der Baumaterialien sowie die Errichtung von Fluchtwegen mussten insgesamt ca. 6,7 km Arbeitsbühnen mit eigens für diese Baustelle entwickelten (teleskopierbaren) Geländern errichtet werden.

Für den Personen- und Materialtransport sowie die Versetzung der Netzwerke und des Treibschneezäunes und die Umsetzung der Baumaschinen mussten insgesamt ca. 16.200 Flugminuten (270 Flugstunden) aufgewendet werden. Während der gesamten Bauzeit kam es „lediglich“ zu zwei/drei kleineren Unfällen mit geringer Körperverletzung, was darauf zurückzuführen war, dass die Einhaltung der vorgegebenen Sicherheitsbestimmungen (SIGE-PLAN und laufende Baustellenevaluierungen sowie Benützung der PSA) sehr ernst genommen wurde. Dies ist auch auf die persönliche Umsichtigkeit der Arbeiterschaft, die laufenden Schulungen derselben in Bezug auf das Verhalten und Arbeiten im Steilgelände sowie die permanente Kontrolle der Sicherheitsanweisungen durch den Partieführer, den Lokalbauführer, den Arbeitsinspektor, die SI-Fachkraft, den Arbeitsmediziner sowie einen Geologen der Stabstelle für Geologie zurückzuführen.



Abb. 5:
Baustellenlager und
Unterkunft auf dem
Gipfelplateau der Hohen
Munde

Fig. 5:
Accommodation rooms for
the staff on the plateau of the
Hohe Munde summit

In diesem Zusammenhang ist auch anzuführen, dass die Rettungskette so organisiert war, dass die für solche Einsätze alarmierten Helis (POLIZEI, ÖEAMTC und Wucher-Helikopter) über die Koordinaten der jeweiligen Heli-Plattformen verfügten und so ein eventueller Rettungseinsatz nicht nur

am Tag, sondern auch in den Nachtstunden erfolgen hätte können. Dies stärkte natürlich auch die „Psyche“ der Partie enorm, da sie wusste, dass, wenn etwas passiert, sich der Lokalbauführer und Partieführer dafür einsetzen würden, dass rasche Hilfe zur Stelle, was dann auch so war.



Abb. 6:
Endmontage von
GEOBRUGG Netzen

Fig. 6:
Final assembly of
GEOBRUGG nets



Abb. 7: Baustellenhilfseinrichtung in Form von Holzwegen entlang der Bohrebenen

Fig. 7: Wooden bridges for walking along the contour line for drilling



Abb. 8:
Drei Bohrebenen
erfordern die
Errichtung von drei
Manipulationsbrücken
in unterschiedlichen
Ebenen.

Fig. 8:
Three different height
levels for drilling
requires three levels
of wooden bridges



Abb. 9:
Fixierung des
Netzes am
bergseitigen
Seilanker mit
Verbindungsseilen.

Fig. 9:
Fixing of the net
on the uphill rope
anchor with a
connecting rope



Abb. 10: Transport
der Netze mittels
Hubschrauber

Fig. 10: Helicopter
transport of snow
nets

Kosten

Die Laufmeterkosten für die Lawinennetze betragen im Bauzeitraum inkl. Ankerungen (Zug- und Druckanker) brutto ca. 1.175,- €.

Die Laufmeterkosten für die Treibschneeanlage betragen im Bauzeitraum inkl. Ankerungen (Zug- und Druckanker) brutto ca. 1.015,- €. Die Gesamtbaukosten für die Anbruchverbauung mittels Schneenetzen und die Treibschneeanlage betragen insgesamt ca. 5,6 Mio. € wovon ca. 50 % (2,8 Mio.) auf die Schneenetzenverbauung, ca. 8 % (0,45 Mio.) auf die Treibschneeanlage, ca. 1 % auf die technologische Entwicklung und ca. 41 % (2,3 Mio.) auf die allgemeinen Bauauslagen inkl. der Wetterstationen entfielen.

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung und Logistik waren aufgrund der alleinigen Aufschließung der Baustelle mit Hubschrauber extrem hoch, normalerweise betragen die allgemeinen Bauauslagen auf den Baustellen der Wildbach- und Lawinenverbauung ca. 15%

Die Kosten für die Lawinennetze waren um ca. 40% höher als jene von vergleichbaren Stahlschneebrücken. Sie waren somit höher als ursprünglich bei der Planung angenommen. Gründe dafür waren die extrem schwierigen Geländebedingungen in weiten Bereichen des Anbruchgebietes, welche die Situierung der Netze schwierig gestalteten. Generell war die Situierung von Netzen alleine schon deshalb schwieriger, da auf drei Ebenen gebohrt und in dem steilen Gelände auf jeder Bohrebene eine Logistikplattform errichtet werden musste (Abb. 7, 8)

Erfahrungen

Der Unterschied zwischen Stahlschneebrücken und Schneenetzen liegt im Wesentlichen darin, dass bei den Schneenetzen für die Fundierung drei Bohrebenen (Zuganker-Berg, Zuganker-Tal, seitliche Abspannungen und Druckanker Pendelstütze) mit jeweils drei Bühnen (je nach Gelände) erforderlich sind.

Gegenüber den Schneebrücken erfordert dies in einem steilen und zudem stark kupierten Gelände eine „präzise Absteckung“ im Gelände. Insbesondere müssen dabei die Netzneigungen (Netzgeometrie und Beachtung der auftretenden Kraft- und Zugrichtungen), die Seillängen bei den Abspannungsseilen zu den Talankern unter „Volllast der Netze“ (Es sollten daher keine Über- bzw. Unterspannungen bei den angesprochenen Seilen auftreten.) berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die seitlichen Abspannungen.

Weiters ist die Justierbarkeit der Netze mit den Bergankern zu den Netzkauschen zu beachten.

Die Aufstellung der Netze in einem (auch stark) kupierten Gelände ist grundsätzlich machbar, wenngleich auch schwieriger als bei Stahlschneebrücken. Zu beachten sind dabei die Stützenlängen (eventuell auch Stützenverlängerungen; solche haben wir auf der Breitlehner-Lawine erstmals eingesetzt). Bei einem stark kupierten Gelände ist der Einsatz von „Dreiecksnetzen“ der Vorzug zu geben, da durch ihre Flexibilität keine größeren Geländeänderungen notwendig sind. Unabhängig davon wäre jedoch zu beachten, dass in Mulden eine Werksreihe zumindest aus 2 Stützen (Werkslänge zwischen 6,0 m und 7,0 m) besteht. Einzelne Dreiecksnetze mit nur einer Stütze sollten nur in Ausnahmefällen (enges Profil) mit zusätzlichen „Abspannungen“ aufgestellt werden. Die Vorteile der Schneenetze gegenüber den Stahlschneebrücken liegen auch in einem „steinschlaggefährdeten“ Verbauungsbereich. Steinschläge mit Blöcken bis zu 40 cm können in der Regel von den Netzen schadlos aufgenommen werden. Unabhängig davon ist jedoch mit einer Beschädigung des Korrosionsschutzes



Abb. 11:
Seilankerkopf im Detail.

*Fig. 11:
Rope anchor head in detail*

zu rechnen. Generell geht man davon aus, dass mit einem Schneenetzen eine Steinschlagbelastung von ca. 200 kJ aufgenommen werden kann, während eine Stahlschneebrücke nur für eine Lastaufnahme von ca. 50 kJ geeignet ist.

Schneenetze sollten grundsätzlich nur in felsigen Anbruchgebieten errichtet werden. Bei Lockerböden sind auf jeden Fall Betonfundamente (in solchen Fällen würden sich die Kosten für die Schneenetze deutlich erhöhen) bei den Stützen erforderlich, was bei den Stahlbrücken durch die aufgelösten Ankersysteme nicht erforderlich ist.

Bezüglich der Zufriedenheit der Arbeiter mit der Ausführung der Schneenetzenverbauung kann grundsätzlich festgehalten werden, dass diese nach einer gewissen Einarbeitungszeit (1. Jahr) sich mit dieser Art der Verbauung durchaus angefreundet haben und keine wesentlichen Klagen während der gesamten Bauzeit an mich herangetragen wurden. Bei der Versetzung der Netze mittels Hubschrauber waren allerdings in der Regel sechs Arbeiter gebunden, bei den Stahlschneebrücken genügen in der Regel vier Mann. Voraussetzung ist – dies gilt wohl grundsätzlich–

dass in der Regel ein eingespieltes Heli-Team zur Verfügung steht. Der Nachteil bei der Aufstellung der Netze ist, dass diese zum Zeitpunkt der Versetzung nur provisorisch erfolgen kann und die Netze erst nachher fixiert werden können. Wesentlich weniger bis gar kein Aufwand ist bei der Versetzung der Stahlschneebrücken erforderlich, wenn man die „Nachmontage“ der Zwischenbalken außer Acht lässt.

Bezüglich des zu erwartenden Erhaltungsaufwandes liegen bis dato keine seriösen Kostenaufzeichnungen vor. Auf der Breitlehner-Lawine hatten wir in den letzten Jahren jedenfalls faktisch nur marginale bis gar keine Aufwendungen. In der Breitlehner-Lawine hängt dies jedoch unmittelbar mit Steinschlägen und Verletzungen durch „Reibungen“ der am Boden „liegenden“ Seile (Netz- und Ankerseile) zusammen. Wichtig auf jeden Fall ist eine ein- bis zweijährliche Kontrolle der Netze, Seile und Seilklemmen sowie Ankersysteme. Grundsätzlich rechnet man als Richtwert für „Betreuungsarbeiten an der Schneenetzenverbauung mit ca. 5 bis 10% höheren Kosten als bei den Stahlschneebrücken.



Abb. 12:
Netzverbauung im Sommer,
die Sichtbarkeit vor dem
grauen Dolomit ist sehr
gering

*Fig. 12:
Avalanche protection
with nets, the visibility is
very low, especially with
grey dolomite rock as
background*



Abb. 13: In ebenmäßigem Gelände sind die Netze leicht anzuordnen

Fig. 13: Avalanche nets in a row in simple landscape

Wissenschaftliche Begleitung

Ergänzend zu den Verbauungen an der Breitlehner-Lawine wurde auf dem Hafelekar in Innsbruck ein Testfeld eingerichtet, in dem drei verschiedene Typen von Schneenetzen instrumentiert wurden, um auftretende Zug- und Druckkräfte feststellen zu können. Das Hafelekar wurde deshalb gewählt, da es von der Morphologie, der Höhenlage und der Hangexposition mit der ca. 25 km weiter westlichen Hohen Munde vergleichbar ist und durch die Hafelekarbahn ein dauernder Zugang auch während des Winters gewährleistet wurde. Ziel des Projektes war es, die derzeit übliche Bemessungsmethode nach Haefeli (1954) mit modernen Messmethoden zu überprüfen. Das

Ergebnis der Messungen zeigt deutlich, dass die Berechnungen von Haefeli auf der sicheren Seite der Lastannahmen angesiedelt sind.

Die Erfahrungen mit Netzen auf der Hohen Munde gemeinsam mit den Messwerten auf dem Hafelekar wurden zu einer Praxisanleitung für die Verwendung von Schneenetzen für den internen Gebrauch bei der Wildbach- und Lawinenverbauung zusammengefasst.

Auch bei der Entwicklung der ON-Regeln für den Permanenten Technischen Lawinenschutz (ONR 24806) wurden diese Erfahrungen eingebaut. Insbesondere die Notwendigkeit eines Betonfundamentes bei der Verwendung von Seilankern im Lockermaterial wurde infolge von auftretenden Querkräften vorgeschrieben.



Abb. 14: Instrumentiertes Schneenet auf dem Hafelekar zur Ermittlung von auftretenden Kräften

Fig. 14: Snow net with measuring system to measure tensile and pressure forces

Anschrift der Verfasser / Authors' adresses:

Ing. Anton Gwercher
Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Mittleres Inntal
Josef Wilbergerstr. 41
6020 INNSBRUCK
anton.gwercher@aon.at

DI Siegfried Sauermoser
Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Tirol
Wilhelm Greilstrasse 9
siegfried.sauermoser@die-wildbach.at

Literatur / References

- HAEFELI, R. (1954):
Lawinenverbau im Anbruchgebiet – Vorschläge und Berechnung von Netzwerken, Zürich
- RAMMER, LAMBERT; GRANIG, MATTHIAS (2009):
Three years snownet project Hafelekar/Innsbruck; ISSW09, Davos, Switzerland
- WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG (2003):
Technischer Bericht Verbauungsprojekt Breitlehner Lawine (unveröffentlicht).
- WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG (2014):
Ausführungsnachweise Breitlehnerlawine 2004 – 2013 (unveröffentlicht).
- BMLFUW (2006):
Tätigkeitsbericht 2006, Wien.
- BMLFUW (2012):
Praxisempfehlungen für den Einsatz von Schneenetzen, Wien.

ANDREAS DREXEL

Konstruktive und statische Problemstellungen bei der Anpassung bestehender Anbruchverbauungen am Beispiel der Großtal-Lawine in Galtür

Adaption of Snow Bridges in the Großtal Avalanche in Galtür - Constructive and Static Problems

Zusammenfassung:

Die Dimensionierung der Werkhöhen von Anbruchverbauungen wie Schneebrücken oder Schneerechen war und ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Unsichere metrologische Daten müssen in Formeln gepackt werden. Viele Unbekannte, wie Einwehungen bzw. der Einfluss der zu erstellenden Verbauung auf das Windfeld, müssen gutachterlich beurteilt werden. Speziell in älteren Baufeldern ist, nicht zuletzt aufgrund der damals nicht vorhandenen bzw. zu kurzen meteorologischen Messreihen, die Gefahr der höhenmäßigen Überlastung der Anbruchverbauungen sehr groß. Ein Beispiel für eine Anpassung der Werkshöhe $[H_k]$ bzw. der wirksamen Rosthöhe $[D_k]$ in bestehenden Verbauungen soll in diesem Artikel näher erläutert werden.

Stichwörter:

Lawinenverbauung, Anbruchverbauung, Schneebrücken, Sanierung

Abstract:

The design height of the snow support structures in the starting zone of an avalanche is afflicted with uncertainty. A lot unstable data such as wind, influence of the wind field, extreme snow levels, etc. had to be entered into formulas or set by expert opinions. Especially in old construction field there is a high risk of overloading support structures because of a lack of available metrological data at the time of planning and construction. This article will provide an example of the adaption the design height of support structures.

Keywords:

Snow support structures, maintenance, avalanche protection work

Einleitung

Die Bemessung der Anbruchverbauungen war und ist eine Herausforderung für den Projektanten. Nach wie vor ist die Datenlage der maßgebenden Einflussgrößen als spärlich zu beurteilen. Wird nun eine fertig gestellte Anbruchverbauung häufig „überschneit“, das heißt hinsichtlich ihrer Wirkungshöhe überlastet, stellt sich die Frage der Verbauungsadaptierung bzw. -optimierung.

Nachfolgend sollen anhand eines Fallbeispiels die Probleme und Lösungsansätze für eine Erhöhung bestehender Stahlschneebrücken aufgezeigt werden. Dabei wird detailliert auf die Belastungsannahmen und statischen Überlegungen eingegangen. Daran anschließend werden die Kosten dieser Adaptierung in Relation zur Alternative „Abtrag der Schneebrücken und Neuerrichtung einer höheren Anbruchverbauung“ anhand des Fallbeispiels Großtal-Lawine im Tiroler Oberland dargestellt. Letztlich sollen die im Zuge der Umsetzung gewonnenen Erfahrungen in die abschließenden Überlegungen miteinfließen.

Beschreibung der Großtal-Lawine in Galtür

Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet liegt an der orographisch linken Talseite des Paznauns in der Gemeinde Galtür. Es ist nach Süd-Südost exponiert, weist eine flächige Form auf und ist als staublawinenfähig zu beurteilen.

Das Anbruchgebiet erstreckt sich von 2.300 auf 2.700 müM und weist eine Fläche von ca. 8 ha auf. Davon sind ca. 6 ha mit Stahlschneebrücken verbaut. Die Neigung im Anbruchgebiet variiert von extrem steilem Felsgelände bis hin zu ca. 30° geneigten Jungschutthalde.

Die Sturzbahn der Großtal-Lawine ist zumindest teilweise kanalisiert und erstreckt sich von 2.300 auf ca. 1.800 müM. Daran schließt der ausgeprägte Schwemmkegel des Großtalbacheses an, wobei Neigungen unter 10° erst am Talboden auf ca. 1.600 müM erreicht werden.

Ereignisgeschichte

In der Galtürer Chronik wird die Großtal-Lawine am Neujahrstag 1616 erstmals mit einem Todesopfer erwähnt: beim Füttern des Viehs wurde eine Bäuerin Opfer des Weißen Todes. Bis zum beginnenden 18. Jahrhundert folgten noch zwei weitere größere Lawinenabgänge mit Opfern und

Schäden. Im 18. Jahrhundert und im ersten Teil des 19. Jahrhunderts wurde die Lawine in der Chronik nicht mehr erwähnt. Ab 1888 gab es in rascher Folge zahlreiche Meldungen über Lawinenabgänge aus dem Anbruchgebiet der Großtal-Lawine. Bis zum Jahre 1975 sind zehn größere Lawinenabgänge mit Schäden bspw. am Pfarrwidum und an diversen Brücken überliefert.



Abb. 1:
Aufräumarbeiten nach dem Lawinenabgang 1967; auf dem Bild kann man zwei der 30 Kraftfahrzeuge erkennen

Fig. 1:
Cleaning up after the avalanche disaster of 1967; two of the thirty cars which were destroyed can be seen in this picture

Die Lawine von 1967, der Auslöser der nachfolgenden Verbauung, hatte mit einer geschätzten Kubatur von 240.000 m³ ungeahnte Ausmaße. Neben vier leicht verletzten Gästen führte dieser Lawinenabgang am 20. März zur vollständigen Zerstörung einer Mechanikerwerkstatt und dreißig (!) Kraftfahrzeugen. Fünf Wohnhäuser wurden erheblich beschädigt (Abb. 1).

Letztmalig fand in diesem Einzugsgebiet ein Ereignis im Lawinenwinter 1998/1999 statt. Eine Lawine löste sich aus den ungesicherten Restanbruchgebieten unterhalb der Verbauung. Durch diesen Abgang kam es zu kleineren Sachschäden an Wohnhäusern und Kraftfahrzeugen. Dieses Ereignis im Bereich der Großtal-Lawine wurde jedoch vom Abgang der beiden „Nachbarlawinen“, der „Äußeren Wasserleiter-Lawine“ und der „Weißen Riefe“, mit deren verheerenden Wirkung für Galtür, überschattet.

Verbauungsgeschichte

Nach dem oben genannten Großereignis von 1967 wurde von der damals örtlich zuständigen Gebietsbauleitung Oberes Inntal ein Verbauungsprojekt ausgearbeitet und 1971 ministeriell verhandelt. Während der Jahre der Baumaßnahmen wurden die Beobachtungen der Schneeverteilung, Lawinenanbrüche und dergleichen im Einzugsgebiet der Großtal-Lawine fortgesetzt, was zum Ergänzungsprojekt 1976 führte. Das Projekt 2010 wurde als Sanierungs- und Ergänzungsprojekt ausgearbeitet; dieses Projekt beinhaltet auch den teilweisen Abtrag von bestehenden und die Neuerrichtung von höheren Werken.

Interessant erscheint die Anmerkung im Technischen Bericht 1971 zu den Lawinenwerken:

„Für eine eventuelle Erhöhung der Werkstypen 4,25 s [Anmerkung: Alpine-Montan-Schneeburgen mit einer wirksamen Rosthöhe (D_r) von

3 m] werden je Träger 2 Verlängerungsloch vorbereitet werden. Dies ermöglicht eine Erhöhung in Schneemulden um 0,5 m. [...] Die Grundplattenwerke wurden deshalb gewählt, da es sich bei dieser Flächenverbauung um eine Schutthalde am Fuße von Felsen handelt.“

In den Abbildungen 2 und 3 ist eines dieser „Grundplattenwerke“ während der Bauphase ersichtlich. Im betreffenden Schutthaldenbereich wurden diese Werke mittels Bagger eingegraben, die Schutthalde terrassenförmig angelegt.

Im Wesentlichen kamen am Bauort Großtal-Lawine ÖAM-Werke mit Wirkungshöhen von $DK= 3,0; 3,5$ und $4,0m$ und unterschiedlichsten Fundierungen zum Einsatz. Interessant erscheint die Tatsache, dass in der betreffenden Verbauung bereits Erhöhungen in geringem Umfang an Werken in den 80er-Jahren durchgeführt wurden. Indem man einen U-Formstahl in die Träger der Werke schweißte, erreichte man eine Erhöhung von 0,5 m bzw. einen Balken mehr (Abb. 4).

Das Projekt 2010 führte zur Ergänzung der Anbruchverbauung gegen SW (taleinwärts) mit Rosthöhen von $D = 4,5-5,0$ m und zur Neuerrichtung der obersten Werksreihe als Ersatz der weitestgehend durch Steinschlag zerstörten Stahlschneeburgen. Des Weiteren war geplant, die bestehenden Werke mit einer Wirkungshöhe von $DK= 3,0$ m durch neue mit $DK= 4,5$ m zu ersetzen.

Dieser beabsichtigte Abtrag und die Neuerrichtung führten zu den nachfolgend beschriebenen Überlegungen und in weiterer Folge zu den Erhöhungen der Stahlschneeburgen im Bauort. Da der größte Teil der zu erhöhenden Werke als sogenannte „Grundplattenwerke“ ausgeführt ist, die mittels Bagger errichtet und fundiert wurden, befindet sich, wie in Abb. 3 ersichtlich, unmittelbar bergseitig des Werkes eine ca. 4,0 m breite, ebene Trasse. Der hangparallele Schneedruck (S_N)

konnte aufgrund des dadurch stark reduzierten Gleitfaktors in den weiteren Überlegungen von 3,2 auf 2,4 reduziert werden. Deshalb wurden auch die vorhandenen Zugfundierungen (Grund-

platten) nicht explizit geprüft. Vielmehr wurden die zu erwartenden Kräfte in der Zugfundierung der zu bewegenden Bodenmasse gegenüber gestellt.



Abb. 2: Einbau eines ÖAM-Werkes 4,95s (Anmerkung Dk = 3,5 m) mit Rostfundierung auf der Lawinenterasse. Die Roste werden zusätzlich mit je einem T-Pfahl „angenagelt“.

Fig. 2: Installation of a support structure with the relevant height of 3.5 meters, the foundation will be fixed with a pale before filling it with soil material



Abb. 3: Einbau desselben Werkes wie in Abb. 2; der Bagger arbeitet am Aushub für die nächste Stahlschneebrücke.

Fig. 3: Fixing of the same support structure as in Figure 2. The excavating machine is working on the foundation of the next support structure.

Abb. 4: Erste einfache Erhöhungen von Werken in der Großtal-Lawine, vermutlich in den frühen 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts

Fig. 4: First simple increases in the support structures in the early 1980's



Dimensionierungsschneehöhe; die „Extreme Schneehöhe“

Eine maßgebende Bemessungsvariable und gleichzeitig die größte Unsicherheit bei der Bemessung von Anbruchverbauungen ist die „Extreme Schneehöhe“ [H_{ext}]. Laut ONR 24806: 2011 ist dies die lotrechte Dimensionierungsschneehöhe. Diese H_{ext} kann über die Gleichung (1) ermittelt werden. Idealerweise wird die Schneehöhe im Verbauungsbereich über einige Winter mittels Pegel gemessen. Es stehen aber auch andere Methoden, wie Ausaperungskartierungen, Sondierungen und neuerdings auch terrestrische Laserscans zur Verfügung.

$$H_{ext} = H_{max} * \frac{\bar{H}_{ext}}{\bar{H}_{max}} \quad \text{Gl. (1)}$$

H_{ext} lotrechte Dimensionierungsschneehöhe an einem Werkstandort, in m

\bar{H}_{ext} durchschnittliche lotrechte Dimensionierungsschneehöhe, ermittelt aufgrund von Messwerten der umliegenden Messstationen, in m

H_{max} maximal gemessene Schneehöhe am Werkstandort, ermittelt durch Sondierung, Pegel, Ausaperungskartierung und dergleichen, in m

\bar{H}_{max} durchschnittliche maximale Schneehöhe in einem Verbauungsgebiet, ermittelt aufgrund von Messwerten der umliegenden Messstationen, in m

Speziell auf älteren Baufeldern können u. a. folgende Gründe zur höhenmäßigen Unterdimensionierung von Anbruchverbauungen geführt haben:

- Die Messnetzdicke (Schneehöhe und Windmessung) in alpinen Regionen war wesentlich grobmaschiger als heute.
- Die Messreihen waren/sind für eine extremwertstatistische Auswertung zu kurz.
- Pegelmessungen sind vor Errichtung der

Anbruchverbauung unterblieben bzw. konnten aufgrund des Zeitdruckes nicht mehr durchgeführt werden.

Weiters wird das Windfeld, und damit die Schnee- verfrachtung in unmittelbarer Umgebung des Anbruchgebietes, durch die Verbauung in größ- tenteils unbekannter Weise beeinflusst. Margreth et al. (2011) weisen darauf hin, dass nach Fertig- stellung der Stützverbauung noch weitere Beob- achtungen der Schneeverteilung über mehrere Jahre notwendig sind, bis sich herausstellt „... ob die Wahl der Werkshöhe tatsächlich richtig war.“

In Tabelle 1 sind Verfahren, welche im Zuge der Projektierungen an der Großtal-Lawine zur Ermittlung der notwendigen Werkshöhe angewendet wurden, aufgelistet. Abschließend wurden diese um die Methode nach Leichtfried (2010) ergänzt. Würde letztere angewandt wer- den, wäre die Großtal-Lawine vom derzeitigen technischen Standpunkt aus nicht mehr verbau- bar. Die zu erwartende extreme Schneehöhe wäre zu groß.

In der Realität werden die Stützerke einer Anbruchverbauung zwar immer wieder über- schneit, Lawinen aus Verbauungen sind dennoch nur in kleinem Umfang bekannt. Dies obwohl ein „Jahrhundertwinter“ in der Betrachtungsperiode, nämlich 1998/1999, verzeichnet werden musste. Auch in der ONR 24806:2011 wird auf die Proble- matik der Lawinenabgänge in verbauten Anbruch- gebieten wie folgt eingegangen:

„Bei Anbrüchen [Anmerkung: innerhalb von verbauten Anbruchgebieten] verhindert die Stützverbauung das Mitreißen der Altschneede- cke und beschränkt flächenmäßig das Gebiet, über welches sich Scherrisse fortpflanzen kön- nen. Durch die Bremswirkung der Werke wird die Geschwindigkeit von anbrechenden Schnee- massen in Schranken gehalten. Schließlich wirkt sich auch das Auffangvermögen der Stützerke günstig aus.“

| Verfahren | H _{ext} [cm] | D _k [cm] bei 35° |
|--|-----------------------|-----------------------------|
| Projekt 1971 und Ergänzungsprojekt 1976; Extremwertstatistik mit Höhenextrapolation | 364 | 298 |
| Projekt 2010: Fliri, (1992) wertete die Maxima der Schnee- höhen in der Pegelperiode von 1930/31–1959/60 für Tirol aus. Die abgeleiteten Maximalschneehöhen lassen nur eine näherungsweise Bestimmung zu. Zudem sind nur Schneehöhen dargestellt, die tatsächlich in der Beob- achtungsperiode aufgetreten sind. Windverfrachtung und morphologische Verhältnisse werden nicht berücksichtigt. | 300 - 400 | 245 - 327 |
| Projekt 2010: Lauscher (1969): Mittels österreichischen Datenmaterials konnte Lauscher eine einfache Berech- nungsmethode für die Schneehöhe „S [cm]“ aus dem Jahresniederschlag „N [cm]“ und der Seehöhe „H [m]“ ableiten. Die entsprechenden Faktorwerte für die Eingangs- parameter wurden empirisch gefunden und in Tabellen- form dargestellt. | 265 | 217 |
| Projekt 2010: Wakonigg (1975): Er unterteilt den österrei- chischen Alpenraum in 10 Teilgebiete. Die Schneehöhe ergibt sich in Abhängigkeit von der Seehöhe und der Lage des Standortes. | 240 - 290 | 196 - 237 |
| Projekt 2010: Die extremwertstatistische Auswertung für 2010 der Station Galtür (Zeitraum 1895–2009) unter Annahme einer Zunahme der Schneehöhe von 10 cm/100m. | 350 | 286 |
| Gutachtlich festgelegt für Projekt 2010 unter Berück- sichtigung von starkem Windeinfluss | 400 - 450 | 327 - 368 |
| Leichtfried (2010): Empfehlung für die Ermittlung der Schneemächtigkeit in Anbruchgebieten von Lawinen für Tirol und Vorarlberg; Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. | 797 | 652 |

Tab. 1: Die im Zusammenhang mit der Großtal-Lawine eingesetzten Methoden zur Ermittlung von H_{ext} inkl. der Methode nach Leichtfried (2010)

Tab. 1: The different methods to estimate the extreme snow height in the construction field of the "Grosstal- avalanche" in Galtür, amended with the method from Leichtfried (2010)

Problemstellung der Großtal-Lawine

Wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, wird die in den Jahren 1976 bis 1982 errichtete Anbruchverbauung immer wieder, auch in „normalen“ Wintern, „überschneit“. Grund dafür ist der starke Wind-einfluss auf die Schneeverteilung im Baufeld.

Die Stützwerke mit einer Rosthöhe von

3,0–4,0 m sind zu gering dimensioniert, um die Schneedecke zu durchstoßen. Im Sanierungs- und Ergänzungsprojekt 2010 wurde auf diesen Umstand reagiert. Die Errichtung von Stahl-schneebrücken mit Rosthöhen von 4,5–5,0m war die Folge.

Für Teile der bestehenden Verbauung kam es zur Prüfung folgender Alternativen:

| Variante | Vorteil | Nachteil |
|---|---|---|
| Abbruch und Neuerrichtung von Teilen der Anbruchverbauung | <ul style="list-style-type: none"> • Alle Werke sind auf dem „Stand der Technik“; • „Saubere“ Kräfteableitung in den Untergrund | <p>Kosten- und zeitintensiv, daher war nur der Austausch der Werke mit einer Rosthöhe von 3,0 m vorgesehen.</p> <p>Fundierung der Mikropfahlböcke in der o. a. „Schotterhalde“ nicht ideal, verrohrtes Bohren notwendig.</p> <p>Speziell im oberen Felsbereich ist die Steinschlaggefahr als „hoch“ einzustufen. Aufgrund des Arbeitnehmerschutzes wurde versucht, die Aufenthaltszeiten in diesem exponierten Gelände so kurz wie möglich zu halten.</p> |
| Erhöhung | <ul style="list-style-type: none"> • Kostengünstiger • Zeitsparend • Als Folge in größerem Umfang einsetzbar. | <p>Unklare Situation im Bereich der Zugfundierung der „Grundplattenwerke“</p> <p>Bauteildimensionierung der alten Werke ausreichend? Lastaufteilung/Lastfall</p> |
| Nullvariante | Schlechtes Image und Sicherheitsbedenken bei Gästen und Bewohnern. | |

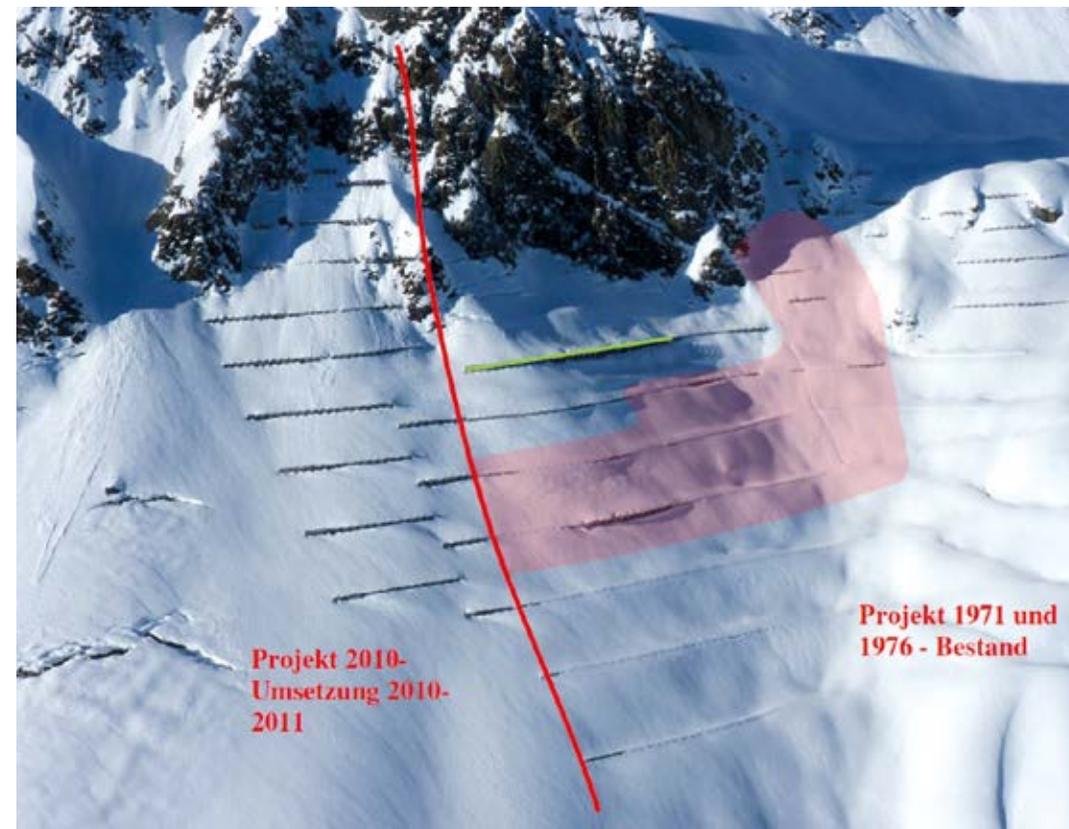


Abbildung 5: Der Zustand der Verbauung in der Großtal-Lawine im schneereichen Jänner 2012. Der Bestand aus den Projekten 1971 und 1976 liegt rechts der roten Trennlinie. Die modernen, höheren Werke links davon wurden in den Jahren 2010–2011 errichtet. Der rot hinterlegte Bereich ist jener, in dem die Stahlschneebrückenerhöhungen in den letzten Jahren stattfanden. Die grüne Linie stellt die (lokal) oberste Werkreihe dar. Diese musste aufgrund schwerer Steinschlagschäden ersetzt werden. Die Länge dieser erneuerten Stützwerksreihe beträgt 100 lfm.

Figure 5: The project field in January of 2012. The old support structures from the projects of 1971 and 1976 are located on the right side, the new on the left side. The new support structures were built from 2010 to 2011. The red colored area is the place where the increasements will happen. Rockfall damages were the reason to rebuilt new support structures with a length of 100 m very close to the green line.

Lösungskonzept

Um die Kosten des Abtrages und der Neuerrichtung sowie den damit verbundenen Aufwand zu vermeiden, wurde die Möglichkeit der Erhöhung der bestehenden Stahlschneebrücken geprüft. Dabei wurden zwei Bautypen erarbeitet. Diese unterscheiden sich lediglich im Bereich des Trägerschlusses: Gelenk „g1“ in Abb. 7.

Generell wurde das Tragwerk derart

konzipiert und optimiert, dass der Bestand durch die Werkserhöhung nur eine minimale Zusatzbelastung erhält. Die statische Berechnung des zweidimensionalen Systems erfolgte mithilfe der Ingenieur-Software der Fa. Dlubal. Bei der Tragwerksanalyse und Bemessung durch Ziviltechniker Rainer Zangerle, Kappl, wurde weiters der Eurocode 3 bzw. die ÖNORM EN 1993-1-1 herangezogen. Die beiden Erhöhungsvarianten und die damit verbundenen Überlegungen werden nachfolgend erläutert.

Lastannahmen und Detailstatik

Die auf die (erhöhten) Stahlschneebrücken einwirkende Belastung wurde analog zur Schweizer Richtlinie für den Lawinerverbau im Anbruchgebiet (2007) ermittelt. Diese Lastannahmen gehen von zwei Lastmodellen, wie in Abb. 6 dargestellt, aus. Diese charakterisieren sich wie folgt:

Lastmodell 1: vollständig eingeschneites Stützwerk, bei gleichmäßig verteilterm Schneedruck, der Angriffspunkt der Resultierenden liegt in der halben Werkshöhe.

Lastmodell 2: teilweise verfülltes Stützwerk durch eine gesetzte Schneedecke mit einer Schneehöhe

von 77% der Werkshöhe. Die Resultierende greift bei diesem Lastmodell in der Höhe von 38,5% der Werkshöhe an, allerdings ist der spezifische Schneedruck um den Faktor 1,3 erhöht.

Bei der Lastannahme für die Erhöhungen wurden die Randkräfte aufgrund der geschlossenen Stützwerksreihen **nicht** berücksichtigt.

Für die Erhöhungen wurden drei Rosthöhen (neu in Abb. 7), nämlich 1,18, 1,61 und 2,00 m ausgearbeitet. Die durch die Erhöhung hervorgerufene höhere Belastung im Bemessungsfall muss weitestgehend über den Bestand abgeführt werden, weshalb im Zuge der Berechnungen die bestehenden Werkstypen und die damit ver-

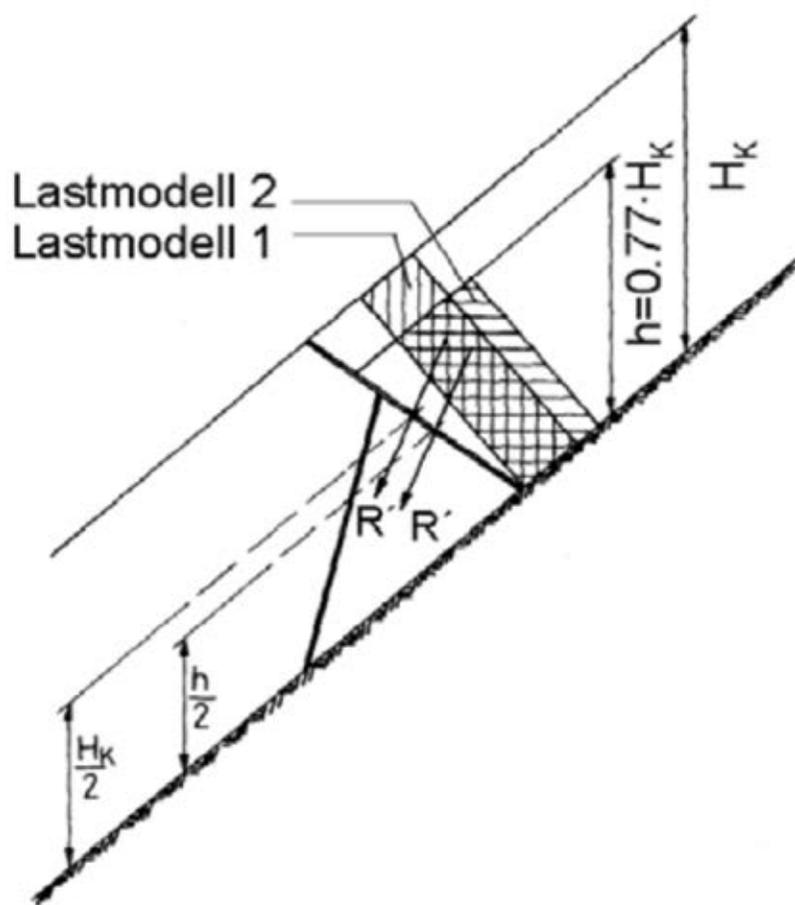


Abb. 6:
Angriffspunkt der Resultierenden und spezifische Schneedruckverteilung in beiden Lastmodellen (aus Margreth, 2007)

Fig. 6:
The two-load model for the specific snow pressure with the point of contact for the resulting force

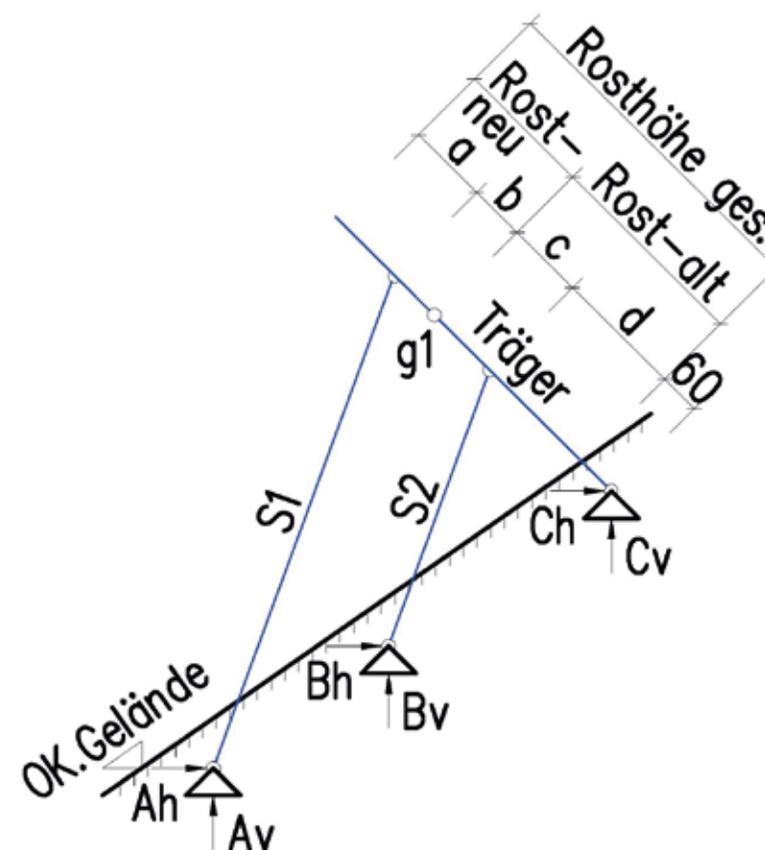


Abb. 7: Statisches System der Schneebrücken mit Erhöhungen

Fig. 7: Static system of the increasing support structure

bundenen Erhöhungen hinsichtlich Stabilität und Auflagereaktionen geprüft wurden. Besonderes Augenmerk wurde auf die ausreichende statische Bemessung der bestehenden Träger und Stützen gerichtet. Weiters wurden die jeweiligen maximalen Stützenlängen bezogen auf die größte Belastung ermittelt. Die Berechnungsergebnisse sind beim Autor zu beziehen. Für die Erhöhung wurde vorab das Lastmodell 2 als maßgebend angesehen, da die Resultierende aufgrund der höheren Wirkungshöhe sehr hoch angreift, aber die Erhöhungselemente nicht belastet.

Beim Bautyp „Starr“ erfolgt die Erhöhung an den bestehenden Träger mittels beidseitigen Schweißplatten an den Steg (Abb. 8). Die Schweißplatten als starre Verbindung bewirken

eine zusätzliche Entlastung der bestehenden Stützkonstruktion. Allerdings kann das volle Biegemoment durch das Gelenk nicht übertragen werden. Im Vorfeld wurde das Moment über der Stütze als kritisch angesehen, da sich das neue Druckfundament der Erhöhungsstütze „S1“ stark setzen könnte und die dadurch auftretenden Spannungen das Werk überlasten würden. Im Zuge der Errichtung stellte sich der Untergrund aber als ausreichend standsicher heraus. Einen weiteren Nachteil stellen die aufwendigeren „Errichtungskosten“ dar. Im aktuellen Fall konnten die Erhöhungselemente einzeln mittels Kran vom Erschließungsweg her eingehoben werden. Ein Einheben mit Hubschrauber wäre nach Ansicht der Verfasser jedoch möglich.



Abb. 8: Erhöhung der Type „Starr“ mit beidseitigen Schweißplatten an den Trägersteg; bei dieser Erhöhung wurde ein IPE 270 (Erhöhung 1,18 m) auf einen IPE-300-Träger vor Ort geschweißt.

Fig. 8: Increased from type "fix", with welding bars on both side of the porter. The height of the increases is 1.18 m.

Die Verbindung der **Bautype „Flexibel“** erfolgt analog dem Anschluss der Stützwerke an die nunmehr in Verwendung befindlichen Mikropfahlböcke mittels Verbindungselementen und Bolzen (Abb. 9). Nach erfolgten Vorarbeiten (Bohren, Anschweißen der Verstärkungslaschen) können die Erhöhungselemente wie Werke mittels Hub-schrauber eingesetzt werden (Abb. 10). Bei dieser Bautype ist die Verbindung als Gelenk aus-

geführt und entlastet den Bestand nicht. Durch das „Spiel“ der Gelenke kann die Konstruktion geringen Setzungen der Druckfundamente folgen und es können Spannungen bzw. „Zwängungen“ im Träger vermieden werden. Allerdings ist das „Spiel“ des Gelenkes begrenzt, die Träger haben ca. 1 cm Abstand zueinander.



Abb. 9: Fertig montierte Werkserhöhungen der Type „Flexibel“ (Erhöhung 1,10 m)

Fig. 9: Completed increase with the type "flexible" and an extra height of 1.10 m.



Abb. 10: Einsetzen der Werkserhöhung „Flexibel“ mittels Hub-schrauber.

Fig. 10: The placement of the "flexible" increments by helicopter

Kosten

Die Kosten der Erhöhungen werden in nachfolgender Tabelle 2 dargestellt. Als Vergleich wird in dieser Tabelle der Laufmeterpreis einer neu zu errichtenden Verbauung aus den Einheitspreisen der Gebietsbauleitung Oberes Inntal aus dem Jahre 2011 angeführt. Im Falle eines Abtrages und einer Neuerrichtung der Verbauung sind die Kosten des Abtrages und anfallende Transportkosten noch nicht berücksichtigt.

| Baujahr | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|-------|-------|-------|
| Neuerrichtung [€/lfm]; D_k = 4,5 m | 938,- | | |
| Erhöhungskosten [€/lfm] | | 450,- | 410,- |
| Arbeitsstunden je lfm Erhöhung | | 3,7 | 2,9 |

Tab. 2: Vergleich der Einheitspreise, ermittelt auf dem Baufeld „Großtal-Lawine“

Tab. 2: Comparing the unit price, detected on the "Großtal Lawine" construction field

Der Vergleich zeigt, dass die Kosteneinsparung von Erhöhungen zu neu errichteten Werken bei ca. 50% liegt, bei Berücksichtigung der Transport- und Abbruchkosten noch höher. Im Baujahr 2013 wurden lediglich Erhöhungen vom Typ „Flexibel“ ausgeführt. Die niedrigeren Kosten ergeben sich in diesem Baujahr aufgrund der größeren Erfahrungswerte und den erfolgten Optimierungen im Arbeitsablauf.

Eine Erhöhung von Stützwerten ist, was den Arbeitsaufwand und die Arbeitskosten betrifft, jedenfalls rentabel. Sollten die Voraussetzungen für eine Erhöhung bestehen (ausreichende Fundierung, Bestand für Erhöhungen ausreichend dimensioniert) stellt das hier vorgestellte Vorgehen jedenfalls eine zweckmäßige, wirtschaftliche und sparsame Alternative dar.

Zusammenfassung

Die durchgeführten Erhöhungen bewährten sich bereits im ersten Winter (Abb. 11). Angemerkt werden muss jedoch, dass eine Belastungsprobe mit einem extremen Winter noch aussteht. Durch die oben beschriebenen Erhöhungen konnte die bestehende, zu niedrige Verbauung relativ kostengünstig in eine solche mit einer zeitgemäßen und dem Stand der Technik entsprechenden Wirkungshöhe überführt werden. Die Analyse der Auflagekräfte hat die erste Vermutung, dass das maßgebende Lastmodell das Lastmodell 2 ist, bestätigt. In den alten Werkstypen sind die Stützen unterdimensioniert.

Aufgrund der „speziellen“ Fundierung (Rostfundierung) mit bergseitiger Terrasse und der damit verbundenen Reduktion des hangparallelen Schneedrucks kommt diese Dimensionierungsschwäche jedoch nicht voll zu tragen. Randkräfte wurden bei der Bemessung nicht berücksichtigt, weshalb die hier beschriebene Vorgangsweise nicht 1:1 auf ein anderes Baufeld übertragen werden kann. Besonderes Augenmerk muss auf die Leistungsfähigkeit der Zugfundierung gelegt werden.

Von den beiden Erhöhungsvarianten hat sich die Type „Flexibel“ als die praxistauglichere erwiesen. Dies nicht zuletzt deshalb, weil hier ein rascherer Arbeitsfortschritt erzielt werden kann.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Andreas Drexel
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
Gebietsbauleitung Oberes Inntal
Langgasse 88/ 6460 Imst
andreas.drexel@die-wildbach.at



Abb. 11: Die erste „Belastungsprobe“ im Winter 2012/2013 wurde schadlos bestanden; die erhöhten Werke durchstoßen die Schneedecke. Die beiden Pfeile verdeutlichen den Standort der im Baujahr 2012 erhöhten Werksreihen.

Fig. 11: First "load test" occurs in the winter of 2012-2013. In this winter, no damage happened. The increased support structures are jacking the snow cover. The arrows show the support structures that will be added in 2012.

Literatur / References

LEICHTFRIED, A. (2010): Empfehlung für die Ermittlung der Schneemächtigkeit in Anbruchgebieten von Lawinen für Tirol und Vorarlberg. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ZAMG Innsbruck 2010.

MARGRETH, S.: Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt- Vollzug Nr. 0704. Bundesamt für Umwelt Bern, WSL- Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos 2007, Ausgabe 2009-06-04.

MARGRETH, S., SUDA, J., HOFMANN, R., GAUER, P., SAUERMOSENER, S., SCHILCHER, W. und SKOLAUT Ch. (2011) Permanenter Technischer Lawinenschutz: Bemessung und Konstruktion. In: Rudolf- Miklau, F. und Sauermoser, S., (Hrsg). Handbuch Technischer Lawinenschutz. Berlin: Ernst & Sohn, 207- 293.

ONR 24805 (2010): Permanenter technischer Lawinenschutz. Benennung und Definitionen sowie statische und dynamische Einwirkungen: Ausgabedatum 2010-06-01.

ONR 24806 (2011): Permanenter technischer Lawinenschutz- Bemessung und konstruktive Ausgestaltung. Ausgabedatum 2011-12-15.

PROJEKT „GROSSTAL- LAWINE P 1971“ UND „ERGÄNZUNGSPROJEKT 1976 GROSSTAL- LAWINE“, Gemeinde Galtür. Technischer Bericht; Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal, 1971 bzw. 1976, unveröffentlicht.

PROJEKT „GROSSTAL- LAWINE P 2010“; Gemeinde Galtür. Technischer Bericht; Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal 2010, unveröffentlicht.

HANSPETER PUSSNIG

Mur- und Lawinenbrecher Timmelbach (Prägraten): Konstruktion und Bauausführung

Avalanche Breaker for Timmelbach Construction and Execution

Zusammenfassung:

Der Mur- und Lawinenbrecher im Timmelbach in Prägraten am Großvenediger stellt das Schlüsselbauwerk im Maßnahmenverband zur schadlosen Ableitung der Timmelbach-Lawine und des Murganges dar. Die Konstruktion wurde im Jahr 2014 fertiggestellt und so dimensioniert, dass sie eine Fließlawine mit einer horizontalen Einwirkungskomponente von 140 kPa abführt. Um bis auf eine Bauwerkshöhe der Flügel von rund 20 m die Kräfte wirkungsvoll abzuleiten, waren 4.400 m³ Stahlbeton, 440 t Betonrippenstahl und der Einbau von 37 Dauerlitzerverpressanker nötig.

Stichwörter:

Mur- und Lawinenbrecher, Schlüsselbauwerk, Lawine, Murgang

Abstract:

The debris flow and avalanche breaker at the Timmelbach catchment site in Prägraten at Großvenediger is the key building to protect the village against avalanches and debris flow. The construction works were completed in 2014. The breaker was dimensioned to convey forces of an avalanche impact with 140 kPa up to a construction height of 20 m. So it was a challenge to design a check dam for dissipating such high pressure intensities. The construction needed about 4,400 m³ reinforced concrete, 440 tons of armoring steel and additional 37 separate permanent anchors.

Keywords:

Debris flow and avalanche breaker, key building, avalanche, debris flow

Einleitung

In Prägraten am Großvenediger in Osttirol, Bezirk Lienz, wurde zum Schutze der Bevölkerung vor der Timmelbach-Lawine und des Timmelbaches im Jahr 2010 ein Verbauungsprojekt ausgearbeitet, das die Energiedissipation eines Murganges herbeiführen und wesentlich in die drei Teile des Lawineneinzugsgebietes eingreifen soll: in das Abbruchgebiet, die Sturzbahn und den Ablagerungsbereich. Man kann von einem redundan-

ten Maßnahmenpaket, einem ganzheitlichen Schutzkonzept sprechen. Im Übergangsbereich zwischen der Sturzbahn und dem Ablagerungsbereich wurde der Mur- und Lawinenbrecher geplant (siehe Abb. 1). Dieses Bauwerk stellt das Schlüsselbauwerk in der Sturzbahn der Lawine dar, welches nachfolgend näher ausgeführt wird. So wird nach einer allgemeinen Projektbeschreibung die Konstruktion und statische Bemessung samt Ausführung beschrieben. Abschließend werden praktische Probleme bei der Ausführung des komplexen Bauwerkes beleuchtet und interpretiert.



Abb. 1:
Mur- und Lawinenbrecher,
Ansicht bergseitig

Fig. 1:
Debris flow and
avalanche breaker

Allgemeine Projektbeschreibung

Aus der Lawinenchronik lässt sich nur ein Lawinenereignis vom 21.01.1951 identifizieren. Der Lawinenabgang drang demnach bis in den nördlichen Teil (Schule) von Prägraten vor, wodurch eine Kapelle zerstört, und eine Person, die sich in der Kapelle befand, getötet wurde. Weiters wurden beim Ereignis zwei Wohnhäuser, drei Wirtschaftsgebäude und ein E-Werk beschädigt.

Laut der Auskunft aus den Berichten handelt es sich bei der Timmelbach-Lawine um eine „schlafende Lawine“. Das bedeutet, dass die Lawine sehr selten bis in den raumrelevanten Bereich vordringt. In den seltenen Fällen, in denen sie jedoch vordringt, hat sie den Charakter einer ausgesprochenen Schadlawine (Großlawine). Laut gültigem Gefahrenzonenplan der Gemeinde Prägraten aus dem Jahr 2000 befinden sich 88 Gebäude im gefährdeten Bereich der Timmelbach-Lawine.

Die Timmelbach-Lawine galt bislang noch als unverbaut. Eine Schwemmkegelverbauung des Timmelbaches wurde in den 70er-Jahren in Form einer Unterlaufregulierung mit Sohlgurten und Ufermauern aus Zementmörtelmauerwerk errichtet.

Die lawinendynamische Simulation der Timmelbach-Lawine wurde von der Stabstelle für Schnee und Lawine der WLW durchgeführt. Hierbei konnten für die Variantenplanung sowie für das letztlich realisierte Verbauungsprojekt wichtige Daten bereitgestellt werden. Die Bemessungsschneehöhe für die Simulationen beträgt 159 cm.

Das gesamte Anbruchgebiet hat eine Ausdehnung von ca. 15,5 ha und kann im Wesentlichen in 2 Teilanbruchgebiete unterteilt werden. Das Anbruchgebiet Ost hat eine Ausdehnung von 7,4 ha. Der Lawinenpfad verläuft Richtung Süden entlang der Wallhörner Mäh-

der und der Bodenalm bis in den bewaldeten Bereich, wo seine Ablagerung passiert. Anbrüche vom westlichen Anbruchgebiet haben laut den Ergebnissen der Simulationen ein großes Schadenpotenzial für die Siedlung St. Andrä in Prägraten. Das Anbruchgebiet hat eine Größe von 8,1 ha und ist süd- bis südostexponiert. Der vorwiegend zutreffende Gleitfaktor beträgt 2,4. Aufgrund des Fehlens von Kleinstrüchern und der teilweise hangparallelen Schichtung des Felsens ergibt sich in Teilen des Anbruches der Gleitfaktor 3,2. Bei Eintritt eines Bemessungsereignisses werden hier rund 140.000 m³ Lawinenschnee verfrachtet (siehe Abb. 2).

Ein weiteres Anbruchgebiet, dessen Lawine in den raumrelevanten Bereich der Timmelbach-Lawine vordringen kann, ist der östliche Anbruch der Fenster-Mähder-Lawine. Dieser Anbruch im Kollektiv mit dem Anbruch der Timmelbach-Lawine ist als außerordentliches Extremereignis zu werten und findet dahingehend Berücksichtigung, als dass die geplanten Querbauwerke im Lawinenpfad und Ablagerungsbereich ein Vorverfüllungspotenzial aufweisen.

Die Sturzbahn des relevanten Anbruchgebiet West verläuft nach dem Anriss flächig über die Wallhörner Mähder bis sie nach einer Länge von ca. 1.000 m den Graben (Schluchtstrecke) des Timmelbaches bei hm 17,50 erreicht. Von dort an fließt sie kanalisiert zum Schwemmkegelhals bei hm 9,50 weiter, wo sie sich flächig ausbreitet und den Siedlungsraum überfährt.

Das Schneevolumen aus dem Anbruchgebiet West erfährt am Schwemmkegel und damit direkt in der Ortschaft St. Andrä seine Ablagerung. Der Schwemmkegel ist im Bereich des Schwemmkegelhalses noch relativ steil, verliert jedoch zum Vorfluter hin an Gefälle, wodurch die Ablagerung zögerlich passiert und ein großer Flächenbedarf besteht.

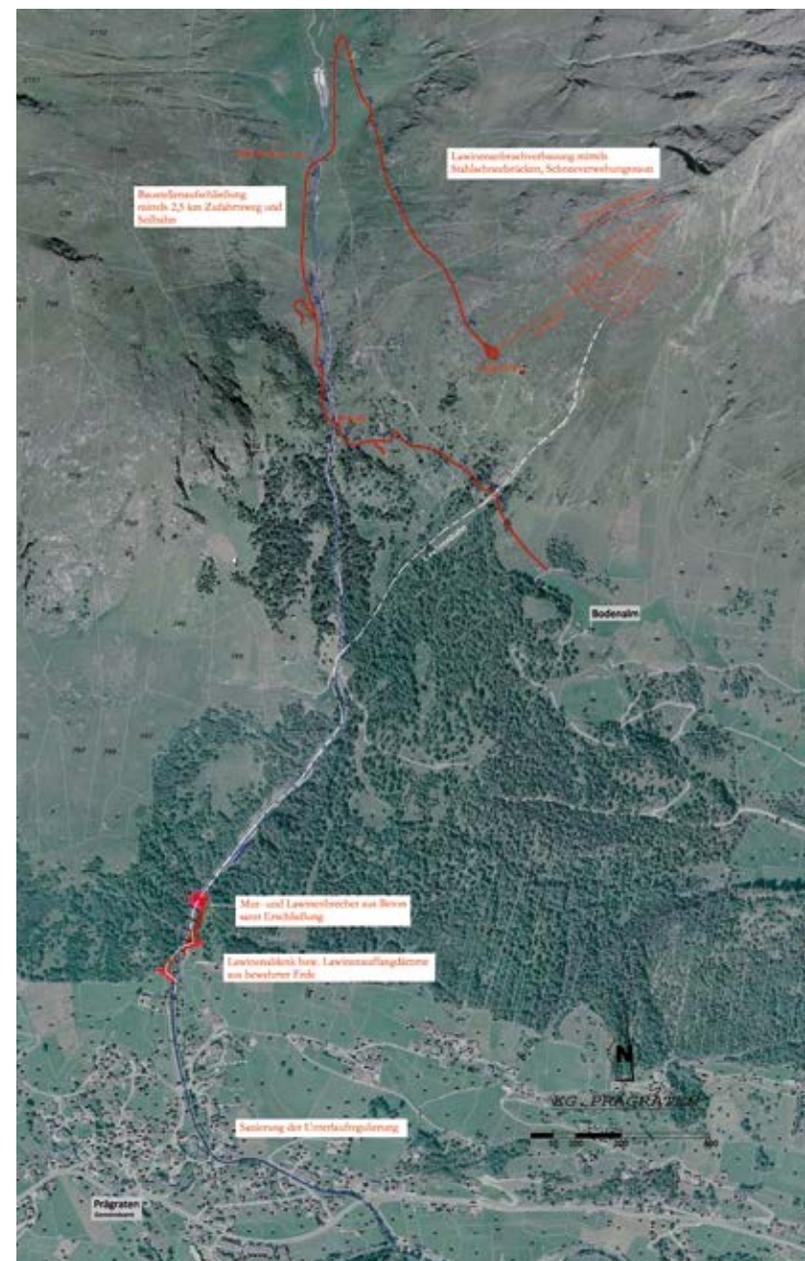


Abb. Lawineneinzugsgebiet mit skizzierten Verbauungsmaßnahmen

Fig. 2: Catchment of Timmelbach avalanche and protection measures

Nach einer umfangreichen Variantenplanung und mehrmaligen koordinierenden Gesprächen entschied man sich für eine Kombination von Anbruchverbauung auf 4 ha, einem Mur- und Lawinenbrecher und 2 Lawinenauffangdämmen. Diese Variante beschreibt neben der Anbruchverbauung auf einer Fläche von 4 ha ein Kombinati-

onsbauwerk, welches auf die Prozesse Murgang und Lawine einwirkt. Weiters werden Maßnahmen zur schadlosen Lawinenablageung in Form von Lawinenauffangdämmen getroffen.

Der Mur- und Lawinenbrecher als ein Schlüsselbauwerk des Verbauungsprojektes, dessen Auswirkung auf die Verbauung und die zu

schützenden Bereiche lt. ONR 24802 mit hoch einzustufen ist (Schadensfolgeklasse CC3), soll drei Funktionen erfüllen:

1. Energiedissipation des Murganges
2. Rückhalt von Schwemmholz und Grobgeschiebe
3. Energiedissipation von Fließlawinen bzw. Mischlawinen mit anschließender schadloser Ablagerung des gesamten Schneevolumens im Retentionsraum der 2 Lawinenauffangdämme

Für die verbleibende Anbruchverbauungsfläche von ca. 4 ha wird bei einem hangparallelen Werksabstand von ca. 25 m eine Laufmeteranzahl der Stahlschneebrücken von 1.700 m benötigt. Das aus der Restanbruchfläche resultierende Schneevolumen beträgt ca. 65.000 m³ und wird schadlos im Retentionsbereich der 2 Lawinenauffangdämme (rechts- und linksufrig des Timmelbaches) abgelagert.

Der Lawinenbrecher wird im Kompressionsbereich bei hm 10,78 errichtet. Hier ist ein rezenter Gefälleknick des Grabens vorhanden, der auf die Lawine in der Form einwirkt, als dass eine Abnahme des Volumens und eine Zunahme der Dichte (= Kompression) passiert. Das Gefälle oberhalb (nordöstlich) des Gefälleknicks ergibt 28°, unterhalb (Bereich der Regulierung) lediglich 17°. Hier soll der Lawinenbrecher in den Grenzbereich des Fließanteils einwirken und diesen zum Staubanteil transferieren (brechen). Die Strömungslinien werden gegeneinander gelenkt, sodass Turbulenzen entstehen und damit die Staublawine vor dem Erreichen des Siedlungsraumes in ihrem Strömungsverhalten gestört und die Fließgeschwindigkeit maßgeblich verringert wird (siehe Abb. 3). Der abströmenden Restlawine stehen nun auf einer Länge von 200 m die Unterlaufregulierung mit sieben Absturzbauwerken und zwei Lawinenauffangdämme bevor, wo ein Schneevolumen von ca. 70.000 m³ zurückgehalten werden kann.



Abb. 3: Die Disposition des Lawinenbrechers gegenüber dem Prozess und seine Wirkung

Fig. 3: Disposition of the avalanche breaker against the avalanche

sionsbereich bei hm 10,78 errichtet. Hier ist ein rezenter Gefälleknick des Grabens vorhanden, der auf die Lawine in der Form einwirkt, als dass eine Abnahme des Volumens und eine Zunahme der Dichte (= Kompression) passiert. Das Gefälle oberhalb (nordöstlich) des Gefälleknicks ergibt 28°, unterhalb (Bereich der Regulierung) lediglich 17°. Hier soll der Lawinenbrecher in den Grenzbereich des Fließanteils einwirken und diesen zum Staubanteil transferieren (brechen). Die Strömungslinien werden gegeneinander gelenkt, sodass Turbulenzen entstehen und damit die Staublawine vor dem Erreichen des Siedlungsraumes in ihrem Strömungsverhalten gestört und die Fließgeschwindigkeit maßgeblich verringert wird (siehe Abb. 3). Der abströmenden Restlawine stehen nun auf einer Länge von 200 m die Unterlaufregulierung mit sieben Absturzbauwerken und zwei Lawinenauffangdämme bevor, wo ein Schneevolumen von ca. 70.000 m³ zurückgehalten werden kann.

Der Lawinenbrecher mit darunterliegenden Lawinendämmen (je ein Damm links- und rechtsufrig des Timmelbaches mit einer Länge von je 50 m, einer Höhe von 10 m und einem Ablenkwinkel von 60°) führen zur schadlosen Ableitung und Ablagerung der Timmelbach-Lawine. Das bei einer Bemessungslawine entstehende Schneevolumen von 65.000 m³ kann durch den Lawinenbrecher und die darauffolgenden Dämme zurückgehalten werden. Die Anbruchverbauung und der Lawinenbrecher mit dem nachfolgenden Ablagerungsbereich stellen eine Funktionskette dar, mit den Funktionen, den Lawinenanbruch einer Teilanbruchfläche zu verhindern, eine Lawinenenergieumwandlung zu fördern und die kontrollierte Ablagerung der Restlawine zu erzwingen (vgl. hierzu ONR 24806).

Die Konstruktion des Mur- und Lawinenbrechers

Der Mur- und Lawinenbrecher ist ein Schlüsselbauwerk des Verbauungsprojektes Timmelbach-Lawine, dessen Auswirkung auf die Verbauung und die zu schützenden Bereiche lt. ONR 24802 mit hoch einzustufen ist. Dies ergibt die Schadensfolgeklasse CC3. Aufgrund der Bauwerkshöhe $h > 10$ m, ist das Bauwerk der geotechnischen Kategorie GK3 gem. ÖNORM B 1997-2 bzw. ONR 24802 zuzuordnen. Die Grenzzustände der Tragfähigkeit sind lt. ONR 24802 zu berücksichtigen. Als Bemessungssituation wird die Kategorie BS 3 (außergewöhnliche Belastung) gewählt.

Das Bauwerk wird als Winkelstützmauer aus Stahlbeton ausgeführt und stellt ein kronenoffenes Scheibenbauwerk dar. Die 5 Scheiben werden zweifach geneigt und mit unterschiedlichen horizontalen Längen ausgeführt. Die mittlere Scheibe ist die längste, wobei die Länge der restlichen Scheiben kontinuierlich zu den Flügeln hin abnimmt. Durch die spezielle Konstruktion kann der Schwemmholzteppich auf den

Scheiben aufgleiten und die unterste horizontale Scheibensektion bleibt so für die Geschiebedrift frei. So sollte die Überfallsektion entlastet bleiben und kein Holz ins Unterwasser abgeschwemmt werden. Positiver Nebeneffekt ist die deutlich reduzierte Stoßbeanspruchung auf die schrägen Scheiben durch anprallende Stämme. Auch werden die Scheiben so ausgeführt, dass sie möglichst steil auf die Bahnneigung stehen, wodurch die Bildung einer Schockwelle beim Aufprall einer Staub- oder Mischlawine begünstigt wird. Bei der Scheibenneigung in der Fließrichtung wurde ein Kompromiss zwischen den geforderten Neigungen der Prozesse Murgang und Staub- bzw. Mischlawine gefunden.

Eine lichte Weite zwischen den Scheiben von 3 bzw. 3,2 m ergibt sich aus:

- der Disposition des Bauwerkes gegenüber der Lawine: Als Schlüsselbauwerk im Kompressionsbereich wird die Lawinenenergie dissipiert. Die lichte Weite zwischen den Scheiben in vertikaler und horizontaler Ausrichtung gibt der Lawine eine Richtung (leichte Abweichung der Hauptstoßrichtung nach oro. links). Die Strömungslinien werden gegeneinander gelenkt und Turbulenzen werden erzeugt;
- der Disposition gegenüber einem Murgang: hier wird die Funktion der Bremswirkung zur Reduktion der Fließgeschwindigkeit tragend;
- der Filterfunktion: Schwemmholz und die Großkomponenten des Geschiebes (d_{max}) sollen hier retentiert werden. Dies erfordert in der Bemessung der lichten Weite der Scheiben den einfachen Größtkorndurchmesser des Geschiebes. Das dominierende Größtkorn (d_{max}) des Gerinnes ist ca. 3 m groß. Der Bemess-

sung der lichten Weite gegenüber dem Schwemmholzurückhalt liegt folgende Formel zugrunde: $L \leq 1,5 \cdot s$, wobei L die Länge des Schwemmholzes darstellt und s der lichte Scheibenabstand ist. Die Länge des Schwemmholzes kann zwischen 4 und 10 m angenommen werden. Es liegen vorwiegend Holz im Baumalter und keine Wurzelteller vor. Die Transportstrecke der effektiven Schwemmholzmenge ist kurz, wodurch eine Verkleinerung durch den Prozess nur bedingt passiert;

- der Vermeidung eines Wassereinstaus: Die Schlitzbreite erlaubt einen ausreichenden Reinwasserabfluss um einen Einstau zu vermeiden;
- konstruktiven Gründen.

Die Stahlbetonmauern des Hauptsperrenkörpers werden als Platten ausgeführt, wodurch luftseitig kein Anzug vorgesehen ist. Die Sperre reicht 23,14 m über das Gelände, die Breite der gesamten Konstruktion im Bereich der Flügel beträgt 69 m. Die Fundamentplatte ist 26,30 m breit und 27,50 m lang und hat eine Stärke von 2 bis 2,65 m. Im Zentrum des Bauwerkes befinden sich 5 Scheiben mit Stahlblechverkleidung. Zwei vorgespannte Träger verstärken die Konstruktion und geben der Lawine zusätzlich Richtung.

Um eine Abschätzung bezüglich der geologischen Untergrundverhältnisse zu erhalten, wurde eine Refraktionsseismik in zwei Richtungen durchgeführt (Längs- und Querprofil). Dadurch sollte der Verlauf der Felslinie identifiziert und damit die Lockergesteinsauflage im Bereich des Mur- und Lawinenbrechers quantifiziert werden.

Ein Tosbecken wird als Grobsteinschichtung mit Abflussmulde und mit einer Länge von 15 m ausgeführt. Die Grobsteinschichtung gewährleistet eine hohe Rauheit, was wiederum in einer effizienten Energieumwandlung resultiert.

Zur mechanischen Räumung des Ablagerungsbereiches muss linksufrig eine Straße mit einer Länge von 400 m erbaut werden. Die Straße stellt als wichtige Einrichtung zur Unterhaltung der Sperre und des Retentionsraumes ein dauerhaftes Bauwerk dar und wird mit einer durchschnittlichen Längsneigung von 15 % errichtet.

Statische und dynamische Einwirkungen

Zur Ermittlung der Einwirkungskomponenten auf das Bauwerk wurden auch die ONR 24805 sowie ONR 24801 berücksichtigt. Der Mur- und Lawinenbrecher als Schlüsselbauwerk in der geplanten Maßnahmenkette des Verbauungsprojektes TIMMELBACH LAWINE PROJEKT 2010 muss die Kräfte einer Bemessungslawine und eines Murganges schadlos ableiten können. Somit ist besonderes Augenmerk auf die Dimensionierung des Bauwerkes zu richten.

Die Leitprozesse sind

- Fließ- bzw. Mischlawine,
- murgangartige Feststoffverlagerung.

Der Prozess „murgangartige Feststoffverlagerung“ verlangt eine Dimensionierung des Sperrenkörpers auf mind. 200 kN/m² im Bereich der FOK und 175 kN/m² bei einer Höhe von 6 m (= Höhe des Trägers 1, siehe Abb. 4).

Der Prozess „Fließlawine“ ist als der maßgebende Prozess definiert, da er auf die gesamte Bauwerkshöhe von 20 m wirken kann.

Vor Erreichen des Brechers ist mit einem max. Druck von ca. 140 kPa zu rechnen, wodurch das Bauwerk zumindest auf 140 kN/m² bis zu einer Höhe von 15 m (= Fließhöhe) bemessen werden muss. Aufgrund von möglichen Verkläusungen oder einer Vorverfüllung muss mit der Krafteinwirkung auf der gesamten Höhe des Bauwerkes (= 20 m) gerechnet werden, wenngleich die Wahrscheinlichkeit einer Verkläusung

des grundsätzlich durchgängigen Bauwerkes sehr gering ist. Bei der Simulation durch ELBA+ wurden geringere Druckwerte als bei der Simulation mit SAMOS AT ermittelt, jedoch erscheint eine Druckbelastung von 140 kPa beim Vergleich der Belastungsannahmen bei ähnlichen Baufeldern als plausibel.

Hohe Lasten entstehen v.a. beim Auftreten von punktuellen Belastungen durch von der Lawine mitgeführtes Holz oder Steinen bis Felsblöcken, wodurch im unteren Bereich des Bauwerkes eine höhere Belastung unterstellt werden muss.

In der Lastaufstellung wurde eine Trapezbelastung unterstellt. Am Fuße des Bauwerkes ist mit einer stat. Einwirkungskomponente von 200 kN/m² zu rechnen. Bei einer Bauwerkshöhe von 6 m (Fließhöhe murgangartige Feststoffverlagerung)

wird das Bauwerk auf eine horizontale Druckbelastung von 175 kN/m², und bei einer Höhe von 20 m auf eine Last von 140 kN/m² bemessen.

Statisches Konzept

Das statische Konzept des Mur- und Lawinenbrechers, sowie die Berechnung wurde durch die Fa. iC Consulents, Salzburg, in Zusammenarbeit mit der Gbl Osttirol des FTD für WLV durchgeführt. Das Bauwerk reicht 23,14 m über das Gelände, die Breite der Krone beträgt 69 m. Die Fundamentplatte ist 26,30 m breit, 27,50 m lang und hat eine Stärke von 2 m bis 2,65 m. Die 2 m starken Flügelwände sind mit 5 Rippen und 2 vorgespannten, 1,50 m starken Trägern verstärkt. Die Disposition der Sperre ist in Abb. 4 ersichtlich.

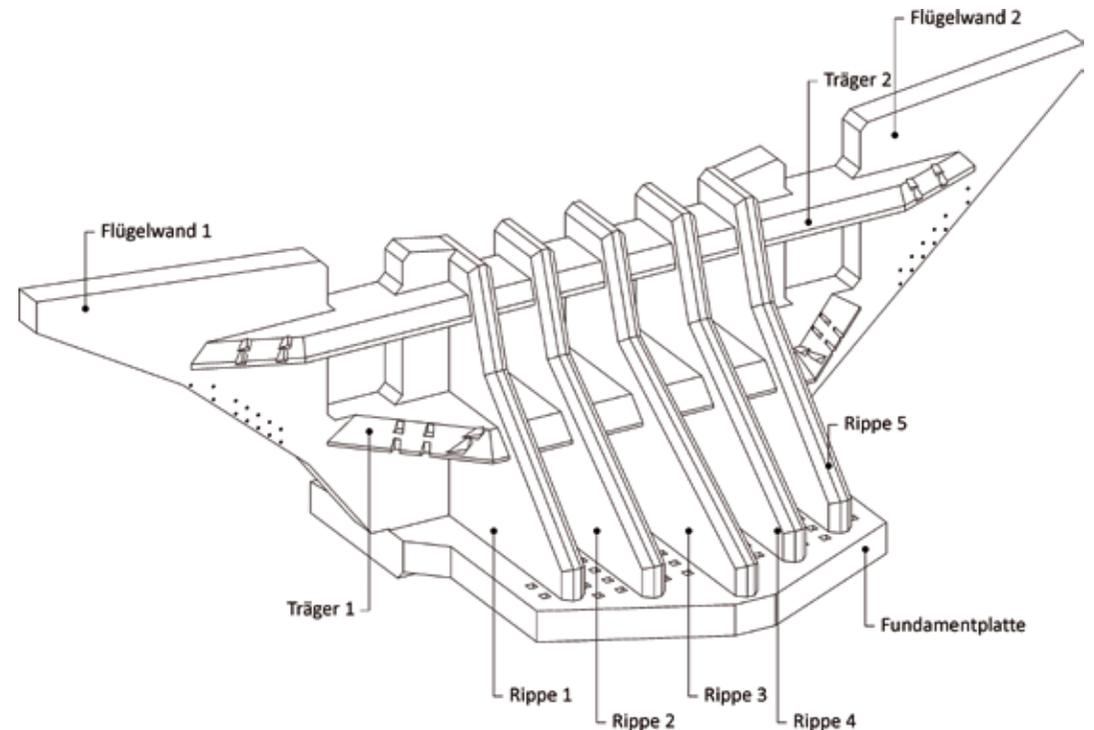


Abb. 4: Disposition des Mur- und Lawinenbrechers (iC-Consulents)

Fig. 4: Disposition of the avalanche breaker (iC-Consulents)

Geomechanische Parameter und Fundamentierung

Die Sperre wird auf einer Felsunterlage gegründet, die folgende Eigenschaften hat:

Reibungswinkel $\varphi = 30^\circ$, Kohäsion $c = 100 \text{ kPa}$, Dichte $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $E = 150 \text{ MPa}$. Das vertikale Bettungsmodul wurde auf 12.500 kN/m^3 geschätzt, das horizontale hingegen auf 9.375 kN/m^3 .

Im rechtsufrigen Bereich der Fundamentplatte, in dem Lockermaterial vorzufinden war, wurden umfangreiche Bodenaustauschmaßnahmen getroffen. Als Ersatzmaterial wurde Magerbeton mit Wasserbausteinen verwendet. Rund 400 m^3 Beton und 600 m^3 Grobsteine wurden benötigt, um den Fels adäquat zu ersetzen.

Die Konstruktion wurde aus Stahlbeton errichtet. Es wurde Pumpbeton C25/30 B3 CEM II 42,5 N GK 22 und für die Bewehrung Betonrippenstahl TC 55 BST550 verwendet.

Statische Berechnung

Mit Rücksicht auf die Dimensionen der Sperre wurde eine Modellierung mit finiten Elementen durchgeführt. Die Verpressanker wurden mit Federn modelliert, deren Steifigkeit aufgrund der Litzenanzahl und freier Ankerlänge bestimmt wurde. Dabei wurde auch die Kalibrierung mit den Resultaten von vorher ausgeführten Prüfverpressankern berücksichtigt.

Der günstige Einfluss der Einspannung der Flügelwände in die Böschung wurde vernachlässigt, ebenso der Druck auf die vordere vertikale Fläche der Fundamentplatte. Die Verbindung zwischen Fundamentplatte und Boden wurde mit nichtlinearen Federn modelliert, die nur Druckkräfte tragen können. Auf diese Art bekommt man nicht nur ein reales Bild der vertikalen Spannungen im Boden, sondern auch die richtige Aufteilung der Reibungsspannungen beim Kontakt zwischen Boden und Fundamentplatte.

Das Rechenmodell wird in Abb. 5 dargestellt. Die Analyse wurde mit dem Programmpaket SOFiStiK FEM 25 ausgeführt (ZEVNIK, 2014).

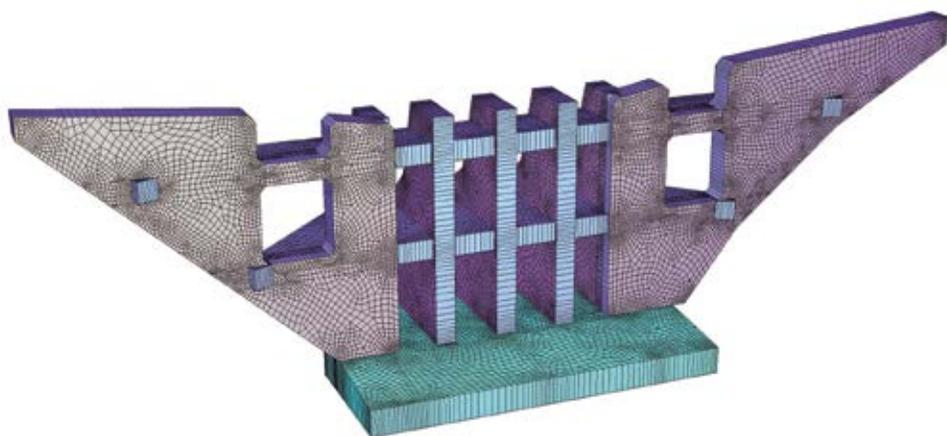


Abb. 5: Rechenmodell (iC-Consulents)

Fig. 5: Calculation model (iC-Consulents)

Folgende Einwirkungen wurden berücksichtigt:

Eigengewicht:

Das Eigengewicht, das im Programm automatisch berücksichtigt wird, wurde aufgrund des spezifischen Gewichtes von Stahlbeton mit 25 kN/m^3 festgelegt.

Ständige Einwirkungen:

Das Gewicht von abgelagerten Feststoffen auf der Fundamentplatte wurde in den Kalkulationen nicht berücksichtigt, da sich Ablagerungen günstig auswirken.

Veränderliche Einwirkungen:

Die veränderliche Belastung wurde berücksichtigt.

Außergewöhnliche Einwirkung:

Murgangartige Feststoffverlagerung: Der Prozess „murgangartige Feststoffverlagerung“ verlangt eine Dimensionierung des Sperrenkörpers bis auf eine Höhe von 6 m zw. 200 kN/m^2 im unteren (FOK) und 175 kN/m^2 im oberen Bereich. Die Belastung wirkt in Fließrichtung mit einer Neigung von 20° auf die horizontale Ebene, was der durchschnittlichen Neigung des Gerinnes im Bereich der Sperre entspricht. Die Belastung wirkt auf die Bruttofläche der Sperre, da es zu Verklausungen der Öffnungen in der Sperre kommen kann. Die Einwirkung wird als außergewöhnlich berücksichtigt.

Fließlawine: Der Prozess „Fließlawine“ ist als der maßgebende Prozess definiert. Die Einwirkung der Lawine wirkt mit einer Kraft von 140 kN/m^2 gleichmäßig auf die gesamte Höhe des Bauwerkes ein. Die Belastung wirkt in Fließrichtung mit einer Neigung von 20° auf die horizontale Ebene, was der durchschnittlichen Neigung der Lawinenbahn im Bereich der Sperre entspricht. Die Einwirkung wird als außergewöhnlich berücksichtigt und wirkt auf die Bruttofläche der Sperre.

Dimensionierung

Die folgenden Nachweise der Tragfähigkeit wurden erbracht:

Nachweis der Tragfähigkeit (STR, GEO):

Die Dimensionierung für den Nachweis der Tragfähigkeit (STR, GEO) wurde entsprechend ÖNORM EN 1992-1-1 für eine Kombination aus ständigen und vorübergehenden sowie außergewöhnlichen Einwirkungen bestimmt.

Träger 1 und Träger 2 sind mit 8 bzw. 6 Spanngliedern mit nachträglichem Verbund vorgespannt. Die Dimensionierung wurde gemäß ÖNORM EN 1992 1 1 bestimmt. Spannglieder mit 12 Litzen ($\varnothing 15,7 \text{ mm}$, 150 mm^2) aus Spannstahl EN 10138-3-Y-1860S7-15,7-A wurden gewählt.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit:

Die Dimensionierung wurde gemäß ÖNORM EN 1992-1-1 für den Fall häufiger Einwirkungskombinationen bestimmt. Die Rissbreite wurde entsprechend den Forderungen von ONR 24802 auf $0,30 \text{ mm}$ begrenzt, bei vorgespannten Elementen hingegen auf $0,20 \text{ mm}$.

Nachweis der Stabilität:

Die Stabilität der Konstruktion wurde mit einer nichtlinearen Analyse nachgewiesen.

Um die Kräfte im Bereich der auskragenden Flügel abzuleiten mussten 33 **Dauerlitzenverpressanker** ($\varnothing 15,7 \text{ mm}$, 150 mm^2) aus Spannstahl Y 1860S7 eingebaut werden. Auch in der Fundamentplatte waren 4 Anker erforderlich um den Nachweis gegen das Kippen zu erbringen. Bei der Planung wurden die Bestimmungen der Standards ÖNORM B 1997-1-1 und ÖNORM EN 1537 berücksichtigt. Die Charakteristika und Disposition der Anker sind in Abb. 4 skizziert. Die Anker sind zwischen 21 und 29 m lang, die Krafteintra-

gungslänge wurde mit 6 m fixiert. Die Prüfkraft der Anker liegt zwischen 1.800 und 2.600 kN, die Festlegekraft bei rund 1.000 kN.

Vor der endgültigen Dimensionierung der Anker wurden 4 Probeanker geprüft. Dadurch konnte eine Optimierung durchgeführt werden, wodurch sichergestellt wird, dass der gewählte Ankertyp seine volle Tragkraft entfalten kann.

Ausführung

Die Phase der Ausführung des Bauwerkes reicht vom Herbst 2012 bis zum Sommer 2014, was eine Bauzeit von knapp 2 Jahren bedeutet. Im Jahr 2013 war die „Theurl“-Partie in seiner vollen Stärke mit rund 14 Mann das ganze Jahr über zu einem großen Teil beim Lawinenbrecher im Einsatz. Dies

| Bauteil bzw. Bauabschnitte | Anzahl der Lagen | Stabstärke [mm] | Bewehrungsnetz [cm] | Beton [m³] | Bewehrungsdichte [kg/m³] |
|----------------------------|------------------|-----------------|---------------------|----------------|--------------------------|
| Fundamentplatte | 2 (4) | Ø30 (Ø26) | 15/15 | 1.370 | 113 |
| Rippe 1 | 2 (3) | Ø26 (Ø20) | 15/15 | 190 | 107 |
| Rippe 2 | 2 | Ø26 (Ø20) | 15/15 | 260 | 73 |
| Rippe 3 | 2 | Ø20 (Ø26) | 15/15 | 280 | 66 |
| Rippe 4 | 2 | Ø26 (Ø20) | 15/15 | 260 | 72 |
| Rippe 5 | 2 (3) | Ø26 (Ø20) | 15/15 | 190 | 97 |
| Flügelwände | 2 (4) | Ø30 (Ø26) | 15/15 | 780 | 117 |
| Träger 1 | 4 | Ø30 (Ø26) | 15/15 (7,5/7,5) | 290 | 134 |
| Träger 2 | 4 | Ø30 (Ø26) | 15/15 (7,5/7,5) | 290 | 202 |
| Summe | | | | ~ 4.000 | 112 |

Tab. 1: Beton- und Bewehrungsmengen pro Bauteil

Tab. 1: Amount of concrete and reinforcing steel per construction part

ist in der Gbl Osttirol äußerst ungewöhnlich, da die Partien die Bachverbauungen gewöhnlich nur im Frühjahr und Herbst bewältigen, sich in den Sommermonaten jedoch bei Lawinenanbruchverbauungen befinden. Dadurch wurde auch ein erhebliches Budget von rund 2,4 Mio. € im Jahr 2013 schutzwirksam im Bereich der Timmelbach-Lawinenverbauung (Mur- und Lawinenbrecher, ru Lawinenauffangdamm und Erschließung der Lawinenanbruchverbauung) verbaut.

Das Bauwerk wurde in 10 Bauabschnitte eingeteilt. Die einzelnen Abschnitte samt den Massen von Interesse sind in Tabelle 1 dargestellt (siehe ergänzend dazu Abb. 4).

Erschließung des Bauwerkes:

Um eine angemessene Erschließung des Bauwerkes zu erhalten, musste eine 400 m lange asphaltierte Straße errichtet werden. Das Längsgefälle der Straße beträgt abschnittsweise rund 15 %, was in den Wintermonaten einen erhöhten Unterhaltungsaufwand verlangte, um eine sichere Zufahrt der LKW zu gewährleisten. Die Entscheidung, die Straße zu asphaltieren war angesichts der Massen, die darauf zu transportieren waren, und der geringen Unterhaltungskosten eine gute.

Untergrunderkundung und -vorbereitung:

Die Ergebnisse der Refraktionsseismik zeigten, dass im Bereich der Fundamentplatte mit Lockergestein bzw. aufgelockertem Fels zu rechnen ist. Überraschend war, dass man während des Ausbaus zwar den halben Bereich in Lockermaterial vorfand, die zweite Hälfte jedoch aus relativ festem Fels bestand. Dadurch musste ein Bodenaustausch in erheblichem Ausmaß vorgenommen werden. Die Fundamentplatte bzw. die gesamte Konstruktion verlangt homogene Untergrundverhältnisse. Rund 1.000 m³ Lockermaterial musste ausgehoben werden und durch Grobsteine in Betonbettung (400 m³ Beton und 600 m³ Grob-

steine!) ersetzt werden, um ein Felsäquivalent auch in diesem Bereich herzustellen. Der Hauptfehler lag darin, dass in der Planungsphase ergänzende Kernbohrungen vernachlässigt wurden.

Um die Arbeiten im Bereich der Baugrube sicher auszuführen, mussten umfangreiche Vernetzungen der Einhänge durchgeführt werden. Trotzdem passierte ein Materialeinbruch linksufrig, als ein Teil der Bewehrung der Fundamentplatte bereits eingebaut war. Eine langfristige Sicherung des oro. rechten Einhangs wurde durch eine Vernetzung mittels eines Stahldrahtgeflechtes (Tecco G65/3 mm) und einer Verankerung des Netzes mittels Injektionsbohrankern R 32 S mit 6 m Länge im Raster 3 * 3 m vorgenommen. Ein Steinschlagschutznetz musste weiters im oro. rechten Bereich angebracht werden, um die Mitarbeiter und die Baugrube samt Einbauten und Geräten vor der festgestellten Steinschlag- und Lawinengefährdung zu sichern.

Schalung:

Die vertikalen Wände wurden mit Meva-Großflächenschalung (Meva-Startec-Schalung) geschalt. In einer Höhe von ca. 8 m musste eine Abstützebene eingezogen werden, um die weiterführenden Schalungselemente an dieser ausrichten zu können. Das Leererüst für die horizontalen Trägerelemente wurde mittels Doka-Staxo-Elementen errichtet. Im Bereich der Träger mit 6 m Breite war die Fixierung der Stirnschalung herausfordernd, so mussten die Spanneisen über eine isolierte Muffe mit einer Fixierung verbunden werden. Nur so konnten die Spanneisen nachträglich entfernt werden.

Im Bereich der Arbeitsfugen wurden Einlegeleisten (Kunststoff-Trapezleisten) gesetzt, welche mit einer Stärke von 2 cm so schmal wie möglich gehalten werden mussten, um die Betonüberdeckung (6 cm) nicht übermäßig zu schwächen.

Die max. Betonierhöhen stießen mit 6,5 m an die Grenze der Belastbarkeit der Meva-Startec-Schalung. Mithilfe des seitens der Fa. Meva zur Verfügung gestellten Programmes zur Berechnung des Frischbetondruckes und durch den Einbau zusätzlicher Betondruckmessdosen (Manometer) konnte der Einbau überwacht werden, es wurden keine Grenzbelastungen während dem Betoniervorgang erreicht.

Bewehrung:

440 t Betonrippenstahl wurden eingebaut (siehe Tab. 1). Je nach Bauteil reichten die Bewehrungsdichten von 66 bis 202 kg Stahl/m³ Beton – im Durchschnitt 112 kg/m³. Aufgrund der großen Bewehrungsdichte, der Länge der Stäbe von bis

zu 14 m und der Stärken von bis zu 30 mm war der Einbau eine besondere Herausforderung. Aufgrund der Länge und Stärke der vertikalen Stäbe war es nicht möglich, eine einseitige Schalung zu montieren, was den Einbau der Bewehrung erleichtert hätte. Es mussten immer beide Seiten eingeschalt werden, um den Bewehrungskorb zu halten. Auch das Einbringen der vertikalen Stäbe gestaltete sich schwierig. Laut Arbeitssicherheitsvorschrift dürfen Stäbe nur einzeln mit dem Kran eingehoben werden; im Zuge der Ausführung wurden jedoch pro Hub 2 Stäbe durch schmale Bandschlingen und zusätzlich mit Bindedraht gesichert eingebracht.

Durch das dichte Bewehrungsnetz mussten Zugänge und Einstiegsöffnungen geschaffen



Abb. 6: Bewehrung der Fundamentplatte

Fig. 6: Armoring of the foundation plate

werden. Diesbezüglich wurden örtlich Bewehrungsstäbe gekappt; die weitere Verbindung erfolgte mit Lenton-Bewehrungskupplungen.

Bei den Flügeln mussten im Bereich der Aussparungen für die 33 Anker Spaltzugbewehrungen eingebracht werden. Die Aussparungen mussten eine horizontale, sowie eine vertikale Abweichung zur Normalen von 20 Grad aufweisen, was im Zuge der Ausführung aufgrund des geringen Platzangebotes und der geforderten Sorgfalt eine Herausforderung darstellte.

Zur Fixierung der 26er- und 30er-Stäbe hat sich der 1,8-mm-Draht bewährt, der „Japaner“ (akkubetriebenes Handdrahtbindegerät) ist nur vereinzelt zum Einsatz gekommen, da man in den meisten Fällen nicht rundum gelangte oder keinen Platz für das Gerät hatte. Alternative Drillerdrähte kamen nicht zum Gebrauch, da keine ausreichende Festigkeit der Verbindung erzielt werden konnte.

Im Bereich der Fundamentplatte wurden die oberen Bewehrungsschichten (2-4) mit herkömmlichen Deckenstützen aus Stahl und aufgesetzten IPE Trägern als verlorenes Gerüst gestützt (siehe Abb. 6).

Einheitspreis:

774 €/t geliefert; 1.817 €/t eingebaut

Stahlblechverkleidung:

Im Bereich der vertikalen Scheiben wurden Stahlbleche aufgebracht, um die Stoßbeanspruchung von aufprallenden soliden Partikeln der Lawine oder des murgangartigen Feststofftransportes schadlos abführen zu können und den Stahlbeton vor diesbezüglicher Einwirkung und Beschädigung bzw. Zerstörung zu schützen. Die eingebauten Stahlbleche haben eine normierte Fläche von 3 m * 1,5 m und eine Stärke von 8 mm. Sie wurden gebogen und im Bauhof so präpariert, dass ein schneller und exakter Einbau auf der Bau-

stelle möglich war. Entgegen der herkömmlichen Einbauweise, bei der Elemente vor dem Einbau der Bewehrung in die Schalung eingesetzt und nachfolgend verspreizt und verschweißt werden, wurde eine andere, alternative Lösung gefunden: Zuerst wurde die Bewehrung gebunden, anschließend wurden die gebogenen Stahlblechplatten mit aufgeschweißten Gewi-Muffen (Raster ca. 30 cm) eingeschoben. Die geforderte Verbindung der Bleche mit dem Beton erfolgte durch das Eindrehen von 25 cm langen Gewi-Stäben nach dem Einbau. Der Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit des barrierefreien Einbaus der Bleche und es mussten nicht nachträglich im bereits vorhandenen Bewehrungskorb Verbindungselemente eingeschweißt werden.

Um eine regelmäßige und saubere Oberfläche im Bereich der Stahlbleche zu erhalten und Verformungen während dem Betoniervorgang zu vermeiden, mussten diese aufwendig ausgespreizt und abgeschalt werden.

Beton:

Das Bauwerk bedurfte rund 4.000 m³ Transportbeton, mitsamt dem Beton für den erforderlichen Bodenaustausch wurden 4.400 m³ Beton eingebaut. Zur Ermittlung der Druckfestigkeit, der Frostbeständigkeit und des Luftporengehalts wurden insgesamt 4 Einheiten Probewürfel gefertigt (1 * pro 1.000 m³ eingebautem Beton). Die Ergebnisse der Messungen waren stets positiv.

Hier soll gesondert auf die Problematik der Arbeitsfugen in Bezug auf die Schwächung des Betonkörpers hingewiesen werden. Die Möglichkeiten eines Aufrauens bzw. Abstrahlens (Dampf- oder Sandstrahlung) vor Beginn des nächsten Betonierabschnittes ist üblicherweise eine gangbare Methode – in diesem war dies Falle aufgrund der großen Bewehrungsdichte (siehe Tab. 1) nicht oder unverhältnismäßig erschwert möglich. Innen, entfernt von den Stäben, wurde

mechanisch aufgeraut, außen hingegen wurden Fugenbleche eingebaut. Die diesbezügliche Problemstelle zwischen Bewehrungsstahl und Betonoberfläche konnte ausreichend mittels Fugenblechen abgedichtet werden.

Einbaumengen von über 550 m³ Transportbeton täglich konnten leicht bewerkstelligt werden, obwohl die Transportzeit mehr als eine Stunde/Strecke bedurfte, jedoch standen 22 LKW zur Verfügung.

Um ein vorzeitiges Aushärten an bestimmten Einbaustellen zu verhindern und eine übermäßige Erwärmung des Betons zu vermeiden wurde der Transportbeton bis zu 6 Std verzögert. Ein entscheidender Arbeitsvorgang, um den Beton sachgerecht einzubauen und eine saubere

Sichtbetonfläche zu erhalten, ist das Rütteln, bei dem auf keinen Fall die Bewehrungsstäbe berührt werden dürfen, da ansonsten der bereits in Aushärtung befindliche Beton gestört wird. Diesbezüglich mussten eigens in Bereichen mit einem Achsabstand der Bewehrung (vorw. 30er-Stäbe) von nur 7,5 cm (lichte Weite zwischen den Stäben bloß 4,5 cm) Rüttelöffnungen geschaffen werden. Im Bereich der unteren, schrägen Scheibenabschnitte mussten PE-Leerrohre als Führung für den Betonschlauch eingebracht werden. Dies hatte zwei Gründe: Zum einen konnte durch den flachen Verlauf der Scheiben im unteren Bereich der Beton nicht in die entlegensten Teile gebracht werden (gerüttelt wurde durch Rüttelöffnungen im Stahlblech), zum zweiten darf Beton max. 1,5 m



Abb. 7: Betonieren des oro. linken Flügels

Fig. 7: Placing of concrete into the oro. left wing

frei fallen. Die groben Zuschlagkomponenten (GK 22) sind schwerer als Zement – eine Entmischung der Matrix wäre die Folge.

Der Transportbeton konnte durch eine überlegte Logistik im gesamten Bereich des Bauwerkes mit einer Betonpumpe mit einem 30 m langen Ausleger eingebracht werden.

Einheitspreis:

150 €/m³ geliefert; 162 €/m³ eingebaut

Reflexion

Für die Mitarbeiter der Gebietsbauleitung Osttirol wurde durch die Ausführung des Mur- und Lawinenbrechers in vielerlei Hinsicht Neuland betreten. Man braucht sich nur die Dimension der horizontalen Einwirkungskomponente der Timmelbach-Lawine mit einem Druck von 14 t pro m² auf die Bruttofläche bei einer Bauwerkshöhe von 20 m vorstellen. Um diese Kräfte schadlos abzuführen ist der Bedarf der enormen Massen an Stahl, Beton und Ankern nicht weiter verwunderlich. So wurden im Zuge der Ausführung auch immer wieder Probleme im Zusammenhang mit der Komplexität des Bauwerkes aufgeworfen, die jedoch durch die gute Zusammenarbeit der maßgebenden Akteure, wie dem Partieführer Max Theurl samt Partie, Ing. Martin Diemling, den mit Statik und Geotechnik betrauten Fremdfirmen, DI Otto Unterweger und mir stets einer adäquaten Lösung zugeführt werden konnten.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Hanspeter Pussnig
 FTD für WLVL Gbl Osttirol
 Kärntnerstraße 90
 9900 Lienz
 hanspeter.pussnig@die-wildbach.at

Literatur / References

- ONR 24801 (2013).
 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung- Statische und dynamische Einwirkungen
- ONR 24802 (2010).
 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung- Projektierung, Bemessung und konstruktive Durchbildung
- ONR 24805 (2009).
 Permanenter technischer Lawinenschutz- Benennungen und Definitionen sowie statische und dynamische Einwirkungen
- ONR 24806 (2011).
 Permanenter technischer Lawinenschutz- Bemessung und konstruktive Ausgestaltung
- GWU (2012).
 Begehungsprotokoll Nr. 01-2012. Salzburg, 13.9.2012. 19 Seiten.
- PUSSNIG H. (2010).
 Timmelbach Lawine, Projekt 2010. Technischer Bericht samt weiterer Projektbeilagen
- PÖRY Infra GmbH (2012).
 Lawinen-/Murbrecher Timmelbach – Prägraten, Geophysikalische Untersuchungen 2011. Salzburg, 3.2.2012. 12 Seiten.
- SSL (2010).
 Studie Lawinendämme und Lawinen-/Murbrecher. Lawinensimulation. 35 Seiten.
- ZEVNIK J. (2014).
 Statische Berechnungen Lawinenbrecher Timmelbach. iC consulenten Zt GmbH, Salzburg.
- ZEVNIK J. (2014).
 Lawinenbrecher Timmelbach- Ausführung von Verpreßanker. Ausführungsplanung. iC consulenten Zt GmbH, Salzburg.

CORINNA WENDELER, ANDREA ROTH UND BRUNO HALLER

Der Einfluss von Richtlinien auf die Entwicklung von flexiblen Steinschlagbarrieren

The Influence of Guidelines on the Design and Development Process of Rockfall Barriers

Zusammenfassung:

Steinschlagbarrieren nur über Simulationen und Handrechnungen zu bemessen ist in vielen Anwendungsgebieten nicht möglich, da 1:1-Feldtests für ihre Kapazitätsprüfung vorgeschrieben sind. Um bei diesen Feldtests einheitliche Vorgehensweisen zu gewährleisten, haben sich zuerst die Schweiz mit ihrer Richtlinie (Gerber, 2001), danach die Europäer mit der ETAG 027 (2008) und anschließend zusätzlich Österreich mit der Anwendungsrichtlinie ONR 24810 (ASI, 2013) damit auseinandergesetzt und entsprechende Randbedingungen innerhalb einer Richtlinie vorgeschrieben. Die Auswirkungen der einzelnen Richtlinien auf den effektiven Entwicklungsprozess der Steinschlagbarrieren sollen im Rahmen dieses Beitrages näher analysiert werden.

Hervorzuheben ist, dass 1:1-Feldtests einen wichtigen Bestandteil bei der Dimensionierung und Zulassung von flexiblen Schutzmaßnahmen darstellen, obwohl es zugleich nicht möglich ist, jede einzelne Anwendung mit einem solchen Test exakt zu verifizieren.

Stichwörter:

Richtlinien, flexible Steinschlagbarrieren, ONR 24810

Abstract:

It is not possible to design rockfall barriers only by simulations and hand calculations due to the fact that a lot of applications require 1:1 field tests for the capacity check. To ensure that these field tests have standard procedures, first Switzerland defined the Swiss guideline (Gerber 2001) then Europe established the ETAG 027 (2008) and afterwards Austria set the ONR 24810 (ASI, 2013) to define boundary conditions within these guidelines. This article on "influence of guidelines on the design and development process of rockfall barriers" will study the aspect of these guidelines on the research and development side. It is important to mention that 1:1 field tests have a significant influence on the dimensioning of flexible protection measures, although it is not possible to verify each load case with a test.

Keywords:

guidelines, flexible rockfall barriers, ONR 24810

Einleitung

Steinschlagbarrieren lassen sich durch Berechnung allein oft nicht zuverlässig dimensionieren. Nur Tests im Maßstab 1:1 geben zuverlässige Informationen zu deren Verhalten und machen dies auch für Laien visuell verifizierbar. Allerdings lassen sich auch durch solche Tests nicht alle Lastfälle sicher abdecken. Steinschlag kann eine

Barriere in unterschiedlichster Form treffen und nicht jede dieser Möglichkeiten kann durch Versuche abgedeckt werden. Erste Feldtests fanden alle auf geneigten Testflächen entlang einer natürlichen Böschung statt. Steine wurden meist oberhalb eines Schutzzaunes ausgelöst, nahmen ihre natürliche Flugbahn und schlugen dann irgendwo im Schutznetz auf. Erste Versuche mit Barrieren wurden 1989 in den USA durchgeführt. Es existierten keinerlei Grundlagen für die Methode der

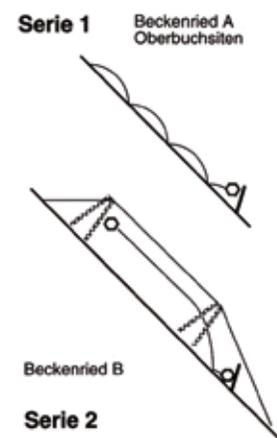


Abb. 1: Erste Schrägwurfanlage in der Schweiz in Beckenried, schematisch und in Aktion mit einem Steinschlagschutznetztest

Fig. 1: First slope inclined testing facility at Beckenried (Switzerland); schematic illustration (left) and test facility in action during a rockfall barrier test (right)

Versuche und Anforderungen an die Barrieren. Trotzdem konnten viele Erkenntnisse zum Verhalten und zur Energieabsorption von den getesteten Barrieren gewonnen werden.

Diese Versuche waren der Anfang einer rasanten Entwicklung zu immer höherer Energieabsorption von immer zuverlässigeren Barrieren und zu immer mehr repetierbaren Testabläufen auf entsprechenden Testanlagen. Dieses Know-how floss später in die erste Steinschlagschutzrichtlinie ein.

Ein gleiches Unterfangen mit Feldtests startete in der Schweiz 1997 in Beckenried (siehe Abb. 1), wo Steine entlang einer Naturböschung auf eine Schutzverbauung ausgelöst wurden. Es zeigte sich, dass es oft schwierig war, die Verbauungen überhaupt zu treffen, und wenn sie getroffen wurden, nochmals am gleichen Ort repetier-

bar zu beaufschlagen. Deshalb ging man zwei verschiedene Richtungen, um dieses Problem in den Griff zu bekommen. Die eine ist die Weiterentwicklung der sogenannten Schrägtestanlage mit einer vorgegebenen Flugbahn des Steines mittels Schienenführung oder Seilbahn, um ein gezielteres Abwerfen des Steines zu erreichen (zum Beispiel Schrägwurfanlage Lungern in Abb.2 rechts oder Leoben). Die andere Entwicklung ging ab 2001 hin zu vertikalen Wurfanlagen, bei denen der Stein gezielt mittels eines Kranes platziert werden kann und abgeworfen wird (siehe Abb. 2).

Aus den ersten Vertikaltests in der Schweiz auf der Testanlage in Walenstadt entstand dann die erste Steinschlagschutzrichtlinie (Gerber, 2001).



Abb. 2: Vertikalwurfanlage in Walenstadt (CH) (links) und Schrägwurfanlage in Lungern mit Schrägeiseilbahnlösung und Laufkatze (rechts), Quelle Pfeifer Isofer Schweiz.

Fig. 2: Vertical fall test installation at Walenstadt (CH) (left) and slope inclined testing facility with inclined ropeway and trolley at Lungern (right), source Pfeifer Isofer Switzerland

Einführung der ersten Steinschlagrichtlinie

Bald setzte sich die Erkenntnis durch, dass es gewisse Richtlinien braucht, um verschiedene Barrierentypen/-anbieter vergleichen zu können. Eine weltweit erste solche Richtlinie wurde 2001 in der Schweiz in Kraft gesetzt (Gerber, 2001). Sie hatte nicht den Anspruch sicherzustellen, dass Barrieren in jeder erdenklichen Situation Steinschläge ohne Schaden aufnehmen können. Das Hauptaugenmerk lag auf klarer Definition der Testbedingungen und einfachen, messbaren Kriterien für die Funktionalität der Barrieren, um einen sinnvollen Mindeststandard für alle angebotenen Barrieren sicherzustellen. Dies schien damals mit dem Vertikalwurf auf der Anlage in Walenstadt am einfachsten erfüllbar. Die Reproduzierbarkeit beim Vertikalwurf ist bedeutend höher als bei den in der Einleitung beschriebenen ersten Schrägversuchen ohne Führungselemente.

Viele Wunschkriterien mussten im Laufe der Entwicklung der Richtlinie gestrichen werden, um nicht den Wettbewerb zu behindern oder die Barrieren durch zu aufwendige Tests oder zu hohe Anforderungen, welche kein oder nur ein Anbieter hätte erfüllen können und eventuell keinen effektiven Zusatznutzen bieten, unnötig zu verteuern. Das Verfahren ist so konzipiert, dass jeder Anbieter seine Barrieren auf dem von den Behörden zur Verfügung gestellten Testgelände prüfen lassen kann. Die Testbedingungen sind damit für alle Interessenten identisch. Den Herstellern bot die Richtlinie die Chance die Barrieren, von denen angenommen werden konnte, dass alle Anbieter diese Hürde nehmen mussten, neu zu entwickeln. Die Kunden wussten wie sie ausschreiben mussten und welche Sicherheiten sie von den zugelassenen Barrieren erwarten konnten. Unter großem Aufwand wurden neue Barrieren entwickelt (z.B. die RXI-Reihe von Geobrug) und diese sind bis heute weltweit im Einsatz. Sie sind von den

Kunden als zuverlässige, qualitativ hochstehende Verbauungstypen anerkannt und haben sich auch im Ereignisfall bewährt. Die Schweizer Richtlinie fand vielerorts außerhalb der Schweiz Beachtung, da sie die einzige Qualitätsnorm zu dieser Zeit war, welche den Kunden die Sicherheit für ein geprüftes Produkt gab. Drei Anbieter erwarben die Zulassungen und somit war auch der Wettbewerb sichergestellt.

Einführung der Europäischen Richtlinie ETAG 027

Im Jahre 2008 wurde die Europäische Richtlinie ETAG 027 erstmals publiziert. Diese war ähnlich wie die Schweizer Richtlinie, jedoch wich sie in einigen wichtigen Punkten von der ersten Richtlinie ab. Sie war als Werk der EOTA für jegliche Testanlagen konzipiert. Da auch inzwischen das Wiederholbarkeitsproblem wegen der Zielungenauigkeit bei Schrägwurfanlagen durch Führungsschienen oder Ähnliches gelöst wurde, gibt es nach der ETAG 027 auch die Möglichkeit, auf entsprechenden Schrägwurfanlagen die Tests durchzuführen. Verbleibende Ungenauigkeiten bei der Trefferunsicherheit werden über bestimmte Maßtoleranzen abgedeckt (ETAG 027, 2008).

Um auf dem Europäischen Markt anbieten zu können, waren nun alle Hersteller verpflichtet, ihre Barrieren den neuen Kriterien der ETAG 027 anzupassen und erneut für jede Energieklasse die Zulassung einzuholen. Geobrug war dabei der erste Anbieter, welcher für die wesentlichen Klassen die erforderlichen Zulassungen (ETA) hatte, und bald darauf gab es mehrere Anbieter auf dem Markt, welche über Zulassungen verfügten. In einzelnen Fällen kamen Zweifel auf, ob die angebotenen und zugelassenen Barrieren tatsächlich den Anforderungen der ETAG 027 genügen, da einige ausgewiesene Parameter nicht in Einklang mit erwarteten Konstruktionsmerkmalen und Leistungswerten standen. Kleinste

Kräfte, kleinste Auslenkung, größte Restnutzhöhe bei gleichzeitig leichtester Konstruktion passten nicht zusammen. Da nun auf unterschiedlichsten Anlagen mit unabhängigen Institutionen getestet werden konnte (auch solche mit wenig Erfahrung im Bereich des technische Steinschlagschutzes), entstanden gewisse Zweifel an der Korrektheit der durchgeführten Tests. Dieses Misstrauen betreffend die Seriosität von Versuchen ging sogar soweit, dass Vergleichstests von Produkten des Wettbewerbers durchgeführt wurden. Es entstanden auch Diskussionen über die Vergleichbarkeit von vertikal- und schrägseilgeprüften Barrieren (Volkwein 2014). Im besagten Forschungsbericht der WSL wurde festgestellt, dass schrägseilgeprüfte Systeme mit vertikal getesteten vergleichbar sind, wenn zusätzliche Randbedingungen wie Reserven in den Bremsen und mindestens 15% höhere Restnutzhöhe eingehalten werden.

Eine zusätzliche Unsicherheit besteht darin, dass jedes EU-Land eine andere oder keine Übergangsfrist definierte, was dazu führt, dass in einigen Märkten bereits Zulassungen erforderlich sind, während in anderen Ländern offenbar jeder Kunde selber entscheiden kann, ob er nach ETAG 027 zugelassene Barrieren ausschreiben will oder auch ältere, nicht getestete Barrieren zulässt, wie das z.B. in Frankreich der Fall ist. Als Konsequenz bei der Entwicklung von Steinschlagschutzsystemen in dieser Zeit wurden filigrane, ökonomische Schutzsysteme entwickelt, um dem immer größer werdenden Wettbewerbs- und Preisdruck auf dem europäischen und später auch auf dem Weltmarkt bestehen zu können. Einfache modulartige Barrierenkonstruktionen, welche größere Bremswege aufweisen, aber dafür geringere Ankerkräfte erzeugen, garantieren eine schnelle und zeiteffiziente Feldinstallation auch im schwierigen Gelände.

Einführung von länderspezifischen Anforderungen

Nur 5 Jahre nach Einführung der ETAG 027 wurden in Österreich zusätzliche Regeln erarbeitet und eingeführt: Eine nationale Anwendungsrichtlinie (ONR 24810, 2013) mit einem informativen Anhang E (Optionale Anforderungen an Steinschlagschutznetze) stellte gewisse erst entwickelte und zugelassene Barrieren in Frage, da von spezifischen Anspruchsgruppen zusätzliche Kriterien eingeführt wurden, welche bei der Zulassung für die ETAG 027 nicht erforderlich sind. Hierbei handelt es sich zum einen um die Öffnungsthematik, welche bei der schärfsten Schadensfolgeklasse CC3 nach ONR (ONR, 2013) bei einer Schutzfläche keine Öffnungen im unteren Tragseilbereich größer als 20 cm zulässt. Zum anderen sind in dieser Klasse Öffnungen im Randbereich an der Stütze auch nicht mehr ohne Weiteres erlaubt. Dies können sehr wichtige Kriterien sein bei Verbauungen, die an vertikalen Felswänden installiert sind, sind aber aus Erfahrung bei Systemen am Hang nicht relevant. Da dies so nicht explizit in der ONR steht, ist es wichtig zu verstehen, wo es sinnvoll ist, diese optionalen Zusatzkriterien bei Projekten anzuwenden. Maschenbrüche oder Brüche einzelner Litzen an den Tragseilen gilt es zu vermeiden. Diese Kriterien beziehen sich vor allem auf den Unterhalt, da ja die Tragsicherheit bei allen Klassen gegeben sein muss. Hier muss aber auch berücksichtigt werden, dass solche Systeme nach einem Einschlag mit der Nennenergie nie unterhaltsfrei sein werden und dies auch nicht suggeriert werden sollte. Die genannten Schadensfolgeklassen sind ein sehr guter Ansatz, um das Schadenspotenzial in Betracht zu ziehen, und es ist wichtig, dass diese Methode vertiefter angewendet wird und nicht alle Projekte einfach in die höchste Klasse gestellt werden. Zudem wird erst-

mals eine spezielle Berechnungsmethode gefordert, welche eine skalare Addition der Rückhalte-seilkräfte für die Ankerauslegung vorschreibt.

Die Einführung dieser nationalen Anwendungsrichtlinie hatte damit entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung von flexiblen Schutznetzen. Die Forderungen konnten von einigen Netztypen und Test-Setups einfacher erfüllt werden und bei anderen waren zusätzliche Maßnahmen nötig. Zusätzliche Horizontalseile im Netz

können die Kraft direkt zu den seitlichen Anker lenken, ohne die Rückhalteseile und Stützen weiter zu beanspruchen. Damit kann insbesondere die skalare Vektoraddition, welche zu sehr hohen Ankerlasten führt, entschärft werden. So konnten Systeme entwickelt werden, die sowohl die immer noch strengste Schweizer Richtlinie wie auch die ETAG 027 mit ONR Kriterien erfüllen (z.B. Geobrugg RXE, siehe Abb. 3).



Abb. 3: RXE-1000 System, getestet nach 2 Richtlinien inklusive Anpassungen nach nationaler ONR-Anwendungsrichtlinie

Fig. 3: RXE-1000 system tested according to two guidelines including adaptations in accordance with the national ONR application guidelines.

Unter markttechnischem Aspekt gesehen wurden gewisse nach ETAG 027 zugelassene Systeme durch die Einführung der nationalen Anwendungsrichtlinie und auch schon während der Übergangsphase aus den Listen der WLW und OEBB gestrichen, was zu Problemen mit der Systemwahl und teilweise zu einer Monopolsituation führte. Dies kann kaum im Sinne des Kunden sein und so wurde trotz der hohen Entwicklungskosten für die Anpassungen und Neuzulassungen am Markt die Chance ergriffen, die neusten Erkenntnisse betreffend Kundenbedürfnissen und Technologie in den laufenden Entwicklungsprozess einfließen zu lassen.

Es muss allerdings damit gerechnet werden, dass auch andere Länder zusätzliche spezifische Kriterien einführen. Ob dann die Barrieren wieder angepasst werden müssen? Es stellt sich die Frage, ob es der Sinn einer Europäischen Richtlinie ist, dass dann doch jedes Land seine eigenen Bedingungen definiert und damit unter Umständen den Wettbewerb behindert oder sogar lokale Hersteller bevorzugt. Als ein Beispiel sei genannt, dass in Frankreich Klasse B ausgeschrieben wird, weil es bis jetzt keine französischen Anbieter gibt, welche Klasse A erreicht haben.

Stand der Entwicklung und Fazit

Innerhalb von 12 Jahren zwangen neue Richtlinien und zusätzlich eingeführte nationale Anwendungskriterien die Hersteller zu 3 komplett neuen Entwicklungen mit Tests und Zulassung für sämtliche wesentlichen Energieklassen. Die neuste Generation von Barrieren wie die RXE-Reihe von Geobrug ist nach der härtesten vertikalen Prüfmethode getestet und erfüllt nun nicht nur die ETAG 027 und die Schweizer Richtlinie, sondern auch den informativen Anhang E der ONR 24810. Die Konsistenz der verschiedenen gemessenen und dokumentierten Parameter wie Beschleunigung,

Kräfte, Auslenkung weisen eine hohe Konsistenz mit dem eingesetzten Material (Seildurchmesser/ Anzahl, Netztypen, Bremstypen etc.) über alle Barrierentypen auf. Das lässt den Schluss zu, dass einerseits die Messungen zuverlässig sind und man andererseits den angegebenen Leistungsmerkmalen der Barrieren vertrauen kann. Besonderes Augenmerk wurde auf eine geringe Auslenkung, einfache Montage und geringen Unterhaltsbedarf gelegt. Lineare Bremsen, welche ein statisch und dynamisch ähnliches Verhalten aufweisen, schonen die Anker auch bei Lasten die größer als MEL sind. Die geringe Auslenkung erlaubt die Positionierung der Barrieren nahe am Schutzobjekt.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass Richtlinien sinnvoll und wenn möglich einheitlich sein sollen. Nur so können sie den hohen Qualitätsansprüchen des Kunden genügen, ohne lokal den Wettbewerb zu behindern, indem sie unrealistische Kriterien enthalten, welche den realen Anforderungen widersprechen und zu unwirtschaftlichen Produkten führen. Sehr wichtig ist auch das technische Verständnis bei den Anwendern, um nicht nur den Zulassungen Glauben zu schenken, sondern auch die Konstruktionen auf Plausibilität und Anwendbarkeit zu prüfen.

Anschrift der Verfasser / Authors' adresses:

Corinna Wendeler
 Head of Technical Department
 Geobrug AG - Geohazard Solutions
 Aachstrasse 11
 CH-8590 Romanshorn
 Switzerland
 corinna.wendeler@geobrug.com

Literatur / References:

GERBER W. (2001).
 Richtlinie über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag, Bundesamt für Umwelt und WSL, Bern, Schweiz.

ETAG 027 (2008).
 Guideline for European technical approval of falling rock protection kits, EOTA 2008, Brussels, Belgium.

ETAG 027 (2012).
 Guideline for European technical approval of falling rock protection kits, EOTA 2013, Brussels, Belgium.

ONR 24810 (2013).
 Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkung, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung, Austrian Standards Institute, Wien, Österreich.

VOLKWEIN, A., BAUMANN, R. (2014).
 Vertical versus inclined impact into flexible barriers – influence of different testing procedures acc. to ETAG 027, Rocexs Conference, Lecco, Italy.

VOLKWEIN, A. (2013).
 Einfluss verschiedener Prüfverfahren nach ETAG 027, Abschlussbericht, WSL Bericht im Auftrag Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweiz.

BAUCON ZT GmbH | Schilliftstr. 3 | 5700 Zell am See | T: +43 (0) 65 42 / 740 55 - 0 | office@baucon.at

Zell am See
Berlin
Kitzbüchel
Bozen
Wien



STATIK UND KONSTRUKTION
VERKEHRSWEGEBAU, WASSERBAU
BAULEITUNG, BAU KG

www.baucon.at




Stahlschneebrücken • Gleitschneeböcke • Triebsschneewände
Ablenkewände • Stahlteile für Schutzbauten



Mair Wilfried GmbH
 I-39030 St. Lorenzen (BZ)
 info@mairwilfried.it • www.mairwilfried.it

WILLI WANKER, MARKUS GÖTSCH

Aktuelles Umsetzungsbeispiel zur ONR 24810 mit Steinschlagschutznetzen und -dämmen – ein Erfahrungsbericht

Current Implementation Example for the ONR 24810 with Rockfall Protection Nets and Embankments – An Experience Report

Zusammenfassung:

Für die Beurteilung einer Steinschlaggefährdung steht uns aktuell die Normenregel ONR 24810:2013 „Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung“ zur Verfügung. In dieser ONR werden die normativen Grundlagen für den technischen Steinschlagschutz festgelegt. Sie gilt für Primär- (bspw. Verankerungen) wie auch für Sekundärmaßnahmen (bspw. Netze, Dämme, Schutzgalerien). Am Fallbeispiel des Gewerbegebietes in Schlitters (Zillertal, Tirol) wird die geologisch-geotechnische Bearbeitung auf Basis dieser Norm beschrieben.

Stichwörter:

Georisiko, Steinschlaggefährdung, Schutznetz, Schutzdamm, Steinschlagsimulation

Abstract:

For the assessment of a rockfall hazard, currently the national rule ONR 24810:2013 (Technical protection against rockfall – Terms and definitions, effects of actions, design, monitoring and maintenance) is in use. This ONR (ON Rule) specifies normative principles for technical protection against stone-chipping. It applies to primary measures (e.g. anchorage) and also secondary measures (e.g. nets, embankments). The geological and geotechnical processing based on this ON rule is described in a case study from the commercial area in Schlitters (Zillertal, Tyrol).

Keywords:

Georisk, rockfall hazard, protection net, embankment, rockfall simulation

Einleitung

Für die Beurteilung der Steinschlaggefährdung von betroffenen Gebäuden, Infrastruktureinrichtungen bzw. Nutzungen ist die Normenregel ONR 24810:2013, „Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung“ (Österr. Normungsinstitut, 2013), anzuwenden. Auf dieser Basis soll eine ausreichende und nachvollziehbare Dimensionierung der technischen Schutzbauten unter Berücksichtigung der Schadensfolgeklassen erzielt werden. Diese zur Differenzierung der Zuverlässigkeit eingeführte Klassifizierung betrachtet die Auswirkungen des Versagens oder der Funktionsbeeinträchtigung eines Tragwerkes. In Abhängigkeit von diesen Schadensfolgeklassen sind die jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerte und Bemessungsfaktoren zu berücksichtigen, auf deren Basis dann das endgültig dimensionierte Bauwerk zur Einreichung bzw. zur Ausführung gelangt. Neben den Vorgaben für die Planung und Ausführung stellt diese ONR auch die Grundlage für die Überwachung und Instandhaltung der Schutzbauwerke dar.

Steinschlaggefährdung von Infrastrukturbauten

Im Juni 2013 kam es im Gewerbegebiet von Schlitters (Zillertal/Tirol) zu mehreren Block- und Steinschlagereignissen. Seitens der Landesgeologen wurde die Situation ausführlich dokumentiert und entsprechende Sicherungsmaßnahmen gefordert. Das Ziviltechnikerbüro ZT-W3 wurde in der Folge beauftragt, auf Basis einer eingehenden Beurteilung und Bemessung der Steinschlaggefährdung einen geeigneten Maßnahmenkatalog für einen dauerhaften Schutz der betroffenen Gebiete auszuarbeiten. Zusätzlich stand für die geotechnischen Fragestellungen hinsichtlich der Bemessung der ausgearbeiteten bzw. geplanten Steinschlagschutzmaßnahmen (Steinschlagschutznetzsystem, Steinschlagschutzdamm) ein Geotechniker vom Geotechnik-Team Innsbruck zur Verfügung.

Oberhalb bzw. westlich dieses Gewerbegebietes verläuft in Nord-Süd-Richtung eine steile Felsflanke, aufgebaut aus meist stark zerlegtem Schwarzem Dolomit. Diese Felswände vermitteln vom Schlitterberg (ca. 800 m.ü.A. im nördlichen und zentralen Projektabschnitt bzw. bis ca. 870 m.ü.A. im südlichen Bereich) zum Zillertal.

Unterhalb der rd. 100 bis 230 m hohen Felswände sind steile, meist bewaldete Schuttkegel bis zum Talboden (knapp 530 m.ü.A.) ausgebildet. Bereichsweise ist die Schutthalde mittels Vernetzung gesichert, im zentralen Bereich besteht auf einer Länge von rd. 90 m zudem ein Schutzdamm mit aufgesetztem Netz, im Norden sind 2 Netzreihen verbaut.

Für die Beurteilung der Steinschlaggefährdung war die Normenregel ONR 24810:2013, „Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung“ anzuwenden. Auf dieser Basis soll eine ausreichende und nachvollziehbare Dimensionierung der technischen Schutzbauten unter Berücksichtigung der Schadensfolgeklassen erzielt werden. Der nach diesen Vorgaben beschrittene Weg wird in den folgenden Punkten dargestellt.

Grundlagenerhebung und Steinschlagsimulation

Geländebefund:

In den auskartierten Ablösebereichen im Projektgebiet wird das Trennflächengefüge von Kluftsystemen dominiert, zusätzlich sind bereichsweise Schichtflächen mit Bankungen im Dezimeterbereich ausgeprägt. Der Durchtrennungsgrad ist generell hoch, die Öffnungsweite der nicht verfüllten Klüfte beträgt mehrere Zentimeter bis Dezimeter. Die Kluftsysteme erstrecken sich häufig über mehrere Meter. Am Wandfußbereich konnten aufgrund dominanter Großklüfte u.a. auch größere Ablöseherde von mehreren 10er- bis 100er-Kubikmetern kartiert werden. Allerdings ist aufgrund des intensiven internen Zerlegungsgrades davon auszugehen, dass auch im Falle eines Gesamtablösens der Kluftkörper

in die charakteristischen Blockgrößen zerfällt. Insgesamt ist das gesamte Projektgebiet von der intensiven Durchtrennung durch Groß- und Kleinklüfte geprägt. Sowohl in den Wandbereichen als auch am Wandfuß ist aufgrund des Erscheinungsbildes des Trennflächeninventars mit größeren Ausbrüchen bei hoher Ereignisfrequenz zu rechnen.

Unterhalb der Wandbereiche sind zur Hauptsache weitläufige Schutthalden ausgeprägt, deutliche Sturzbahnen bzw. Rinnenbildungen gibt es nur im südlichen und im nördlichen Projektgebiet. Aufgrund der Steilheit im Oberhangbereich kommt es zur Fraktionierung der Blockgrößen, entsprechend sind die größeren Komponenten im Unterhangbereich anzutreffen. Für die Ermittlung der Bemessungsblöcke wurde daher im unteren Abschnitt der Homogenbereiche (Zentralbereich, Süd- und Nordabschnitt) im Flächenzählverfahren die Kubatur der Komponenten jeweils eines charakteristischen Bereiches erfasst. Aufgrund der Räumung des Fallbodens hinter dem bestehenden Damm ist im Zentralbereich naturgemäß die tatsächliche Blockverteilung beim o.g. Ereignis im Juni 2013 nicht mehr nachzuvollziehen. Die Größenverteilung erscheint aber im Vergleich zum Übergangsbereich im Südabschnitt bzw. zum Nordabschnitt mit ähnlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Sturzlängen und der Beobachtungen von Anrainern plausibel.

Aufgrund der jüngsten Ereignisse, der zusätzlich beobachteten zahlreichen frischen Blöcke und der deutlichen und häufigen Schlagmarken an Bäumen bzw. der bereichsweise auch abgeschlagenen Bäume ist für das Projektgebiet eine hohe Ereignisfrequenz [EF3] anzusetzen. Somit wird das Fraktile V_{97} für die Bemessungsblockgröße bei den Modellierungen verwendet (Abb. 1).

| Ereignisfrequenzklasse | Ereignishäufigkeit n (1/a) | Fraktile für die Bemessungsblockgröße |
|------------------------|--|---------------------------------------|
| EF 4 (sehr hoch) | $n \geq 10$ (> 10 Ereignisse/Jahr) | V_{98} |
| EF 3 (hoch) | $1 \leq n < 10$ (1 bis 10 Ereignisse/Jahr) | V_{97} |
| EF 2 (gering) | $0,03 \leq n < 1$ (1 Ereignis/1 bis 30 Jahre) | V_{96} |
| EF 1 (selten) | $n < 0,03$ (< 1 Ereignis/30 Jahre) | V_{95} |

Abb. 1: Ereignishäufigkeiten und zugeordnete Bemessungsblockfraktile (ONR 24810)

Fig. 1: Frequency of events and related design block fractal (ONR 24810)

Wesentlich für die weiteren Untersuchungen bzw. für die Beurteilung der Simulationsergebnisse und für die Bemessung der Bauwerke ist die Klassifikation von Schadensfolgeklassen. Diese Klassifizierung wurde zur Differenzierung der Zuverläss-

sigkeit eingeführt, bei der die Auswirkungen des Versagens oder der Funktionsbeeinträchtigung eines Bauwerks betrachtet werden (Abb. 2).

| Schadensfolgeklasse CC | Merkmale | Beispiele |
|------------------------|---|--|
| CC 1 | Geringe Folgen für Menschenleben und kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen | Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr (z. B. Scheunen, Gewächshäuser) |
| CC 2 | Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftlich, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen | Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B. ein Bürogebäude) |
| CC 3 | Hohe Folgen für Menschenleben oder sehr große wirtschaftliche oder umweltbeeinträchtigende Folgen | Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle) |

Abb. 2: Klassifikation von Schadensfolgeklassen (ONR 24810)

Fig. 2: Classification of failure consequence classes (ONR 24810)

Aufgrund des unterliegenden Gewerbegebietes (mit Betrieben wie McDonalds bzw. einer Tankstelle oder dem Reifenprofi) erfolgt eine hauptsächliche Zuordnung zur Schadensfolgeklasse CC3, Randbereiche sind der Schadensfolgeklasse CC2 zuzuordnen.

Steinschlagsimulation:

Die Simulation wurde mit dem Programm „Rockfall 7.1“ (Release: 05.03.2010) durchgeführt. Über eine Parameterstudie werden die Einflussgrößen, sofern sie nicht durch die Geländeaufnahme vorgegeben sind, innerhalb von plausiblen Grenzen variiert, bis die Simulation einen realistischen Sturzverlauf (bezüglich Sprunghöhen und -weiten) sowie eine realistische Reichweite ergibt. Nach der Ermittlung der relevanten Einflussgrößen über die Parameterstudie werden diese über einen Zufallsgenerator innerhalb vorgewählter Grenzen variiert. Im Zuge einer Vielzahl von Steinschlagsimulationen kann sodann über den Ausgabemodus „Profil-Energie-Sprunghöhenverlaufskurve (Hüllkurve)“ nach einer Vorausscheidung im Gelände die Energie und Sprunghöhe der Bemessungsblöcke im Bereich des Schutzbauwerkes dargestellt werden.

Grundsätzlich steht für das gesamte Einzugsgebiet die Laserscanauswertung des Landes Tirol in 1-Meter-Auflösung zur Verfügung. Die geometrischen Charakteristiken der betreffenden Einhänge wurden im Gelände zusätzlich erfasst bzw. verifiziert und den jeweiligen Hangabschnitten (Homogenbereichen) wurden Untergrundverhältnisse (Fels oder Boden, Rauigkeit, Dämpfungseigenschaften, Reibungswinkel, Rollwiderstand) zugeordnet.

Die Blockgrößen für Steinschlagereignisse aus den Ablösebereichen wurden über die beobachteten Blockhalden und Einzelsturzböcke im unteren Abschnitt im Flächenzählverfahren für

die Homogenbereiche ermittelt. Entsprechend der angenommenen Ereignisfrequenzklasse wurde für den Zentral- und Nordabschnitt als Bemessungsblockgröße der ermittelte Fraktilwert $V_{97} = 1,5m^3$ für die Simulationsberechnungen verwendet. Im Südabschnitt ergibt die Auswertung der Blockgrößenverteilung einen Fraktilwert $V_{97} = 0,9m^3$.

In den meisten Fällen ist eine vollständige Abdeckung der Gefährdung mit Steinschlagschutzbauwerken (Auffangbauwerken) nicht möglich. Sturzereignisse oder Ereignisverkettungen, die die Möglichkeit des Bauwerkes (Sprunghöhe und/oder Energie) übersteigen, können, wie bei vergleichbaren bestehenden Anlagen, nicht ausgeschlossen werden. So wurden Stürze von Felsbereichen im Verband sowie Kleinstereignisse im Zuge der Simulation nicht untersucht, sondern nur Ablösungen von Einzelblöcken. Mithilfe der Simulation, die eine statistische Auswertung der Bemessungsgrößen erlaubt, kann jedoch eine Optimierung der Maßnahmen erfolgen, die einerseits wirtschaftlich ist und andererseits eine maximale Reduktion der Gefährdung bewirkt. Zudem muss darauf hingewiesen werden, dass trotz einer aufwendigen Simulation bei komplexen Bewegungsabläufen mit zahlreichen Einflussgrößen nur eine gute Abschätzung mit allen durch die Natur vorgegebenen Unschärfen zu erreichen ist.

Der Umstand, dass das Simulationsprogramm eine Waldbestockung und deren bremsende Wirkung nicht berücksichtigt, ist in der Tatsache begründet, dass ein Steinschlagereignis ohne bremsende Baumkontakte durchaus möglich, wenn auch unwahrscheinlich ist. Daraus resultiert ein gewisser Sicherheitsfaktor, der jedoch nicht quantifizierbar ist. Der Energieberechnung liegt zudem ein „Stein“ in Kugelform zugrunde, der aufgrund seiner wesentlich geringeren Rollwiderstände höhere Geschwindigkeiten und Energien erreicht. Teilweise wird diese Diskrepanz zu den in der Natur dominierenden kantigen Blö-

cken durch eine etwas überhöhte Rauigkeit des Untergrundes kompensiert, tendenziell liefern die kugeligen Steine jedoch ungünstigere Lastfälle als kantige.

Simulationsrelevante Bemessungsgrößen:

Das maßgebliche Fraktil für die Bestimmung der Bemessungsblockgröße wurde in Abhängigkeit von der Ereignisfrequenzklasse bestimmt. Zusätzlich sind noch folgende Parameter und Faktoren für die Simulation bzw. für die Auswertung zu beachten: Teilsicherheitsbeiwert für die Energieeinwirkung für die unterschiedlichen Schadensfolgeklassen (Abb. 3).

| | CC 1 | CC 2 | CC 3 |
|------------------|------|------|-------|
| $\gamma_{E,kin}$ | 1,0 | 1,05 | 1,015 |

Abb. 3: Teilsicherheitsbeiwert für die Energie-Einwirkung für verschiedene Schadensfolgeklassen (ONR 24810)
 Fig. 3: Partial safety factor for the energy action for various failure consequence classes (ONR 24810)

Als charakteristische Sprunghöhe ist die Höhe der Oberkante des Bemessungsblockes, gemessen normal auf den Hang bergseits der Schutzmaßnahme bzw. parallel zur Bauwerksachse, definiert; dies ergibt sich aus dem 95%-Fraktil der Sprunghöhenverteilung h_{95} , bezogen auf die Oberkante des Bemessungsblockes (Abb. 4).

| | CC 1 | CC 2 | CC 3 |
|------------------|------|------|------|
| $\bar{\alpha}_1$ | 1,05 | 1,1 | 1,3 |

Abb. 4: Vergrößerungsfaktor auf die geometrische Größe der Sprunghöhe in Abhängigkeit von den Schadensfolgeklassen (ONR 24810)
 Fig. 4: Magnification factor for the geometric value of jump height, depending on the failure consequence class (ONR 24810)

Für die Bemessung des Widerstandes des Schutznetzes hinsichtlich seiner Energieaufnahmekapazität

ist ein Teilsicherheitsbeiwert zu beachten, der dem Umstand Rechnung trägt, dass bei den Zulassungsversuchen neben anderen Vereinfachungen (z.B. Blockform, keine Rotation) nur der günstige Trefferpunkt in der Feldmitte beaufschlagt wird (Abb. 5).

| | CC 1 | CC 2 | CC 3 |
|----------------|------|------|------|
| $\gamma_{E,R}$ | 1,0 | 1,05 | 1,15 |

Abb. 5: Teilsicherheitsbeiwert auf die Energieaufnahme-fähigkeit (MEL: Maximum Energy Level) von Steinschlagschutznetzen laut Zulassung gemäß ETAG 027 in Abhängigkeit von den Schadensfolgeklassen (ONR 24810)
 Fig. 5: Partial safety factor for the energy dissipation capacity (MEL: Maximum Energy Level) of rockfall nets according to the ETAG 027 approval, depending on the failure consequence class (ONR 24810)

Der Reduktionsfaktor für die charakteristische Bauwerkshöhe soll sicherstellen, dass es beim Impakt zu keinem Tragseiltreffer kommt, da dieser Lastfall nicht durch die Zulassungsprüfung abgedeckt ist (Abb. 6).

| | CC 1 | CC 2 | CC 3 |
|------------------|------|------|------|
| $\bar{\alpha}_2$ | 1,0 | 1,05 | 1,15 |

Abb. 6: Reduktionsfaktor auf die geometrische Größe der Bauwerkshöhe in Abhängigkeit von den Schadensfolgeklassen (ONR 24810)
 Fig. 6: Reduction factor for the geometric dimension of structure height, depending on the failure consequence class (ONR 24810)

Hinsichtlich der steinschlagschutzspezifischen Faktoren gilt für die Ermittlung des Freibords: Bei mit Geokunststoffen bewehrten Dämmen (Abb. 7) und einer bergseitigen Dammneigung von zumindest 70° ist das Freibord größer/gleich dem einfachen Durchmesser des Bemessungsblocks in Böschungsrichtung anzunehmen. Die erforderliche Bauwerkshöhe des Steinschlagschutzdammes $h_{B,d}$ als senkrechter Abstand der Verschnittlinie

des Urgeländes mit dem bergseitigen Böschungsfuß des Dammes und der Oberkante des Dammes wird nach ONR 24810 folgendermaßen ermittelt (Gl. 1 und Gl. 2):

$$h_{B,d} = h_{E,d} + FB_{\text{senkrecht}} \quad \text{Gl. (1)}$$

$$FB_{\text{senkrecht}} = FB \times \sin \beta_B \quad \text{Gl. (2)}$$

Simulationsergebnis:

Beispielhaft sind die Ergebnisse eines Simulationsprofils im zentralen Bereich (Dammbauwerk) und eines Simulationsprofils im südlichen Abschnitt dargestellt:

Das zentrale Profil wurde entsprechend dem Abbruchgebiet vom Juni 2013 „nachgerechnet“, weshalb zusätzlich die damals beobachteten Einzelblöcke (ca. 2,2 m³ bzw. 3,0 m³) ausgewertet wurden, wobei die Energien (Perzentil-99) bei 3427 kJ und 4746 kJ liegen, die Sprunghöhe von 3,16 m bzw. 3,13 m (OK-Block) ist ebenso mit dem Vergrößerungsfaktor entsprechend der Schadensfolgeklasse zu erhöhen. Der bergseitige Begleitweg dient als Fallboden und Energievernichter der hier durchwegs sehr steilen Hangflanke unterhalb der relativ nahen Felswände (100–150 m horizontale Distanz) (Abb. 8).

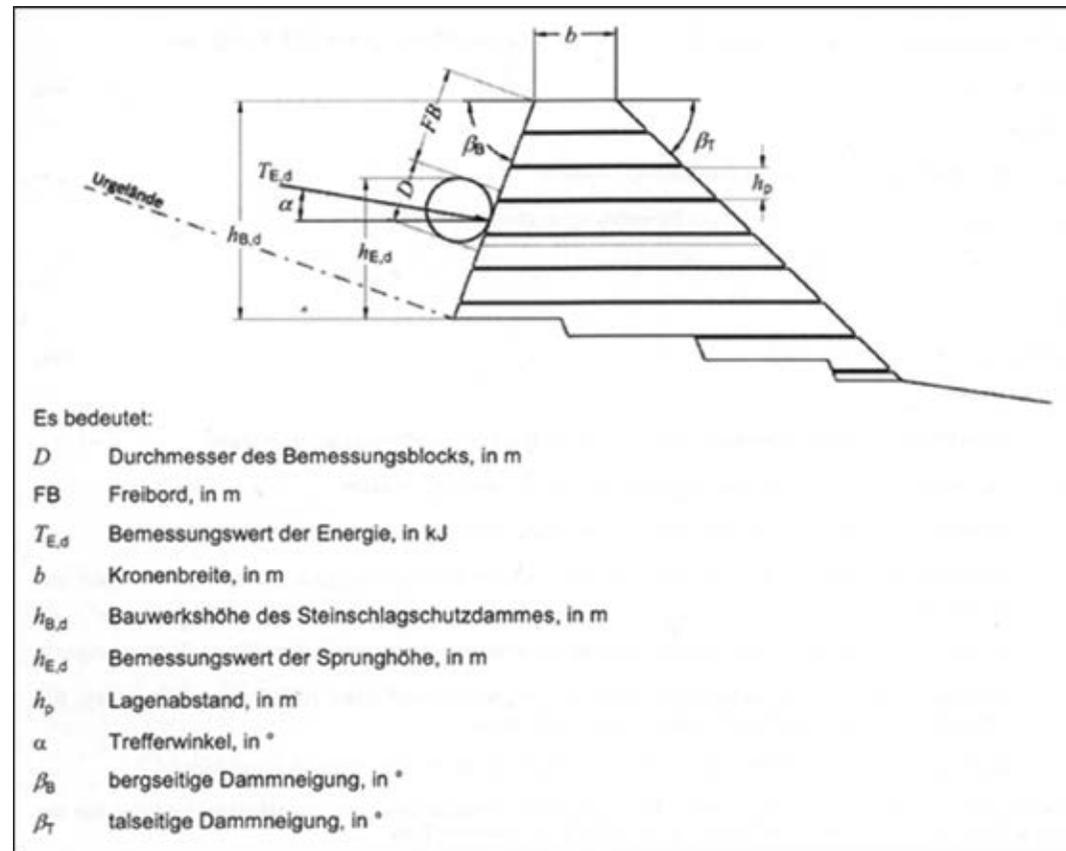


Abb. 7: Bautyp: mit Geokunststoffen bewehrter Damm (ONR 24810)

Fig. 7: Construction type, rockfall dam with reinforced geotextile (ONR 24810)

| Blockgröße Radius | Energie am Bauwerk [kJ] bei Perzentil 99 je Schadensfolgeklasse: | | | | Sprunghöhe (OK-Block) am Bauwerk [m] bei Perzentil 95 inkl. Freibord je: | | | |
|---|---|------|------|------|--|------|------|------|
| | 99 % | CC1 | CC2 | CC3 | 95 % | CC1 | CC2 | CC3 |
| [m ³] [m] | | | | | | | | |
| 1,5 0,71 | 2274 | 2274 | 2388 | 2615 | 2,86 | 3,00 | 3,15 | 3,72 |
| Bauwerkshöhe inkl. Freibord (bewehrte Erde-Damm, bergseitig 80°) | | | | | - | 4,40 | 4,55 | 5,12 |

Abb. 8: Simulationsergebnisse zentrales Profil für den Bemessungsblock, Dammbereich (Wanker, 2014)

Fig. 8: Results of simulation in the central profile for the design block, dam section (Wanker, 2014)

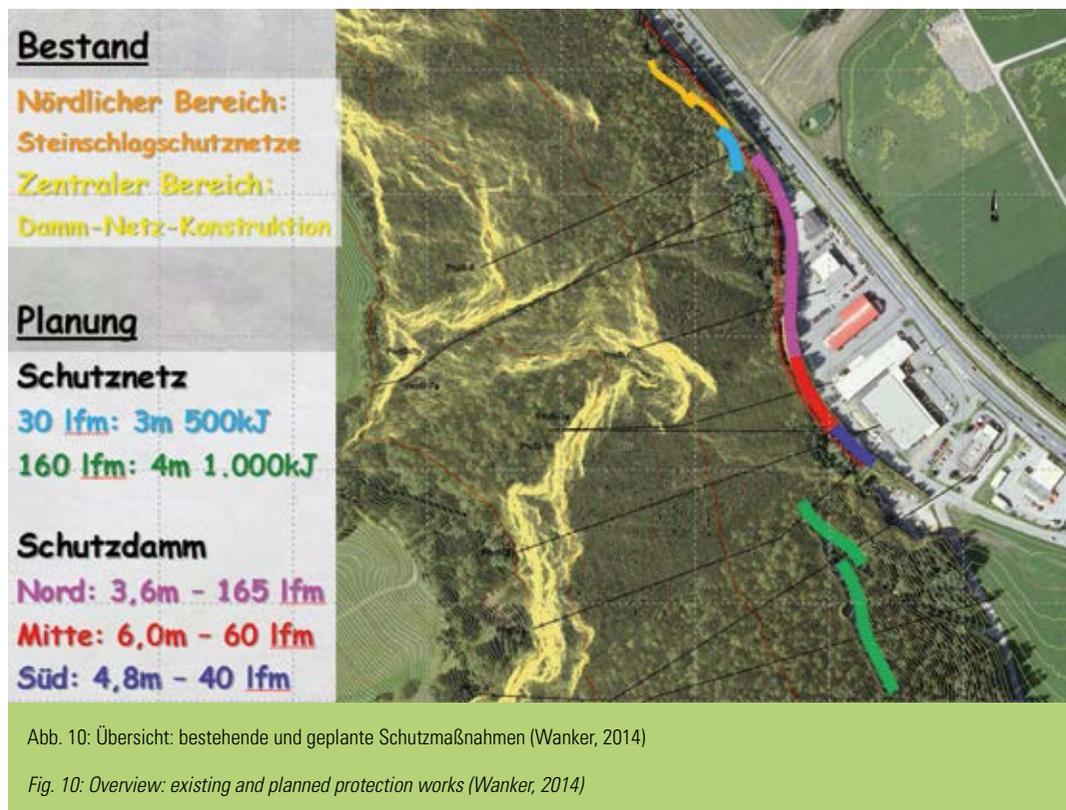
Im südlichen Bereich wird ein bestehender Forstweg verlängert, der dadurch entstehende Fallboden ist bei der Simulation des Netzstandortes

bereits berücksichtigt. Die horizontale Distanz zu den Felswänden beträgt rd. 200 m (Abb. 9).

| Blockgröße Radius | Energie am Bauwerk [kJ] bei Perzentil 99 je Schadensfolgeklasse: | | | | Sprunghöhe (OK-Block) am Bauwerk [m] bei Perzentil 95 je: | | | |
|--|---|------|-----|-----|--|------|------|------|
| | 99 % | CC1 | CC2 | CC3 | 95 % | CC1 | CC2 | CC3 |
| [m ³] [m] | | | | | | | | |
| 0,9 0,60 | 735 | 735 | 772 | 845 | 1,22 | 1,28 | 1,34 | 1,59 |
| Teilsicherheitsbeiwert auf die Energieaufnahmefähigkeit | | | | | Reduktionsfaktor auf die Bauwerkshöhe | | | |
| | 1000kJ | 1000 | 952 | 870 | 4m | 4,0 | 3,8 | 3,6 |

Abb. 9: Simulationsergebnisse südliches Profil für den Bemessungsblock, Netzbereich (Wanker, 2014)

Fig. 9: Results of simulation in the southern profile for the design block, net section (Wanker, 2014)



Maßnahmenkonzept

Steinschlagschutzdamm

Der geplante Steinschlagschutzdamm gliedert sich in 3 Abschnitte, wobei straßenseitig der Zwangspunkt für die Ansatzlinie liegt (Abb. 10). Von dort ausgehend beginnt im Süden ein 40 m langer Abschnitt mit einer Bauwerkshöhe von 4,8 m, der in die bestehende Böschung einbindet. Im mittleren Abschnitt erreicht der Damm über eine Länge von 60 m eine schutzwirksame Höhe von 6,0 m und stellt somit einen ausreichenden Schutz im zentralen Gewerbegebiet dar. Die bestehende Damm-Netzkonstruktion in diesem Bereich wird abgetragen. Im nördlichen Abschnitt beträgt die Bauwerkshöhe 3,6 m, der derzeit bestehende Damm wird bis zur Einbindung in die bestehende

Stützmauer verlängert (insgesamt 165 m) und bildet nunmehr ausreichend Schutz für den bislang nicht berücksichtigten Nordteil des Gewerbegebietes.

Der Damm wird in bewehrter Erde mit einer Neigung von 60° bzw. 80° ausgeführt, die Dammkrone beträgt durchgängig 2,5 m, die Aufstandsfläche variiert je nach auszuführender Bauwerkshöhe. Der bergseitig geführte Weg dient als Fallboden und wird zudem zur Wartung und Räumung der Bauwerke verwendet.

Steinschlagschutznetz

Im Süden wird der bestehende Forstweg für die Positionierung der Schutzbauten genutzt bzw. wird dieser Weg nach Norden geringfügig verlängert (Abb. 10). Der Forstweg dient als Fallboden und wird zusätzlich zur Wartung der Schutzbauten bzw. für die Räumung nach Ereignissen

genutzt. In diesem Bereich werden die Steinschlagschutznetzsysteme ohne bergseitige Abspannung erstellt, um die forstliche Nutzung und Pflege des Schutzwaldes möglichst wenig zu beeinträchtigen. Die Netze werden in der Energieklasse 1000 kJ mit einer Bauwerkshöhe von 4 m ausgeführt, der Stützenabstand beträgt 10 m, wobei die Reihenlänge ohne Zwischenabspannung max. 60 m beträgt. Insgesamt werden im südlichen Bereich 160 m Schutznetz verbaut, die Überlappung der Bauwerke zu den jeweils randlich anschließenden Schutzbauten ist entsprechend den Geländegegebenheiten in ausreichender Länge gewählt worden.

Im Norden verbliebe zwischen dem Ende des Schutzdammes und den bestehenden Steinschlagschutznetzen ein nicht geschützter Abschnitt (Abb. 10). Dieser wird durch ein geeignetes und den Simulationsergebnissen entsprechendes Netz (500 kJ, Bauwerkshöhe: 3 m) geschützt, die Bauwerkslänge beträgt 30 m und überlappt ausreichend mit den randlich anschließenden Schutzbauten.

| Ankertyp | Bohrdurchmesser | Haftstrecke | Zugkraft (Bruch) | Haftkraft/m | Mantelreibung [τ] |
|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|
| | [mm] | [m] | [kN] | [kN/m] | [kN/m ²] |
| IBO R38-500 | 76 | 4 | 325 | 81,3 | 340,3 |
| IBO R38-500 | 76 | 4 | 325 | 81,3 | 340,3 |
| IBO R38-500 | 76 | 3 | 300 | 100,0 | 418,8 |
| IBO R38-500 | 76 | 3 | 300 | 100,0 | 418,8 |
| Gewi 32 | 139,7 | 4 | 468 | 117,0 | 266,6 |
| Gewi 32 | 139,7 | 4 | 325 | 81,3 | 185,1 |
| Gewi 32 | 139,7 | 3 | 325 | 108,3 | 246,8 |
| Gewi 32 | 139,7 | 3 | 468 | 156,0 | 355,4 |

Tab. 1: Probeanker mit Prüfergebnissen

Tab. 1: Sample anchor with results of testing

Steinschlagschutznetz – Bemessung der Verankerung

Für die Wahl der Steinschlagschutznetze wurden die Randbedingungen – Energieklasse, Verbauhöhe, mit/ ohne bergseitige Abspannung – von der Geologie bzw. vom Bauherrn vorgegeben. Vor den weiteren Bemessungen wurden im Baufeld Probeanker/Probepfähle hergestellt und zur Ermittlung der Mantelreibung geprüft.

Probeanker

Im Bereich der Forststraße (Baufeld) wurden zwei Typen von Probeankern – Selbstbohranker und Stabanker – eingebaut und verpresst. Die Gewi-Anker (Ø 32 mm) wurden mit einer verrohrten Bohrung DN 139,7 mm eingebracht und die gewählten IBO R38-500 wurden mit einer Bohrkronen DN 76 mm verschlammteingebohrt. Bei der Herstellung der Probeanker wurden nicht nur die Neigungen (vertikal sowie 45° geneigt) variiert, sondern auch die Ankerlänge selbst, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Die Ergebnisse lieferten hohe Haftkräfte im anstehenden Hangschuttmaterial. Der mittlere sowie der geringste Wert der Mantelreibungen aus den Prüfungen gemäß ÖN EN 14490 sind mit entsprechenden Streufaktoren in Abhängigkeit von der Anzahl der durchgeführten Zugversuche gemäß Tabelle 12 ONR 24810:2013 zu beaufschlagen.

Der Mittelwert sowie der Mindestwert der Mantelreibung aus den Zugversuchen errechnen sich mit $\xi_1 = \xi_2 = 1,0$ zu $\tau_{im} = 321 \text{ kN/m}^2$ und $\tau_{min} = 185 \text{ kN/m}^2$.

Nachweis der Anker

Die Seilkräfte des gewählten Schutzsystems werden vom Hersteller angegeben und basieren auf Zulassungsversuchen gemäß ETAG 027. Mit der Beaufschlagung dieser gemessenen Kräfte (E_k) mit einem Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_E = 1,5$) erhält man die Bemessungskraft für die Gründung. Mit der Seilkraftangabe lt. Hersteller von 206 kN errechnet sich die Bemessungskraft zu $E_d = 309 \text{ kN}$.

Der Nachweis des Stahlquerschnittes der Anker bzw. Pfähle erfolgt in Anlehnung an die Formeln (29) und (28) ONR 24810:2013, Gl (3) und Gl. (4).

$$R_{k,t} = A_{s,red} \cdot f_{y,k} \quad \text{Gl. (3)}$$

$R_{k,t}$ charakteristischer Widerstand um den Abrostungszuschlag (Tab. 13 ONR24810:2013) reduzierte Querschnittsfläche des Stahlgliebes
 $A_{s,red}$
 $f_{y,k}$ charakteristische Streckgrenze des Stahls Gl. (4)

$\gamma_{s,t} = 1,15$ Teilsicherheitsfaktor
 $\eta_{Mod} = 0,95$ Modellfaktor

Mit der Wahl eines Gewi 32 BSt 550/620 errechnet sich unter Abzug einer Abrostung von 1,2 mm (100 Jahre) ein $R_{d,t} = 346 \text{ kN}$ und somit eine Ausnutzung von $E_d / R_{d,t} = 0,89$.

Der Nachweis des Verpresskörpers erfolgt mit der Formel (25) ONR 24810:2013, Gl. (5)

$$R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{st} \quad \text{Gl. (5)}$$

$R_{t,k}$ Minimum aus Mittelwert/ ξ_1 oder Mindestwert/ ξ_2 der Probelastungen
 $\gamma_{st} = 1,15$ Teilsicherheitsfaktor der Mantelreibung auf Zug

Mit einer Ankerlänge von 6,0 m ab Bohransatzpunkt verbleibt eine rechnerische Verpresskörperlänge von 5,0 m, da der oberste Meter nicht in Rechnung gestellt wird. Mit einem Bohrdurchmesser von 139,7 mm und einer Mantelreibung von 185 kN/m² errechnet sich eine Haftkraft $R_{t,k} = 80,7 \text{ kN/m}$ und der Bemessungswert schließlich zu 70 kN/m bzw. 351 kN (mit einer Verankerungslänge von 5,0 m). Die Ausnutzung von $E_d / R_{t,d} = (309 \text{ kN} / 351 \text{ kN}) = 0,88 < 1,0$.

Steinschlagschutzdamm – Bemessung und Design

Der geplante Schutzdamm in bewehrter Erde wurde aufgrund verschiedener errechneter Sprunghöhen und Impact-Energien in drei Abschnitte unterteilt. Die berg- und talseitige Neigung wurde mit 80° bzw. 60° gewählt, die Kronenbreite mit 2,5 m. Die gesamte Länge des Schutzdammes beträgt ca. 265 m.

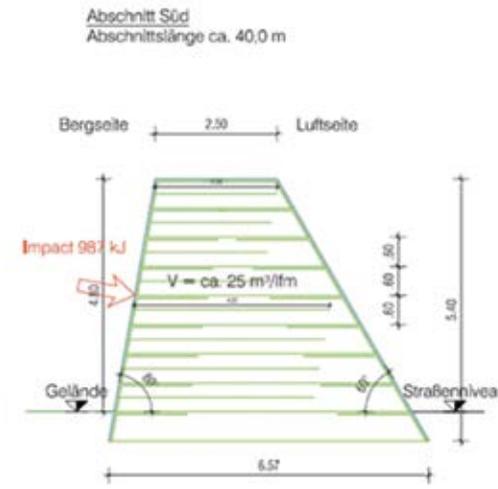


Abb. 11: Dammschnitt Abschnitt Süd (ONR 24810).
 Fig. 11: Dam cross-section in the southern section (ONR 24810)

Bemessung

Auf Grundlage der aktuellen ONR 24810:2013 wurde für jeden Teilabschnitt mit den vorgegebenen Impact-Energien und Sprunghöhen unter Berücksichtigung der Schadensfolgeklasse CC3 die Standsicherheit berechnet.

Mithilfe der Methode der statischen Ersatzkraft gemäß Anhang F ONR 24810:2013 (nach Hofmann, Mölk) konnte der Nachweis der Standsicherheit in der Scherfuge in Anlehnung an einen Bemessungsvorschlag von DI Hofmann durchgeführt werden.

Mit den Eingangsparametern am Profil Süd:

| | | | |
|------------------|------|-------------------|------------------------------------|
| D | 1,42 | m | Blockdurchmesser bei Ann. Kugel |
| V | 1,50 | m ³ | Bemessungsblock |
| ρ | 2400 | kg/m ³ | Wichte |
| γ | 23,5 | kN/m ³ | Dichte Festgestein |
| m | 3598 | kg | Masse |
| T _{E,d} | 987 | kJ | Energie aus Simulation |
| v | 23,4 | m/s | Impact-Geschwindigkeit |
| Geometrie | | | |
| h _{B,d} | 4,8 | m | Höhe |
| h _{E,d} | 2,41 | m | Sprunghöhe inkl. Sicherheit |
| h _a | 3,10 | m | gemäß Bild G.1 ONR 24810 |
| b | 2,5 | m | Kronenbreite |
| β _B | 80 | ° | Neigung Bergseite |
| β _T | 60 | ° | Neigung Talseite |
| α | 25 | ° | Hangneigung |
| C | 4,84 | m | Basisbreite lt. ONR24810 |
| AE* | 16,8 | m ² | Dammquerschnittsfläche |
| E* | 0,4 | | bezogene Energie |
| δ/b | 0,6 | | bez. Eindringtiefe (Bild F.4 S.93) |
| δ | 1,5 | m | Eindringtiefe |

Mit der Berechnung der bezogenen Energie nach Formel (ONR 24810 Anhang F.9) kann aus dem Diagramm (Abb. 12) die bez. Eindringtiefe abgeschätzt werden und in weiterer Folge die statische

Ersatzkraft nach (ONR 24810, Anhang F.2) errechnet werden.

$$E^* = \frac{T_{E,d}}{\gamma \cdot A_{E^*} \cdot D \cdot h_a} \quad \text{Gl. (6)}$$

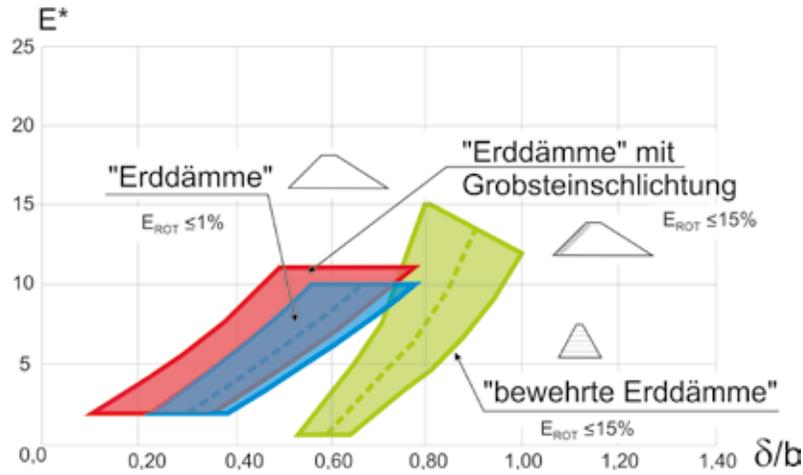


Abb. 12: Diagramm F.4 aus ONR 24810:2013

Fig. 12: Diagram F.4, to ONR 24810:2013

$$F_k = \frac{v^2 \cdot m}{\delta} \quad \text{Gl. (7)}$$

Die statische Ersatzkraft darf schließlich auf 5 bis 8 mal D (Bemessungsblockdurchmesser) ver-

teilt werden. Der Nachweis der Standsicherheit wurde in einer schrägen Gleitfuge gemäß Bild 3 sowie mit einem Berechnungsansatz nach Bishop geführt.

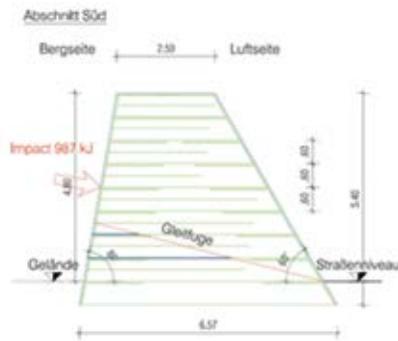
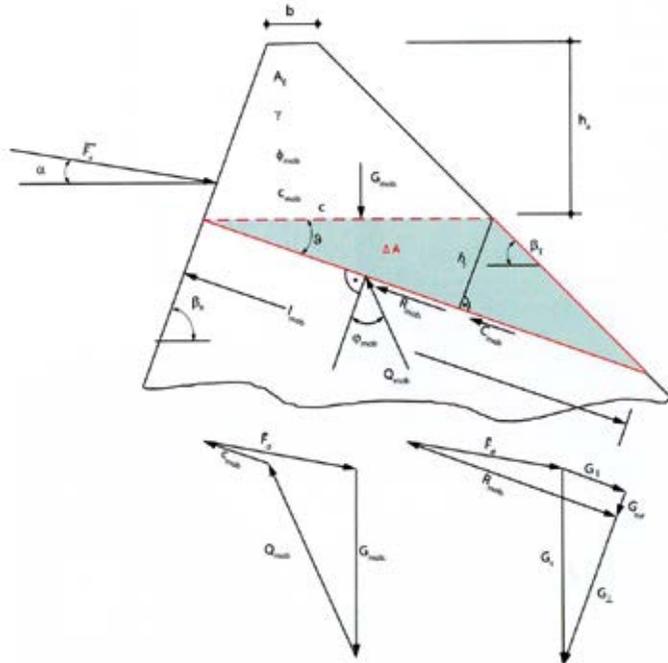


Abb. 13: Bemessungsvorschlag aus: Die ÖNORM ONR 24810:2013 – Technischer Steinfallschutz und die praktische Umsetzung (Mölk, Hofmann, Vollmert, 2013)

Fig. 13: Design (dimensioning) proposal

Aus den erdstatischen Berechnungen resultiert die erforderliche Verankerungskraft sowie die Bemessungszugfestigkeit der zu verwendenden Geotextile. Die Bemessungszugfestigkeit aus den Berechnungen ist mit dem Summenprodukt aus den Abminderungsfaktoren a_1 bis a_5 sowie γ_{Mv} dem Teilsicherheitsbeiwert auf den Materialwiderstand, zu erhöhen. Mit dem nun errechneten charakteristischen Widerstand der Bewehrung bei einer 5%-Dehnung $R_{B,k0}$ kann das Geotextil gewählt werden.

Ausführung der Schutzbauten

Die Umsetzung der Schutzbauten erfolgte von Ende April bis Anfang August 2014. Zur Sicherstellung eines temporären Schutzes des Kernbereiches des Gewerbegebietes wurde auf 90 Meter Länge ein mobiles Netz der Wildbach- und Lawinnenverbauung eingerichtet (Abb. 14). Für die Arbeiten in diesem zentralen Bereich stand ein Zeitraum von zwei Monaten zur Verfügung, dann musste die Gemeindestraße in diesem Abschnitt

wegen Sanierungsarbeiten an der parallel laufenden Landesstraße wieder für den Verkehr freigegeben werden.

Der Schutzdamm wurde auf Basis der Bemessungen mit den Geotextilien in Quersowie in Längsrichtung der Dammachse ausgeführt, die bergseitige Neigung beträgt 80° , talseitig 60° (Abb. 15 und 16).

Die Aufstandsfläche des Schutzdamms wurde vor dem Einbau bzw. Aufbau vorverdichtet. Die Eignung des verwendeten Materials zum Aufbau des Schutzdamms wurde vor Ort nach Augenschein geotechnisch angesprochen und mit den Ansätzen in den Berechnungen abgeglichen. Der Einbau des Materials erfolgte in Lagen zu 30 cm, alle 60 cm wurden die Geotextile (normal zur Dammachse) sowie die Schalelemente aus Bewehrungsstahl eingebaut. In den Zwischenlagen wurde bergseitig ein weiteres Geotextil in Dammachsrichtung in einer Rollenbreite eingelegt. Die Kontrolle der Verdichtung des eingebauten Materials wurde mittels Lastplattenversuchen durchgeführt.



Abb. 14: Mobiler Steinfallschutz im zentralen Bereich des Gewerbegebietes



Fig. 14: Mobile rockfall barrier in the central zone of the business park



Abb. 15: Dammbau entlang der Gemeindestraße

Fig. 15: Dam construction, parallel to the municipal road



Abb. 17: Links: Fundamentherstellung bei den Werksreihen ohne bergseitige Abspannung; rechts: über den adaptierten Einfahrtsbereich verlängertes Netz mit bergseitiger Abspannung im Norden

Fig. 17: (left): Foundation for a rockfall net without lateral guywires; (right): Rockfall net, expanded to the adjusted entry road, with lateral guywires upslope to the north



Abb. 16: Dammbauimpressionen

Fig. 16: Dam construction



Die Werksreihen der Schutznetze im Süden wurden aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen (optimierte Netzsituierung und Waldbewirtschaftung) ohne bergseitige Abspannung ausgeführt, entsprechend der o.a. Bemessungen kam ein 1000-kJ-Netz mit 4 Metern Bauhöhe zur Ausführung (Abb. 17). Aufgrund der not-

wendigen Überlappungen der Bauwerke (Netzreihe 2 und 3 im Süden sowie mit dem nördlich anschließenden Damm) musste die Netzreihe 2 um 10 Meter auf eine Gesamtlänge von 70 Metern verlängert werden, was die Ausführung einer zusätzlichen Zwischenabspannung zur Folge hatte.

Die Werksreihe im Norden musste von 30 Meter auf insgesamt 50 Meter verlängert werden, um aufgrund der adaptierten Einfahrtssituation auch für diesen Bereich einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten (Abb. 17).

Für die Ausführung der Verankerungen der Steinschlagschutznetze gilt die EN 14199 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle); für die Arbeiten zum Schutzdamm in bewehrter Erde gilt die EN 14475 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bewehrte Schüttkörper (konsolidierte Fassung).

Nach ausreichender Aushärtezeit wurden Abnahmeprüfungen an den Ankern bzw. Pfählen der Steinschlagschutznetze durchgeführt. Hierbei wurde die Vorgabe nach Formel (34) ONR 24810:2013 $P = 1,25 E_{k,t}$ eingehalten, wobei $E_{k,t}$ der charakteristischen Einwirkung gemäß Hersteller entspricht. Die durchgeführten Prüfungen haben die angesetzten Haftkräfte bestätigt.

Anschrift der Verfasser / Authors' adresses:

Mag. Willi Wanker
ZT-W3 – Ziviltechnikerbüro für Geologie
A-6300 Wörgl, Martin-Pichler-Straße 12
willi.wanker@zt-w3.at

Dipl.-Ing. Markus Götsch
Geotechnik Team GmbH
A-6020 Innsbruck, Technikerstraße 3
mg@geotechnik-team.at

Literatur / References

ONR 24810 (2013):
Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung; Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

WANKER, W. (2014):
Steinschlagbeurteilung Gewerbegebiet Schlitters – Geologisch-geotechnischer Grundlagenbericht; Wörgl.

MÖLK, HOFMANN, VOLLMERT (2013):
Die ÖNORM ONR 24810:2013 – Technischer Steinschlagschutz und die praktische Umsetzung

ROBERT ZACH

Hochwasserverträgliche Gebäudesanierung am Beispiel St. Nikola an der Donau

Flood-Compatible Building Adaptation for the Community of St. Nikola/ Danube

Zusammenfassung:

Die Hochwasserereignisse der Jahre 1991 und 1997 hatten zur Folge, dass sich die sieben Machlandgemeinden zusammenschlossen und gemeinsam das Hochwasserschutzprogramm „Machlanddamm“ starteten: Auf der Basis von vorliegenden Hochwasserstudien und Konzepten wurden in den Jahren 2000 bis 2002 Hochwasserschutzprojekte in Form von Mauern, Dämmen sowie mobilen Hochwasserschutzelementen einschließlich der erforderlichen Begleitmaßnahmen erstellt. Das Katastrophenhochwasser im August 2002 hat in den Machlandgemeinden eine generelle Umkehr der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen von „Linienmaßnahmen am Fluss“ zu „Adaptionenmaßnahmen an den Gebäuden“ gebracht. Dieser Weg einer anderen Art des Hochwasserschutzes wurde weiter begangen und auch baulich umgesetzt. Bereits während des Katastrophenhochwasserereignisses 2013 hat dieses Projekt für 32 Wohn- und Betriebsgebäude den gewünschten Erfolg gezeigt.

Stichwörter:

Hochwasserschutz, Gebäudeadaptionierung, Risikominimierung

Abstract:

As a result of events of the high tide in the years of 1991 and 1997, the seven communities of “Machland” joined together and started the flood protection program “Machlanddamm”. On basis of available studies and concepts concerning the floods, various flood protection projects in the form of walls, dams as well as mobile flood protection elements were drawn up including the necessary accompanying measures. The disaster flood of August 2002 resulted in a transition from the former planned linear measures at the river to adaption measures of the buildings in the Machland communities. This concept was followed further and was put into practice. In the disaster flood in 2013, the project showed the expected success for 32 residential and company buildings.

Keywords:

Flood control, building adaptation, risk reduction

Ausgangssituation

Die östliche Machlandgemeinde St. Nikola liegt am linken Donauufer nördlich der Donau. Die Ortsteile Struden, St. Nikola, Sarmingstein und Hirschenau werden durch die am Donauufer verlaufende Bundesstraße B3 verbunden. Im Hochwasserfall wird diese Verkehrsverbindung unterbrochen und die Ortsteile sind nur mehr umständliche über das Hinterland bzw. über die höher liegende Regionalbahn erreichbar.



Abb. 1: Ausschnitt St. Nikola ÖK 1:50.000

Fig. 1: Extract from the Austrian Map (ÖK) 1:50,000, St. Nikola at river Danube

Das Hochwasserereignis 2002, ein über 100-jährliches Ereignis, brachte für 36 Gebäude beträchtliche Schäden sowie die Erkenntnis, dass das geplante Hochwasserschutzprojekt mit Linienmaßnahmen wie Mauern, Dämmen und Mobilelementen diesem Ereignis nicht standgehalten hätte.



Abb. 2: Luftbild Hochwasser 11.-13. August 2002

Fig. 2: Areal photograph, flood 11 - 13 August 2002

Die Gebäude waren bis zu 3,5m hoch überflutet.



Abb.3 a,b: Hochwasserschäden 2002
(© Gemeinde St. Nikola)

Fig. 3a,b: Flood damages 2002 (© Municipality St. Nikola)

Alternativprojekt „Hochwasserverträgliche Gebäudeadaptierung“

Aus den Erkenntnissen des Hochwassers 2002 wurden Ziele gesetzt sowie Voraussetzungen und Randbedingungen für die Wirksamkeit weiterer Maßnahmen erarbeitet.

Ziele der neu geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen:

- Wohnräume und höherwertig genutzte Gebäudeflächen werden über die HQ_{100} -Grenze verlegt und/ oder gegen HQ_{100} geschützt.
- Alle Gebäudeteile können im Hochwasserfall über Fluchtwege verlassen werden.
- Bestehende Gebäudeteile im Überflutungsbereich werden durch zielgerichtete Maßnahmen gegen Hochwasseranriff geschützt.

Voraussetzungen für die Wirksamkeit der Maßnahmen:

- Hochwasserprognosen müssen möglich sein.
- Ein Alarm- und Einsatzplan muss für jedes Gebäude vorhanden sein.
- Der Einsatzplan muss auch unter Personalengpass der Einsatzkräfte umsetzbar sein.
- Maßnahmen müssen im Ereignisfall funktionieren.

Weitere Randbedingungen und Vorgaben:

- Gebäudeteile im Hochwasserbereich dürfen nicht mehr für höherwertigen Nutzen verwendet werden.
- Die Investitionskosten dürfen nicht die Kosten für die geplanten Linearmaßnahmen übersteigen.
- Die Erhaltung der Maßnahmen obliegt den Liegenschaftseigentümern.

Im Zuge der Neuausrichtung der Planung kristallisierten sich 4 Maßnahmentypen heraus, die in Folge genauer erläutert werden.

Maßnahmentyp 1: Ersatzbau – 1. Obergeschoss

Vollständiges Auflösen von hochwassergefährdeten Gebäudeteilen (z.B.: Erdgeschoss) und Neuerrichten dieser Gebäudeteile durch Aufstocken oder höher gelegtes Aufbauen von Gebäudeteilen.



Abb.4: Hochwasser 2002 (© Gemeinde St. Nikola)

Fig. 4: Flood 2002 (© Municipality St. Nikola)



Abb.5: Ersatzbau (©: Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 5: Replacement building

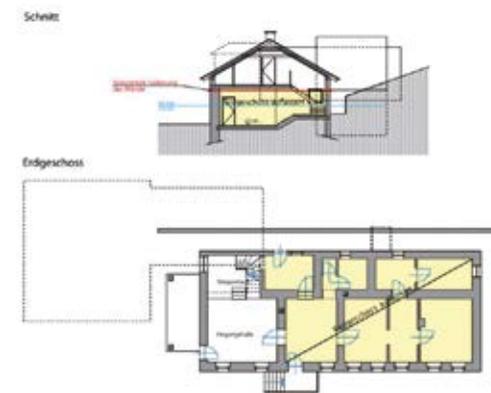


Abb.6: Ersatzbau – Erdgeschoss (© Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 6: Replacement building – ground level

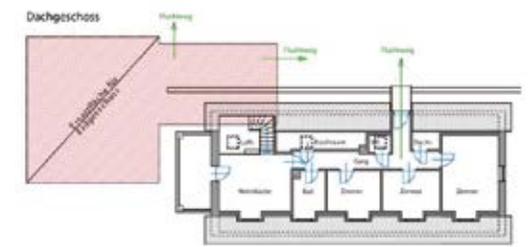


Abb.7: Ersatzbau – 1. Obergeschoss (© Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 7: Replacement building – 1. Floor.

Maßnahmentyp 2: Höherlegung von Gebäudeteilen

Dabei werden einzelne untergeordnete Gebäudeteile wie zum Beispiel Keller oder Lagerräume aufgelassen und auf höherem hochwasserfreiem Niveau wird eine entsprechende Keller-Ersatzfläche errichtet.



Abb. 8: Höherlegung von Gebäudeteilen (© Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 8: Situation of parts of the building above flood peak level

Maßnahmentyp 3: Verhinderung der Kapillaraufstiegs-Bauteilheizung

Bei Gebäudeteilen, die nicht hoch überflutet werden, oder bei alten Gebäuden mit Steinmörtelmauerwerk, welche von Kapillarwasseraufstieg

bedroht sind, wurde eine Bauteilheizung als Maßnahme umgesetzt. Dabei wird ein durch Hochwasser durchfeuchtetes Mauerwerk einerseits ausgetrocknet und andererseits der weitere kapillare Wasseraufstieg hintangehalten.



Abb. 9: Verhinderung des Kapillaraufstiegs – Bauteilheizung
(© Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 9: Precautions against capillary rising by heating

Maßnahmentyp 4: Verschluss von Gebäudeöffnungen und Einbau einer Umschließungsdrainage mit Abpumpen des Drainagewassers

Bei älteren Gebäuden, welche nicht dicht an den Untergrund angeschlossen sind, besteht bei geringem Einstau und verschlossenen Gebäudeöffnungen immer das Risiko eines Wasserzutritts vom Boden heraus. Um dies hintanzuhalten wurde versucht die Gebäudeöffnungen mit Mobilelementen zu verschließen, um das Gebäude herum einen Dichtkörper zu errichten und darunter Drainagen mit einem Pumpsystem zu installieren. Mit diesen Maßnahmen kann in wenigen Stunden dauerhafter Einstau soweit reduziert werden, dass es zu keinem Eindringen von Wasser aus dem nicht dichten Fußboden kommt. Ein weiterer Vor-

teil liegt darin, dass ein kurzfristiger Grundwasserhochstand rasch abgesenkt wird und damit das Durchfeuchtungsrisiko des Gebäudes insbesondere bei alten Gebäuden stark reduziert wird.

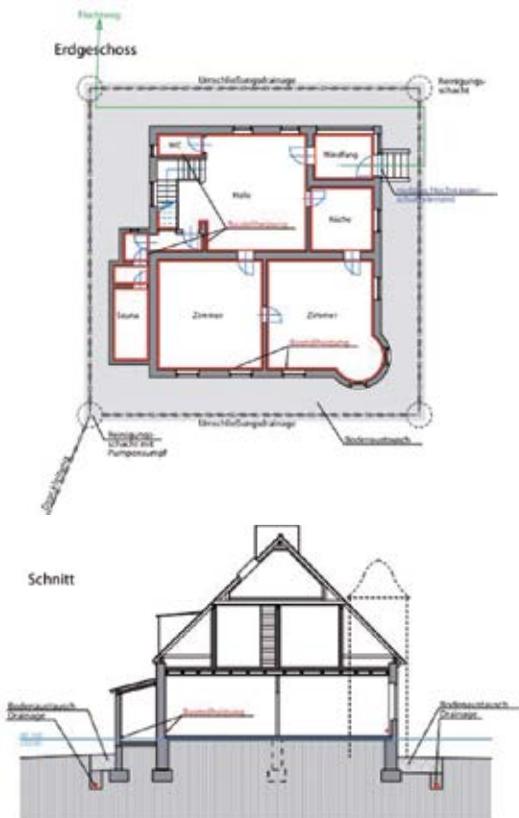


Abb. 10: Entwässerungsmaßnahmen und Schutz gegen Kapillaraufstieg – Grund- und Aufriss (© Ingenos.Gobiet.ZT GmbH)

Fig. 10: Drainages and precautions against capillary rising – ground and vertical section

Nichtbauliche Maßnahmen

Für jedes Gebäude wurde ein Hochwassereinsatzplan erstellt und die Liegenschaftseigentümer in dessen Handhabung unterwiesen. Außerdem wurde für jedes Gebäude ein Fluchtweg- und Evakuierungsplan erstellt, um auch das Restrisiko eines größeren Einflusses als HQ_{100} mitzubersichtigen.

Schlussfolgerungen

Die Umsetzung der alternativen Hochwasserschutzmaßnahmen in Form von hochwasserträglichen Gebäudeadaptierungen hat in der Gemeinde St. Nikola an der Donau wesentlich geringere Investitionskosten verursacht als die ursprünglich geplanten Linearmaßnahmen. Die „kleinteilige“ Umsetzung der Baumaßnahmen war eine große Herausforderung für alle beteiligten Firmen und insbesondere für die Gebäudeeigentümer. Nach dem weiteren Extremhochwasser im Mai/Juni 2013, bei welchem die maximalen Wasserstände von 2002 um bis zu 40cm überschritten wurden, konnte am 30. August 2013 die Fertigstellung der Hochwasserschutzmaßnahmen mit den Bewohnern gefeiert werden.



Abb. 11: Hochwasser Juni 2013 (© Bezirksrundschaue Perg)

Fig. 11: Flood event June 2013



Abb. 12: 14 Tage nach dem Hochwasser (© Gemeinde St. Nikola)

Fig. 12: Two weeks after the flood (© Municipality St. Nikola)

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Robert Zach
Ingenos.Gobiet.ZT.GmbH
Business Park 2
A-8200 Gleisdorf
robert.zach@igzt.at



Gunz ZT GmbH

Ziviltechniker für Forst- und Holzwirtschaft,
Wildbach-, Lawinen- und Erosionsschutz,
allg. beid. und gerichtl. zert. Sachverständiger

4400 Steyr, Brucknerplatz 2

Tel.: 07252/42484 E-Mail:office@gunz.at Homepage: <http://www.gunz.at>

SUSANNE MEHLHORN, FLORIAN RUDOLF-MIKLAU

START_it_up Project: Paving the Path for Transnational Standardization in Natural Hazard Engineering

Start_it_up Project: Wegbereitung für transnationale Standardisierung im Naturgefahreningenieurwesen

Abstract:

The article presents the START_it_up project (“State-of-the-Art in Risk Management Technology: Implementation and Trial for Usability in Engineering Practice and Policy”) which was carried out in the 5th call of the Alpine Space Programme. The strategic mission of the project to establish a transnational standardization process for natural hazard engineering is presented as well as the principles, main activities and major results of the project.

Keywords:

START_it_up, Alpine Space Programme, standardization, natural hazard engineering

Zusammenfassung:

Der Beitrag behandelt das Projekt START_it_up (“State-of-the-Art in Risk Management Technology: Implementation and Trial for Usability in Engineering Practice and Policy”) im 5. Call des Alpenraumprogramms. Die strategische Mission des Projektes war die Etablierung eines Standardisierungsprozesses im Naturgefahreningenieurwesen. Darüber hinaus werden die wichtigsten Ziele, Maßnahmen und Ergebnisse des Projektes dargestellt.

Stichwörter:

START_it_up, Alpenraumprogramm, Standardisierung, Naturgefahreningenieurwesen

Mission statement of START_it_up project

Sustainable protection is of existential significance for social welfare, regional development and economic growth in the Alpine Space, which is exposed to multiple natural hazards and risks. Hence engineering solutions and safety decisions at the highest possible quality are required. START_it_up project is dedicated to the acquisition, consolidation and generalization of knowledge in the field of natural hazard engineering and risk management by creating a common “state-of-the-art” and making the huge pool of knowledge accessible to decision makers, end users (engineers, practitioners) and the concerned public. This mission was supported and reached by three main initiatives:

- Compilation and provision of the available knowledge in norms, “state-of-the-art” reports and best practice recommendations
- Expert decision support and confidence by approved methodologies, standard procedures and quality assurance
- Creation of a transnational expert network and a knowledge exchange platform

START_it_up has initiated and paved the path for a wide range of strategic initiatives in knowledge management and standardization for the benefit of risk management in the Alpine states. With these project trend-setting approaches in planning, engineering and risk governance, such as protection systems engineering, continuous safety quality improvement and regional risk governance were implemented. Based on a well-established transnational cooperation in risk management in the Alpine Space, new procedures and instruments for transfer of knowledge and expert networking were tested and proposed for implementation, especially for the Alpine Space Program 2014-2020.

High quality standards in risk engineering and expert decision making directly support the prevention of catastrophes and fatalities. Hence the effort taken by START_it_up partners represents a core services in order to adapt natural risk management to the challenges of global change.

Background and project idea

In the course of time a multitude of projects of former innovation programmes of the European Territorial Cooperation (ETC) as well as national initiatives have carried out a wide range of valuable results, methods and procedures. However, after these project’s closures it often happened, that most of the results have either not been promoted sufficiently, did not undergo further testing and evaluation for common applicability or simply were not accessible for practitioners and decision makers.

When money is gone, often also initiatives die!

START_it_up addresses these issues by collecting, evaluating and disseminating the good practice examples and pre-standards that already exist on different levels in the Alpine Space countries and promote them on transnational level. The focus is on collecting and testing them, seeking general agreement and providing them to potential users. This process will be closely coordinated with our partners and observer consortium that are the primary consumers of these products. The resulting documents will all be accessible on a database supported by an evaluation system that assists users searching the appropriate documents for their daily endeavors. The idea of a common share of available knowledge for public safety shall be strongly promoted to gain a great forum of participants on voluntary basis.

On that purpose a consortium of 8 institutions of 5 Alpine countries together with a multitude of observers formed the project START_it_up within the framework of the Alpine Space Programme's 5th call and thus co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF). In the project life cycle from September 2013 to November 2014 the partner consortium faced the challenge to promote a common "state-of-the-art" in the fields of natural hazard engineering and risk governance on international level. Due to the short duration the project itself can only set the scene and provide the basis for standardization processes. The aim of project partners is therefore to create a proper framework for a future standardization (harmonization) initiatives and an expert network to hump these activities and disseminate the results.

Project objectives and major results

START_it_up was designed as a direct respond to the ASP objective "to prevent and mitigate natural and technological hazards and manage their consequences". The project delivers innovative and strategic approaches to capitalizing existing knowledge in the field of natural hazard management and risk governance. Projects and results in START_it_up are focused on the natural hazards categories of floods, debris flow, avalanches & mass-movements and concern engineering as well as risk management purposes and targets.

The abstract objective, to create and establish a transnationally common "state-of-the-art", was approached by a three step procedure: (1) acquisition, (2) consolidation and (3) generalization of available knowledge aiming at continuous quality improvement in safety services. In a demonstrative model (Figure 1) protection quality is improved by a continuous PDCA pro-

cess cycle (Plan-Do-Check-Act) (inspired by ISO 31000:2009), wherein standardization consolidates and generalizes approved knowledge. By definition standardization is a process of developing and implementing common standards, which can help to maximize compatibility, interoperability, safety, repeatability, or quality. The idea of standardization is close to the solution for a coordination problem, a situation in which all parties can realize mutual gains, but only by making mutually consistent decisions. The understanding of standardization within START_it_up reaches far beyond transnational unification, technical norms or legal regulations, in point of fact addresses other strategies to consolidate knowledge, particularly by quality assurance in expert decision making, by solution-oriented knowledge development, by decision support through approved methodology and documentation, by best practice selected from transnational assessment and benchmark of methods and procedures and by good governance. The standardization processes initiated by START_it_up will strongly foster the resource efficiency in regional development, land-use planning, natural hazard engineering and risk governance by providing generalized and commonly approved standards for technology and policy, in agreement with EU legislation, strategies of the European Territorial Cooperation and regulations by the European Committee of Standardization (CEN). Approved quality standards will bring about competitive advantages for enterprises on the global market and selection security for consumers of protection systems. Generalized procedures in risk governance will serve the confidence of people in risk management, raises the risk perception for endangerment outlined in hazard and risk maps and improves the efficiency of risk governance administration.

Major results of START_it_up presented in the Common Strategic Paper (CSP) are:

- Best practice methods for hazard and risk assessment;
- Policy proposals and common procedures for integrating hazard and risk maps into areal planning, regional development and safety planning;
- Initiation of a transnational harmonization and standardization processes for protection technology;
- Establishment of a risk policy dialogue forum;
- Definition of gaps, potentials and new fields of research, development and policy in natural risk management.

Among the tangible products of START_it_up are: Recommendations for rock fall/landslide hazard and risk assessment; Best-practice guidelines for the implementation of forest protection function in the NHRM of shallow landslides; Common policy directive for the implementation of hazard/risk maps (based on EU Flood Directive); Practice guidelines on monitoring and warning technology for debris flows; Web 2.0 knowledge database and CLV platform for avalanche warning services; Establishment of a transnational expert network

on standards and knowledge exchange (recurrent State-of-the art conference) in natural hazard engineering.

Some of these results are shown in the consecutive articles.

START_it_up project ends with the 30st of November 2014. The standards, tools and expert networks that were created and implemented within the project will survive the project lifetime and provide a good basis for further steps towards a transnational standardization process in the field of natural hazard engineering and governance.

Authors' addresses / Anschrift der Verfasser

Dipl.-Geogr. Susanne Mehlhorn
Dr. Florian Rudolf-Miklau
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung III 5 – Wildbach- und Lawinenverbauung
Marxergasse 2, 1030 Wien
susanne.mehlhorn@die-wildbach.at

References / Literatur:

START_it_up (2014).
Common strategic paper and final booklet.

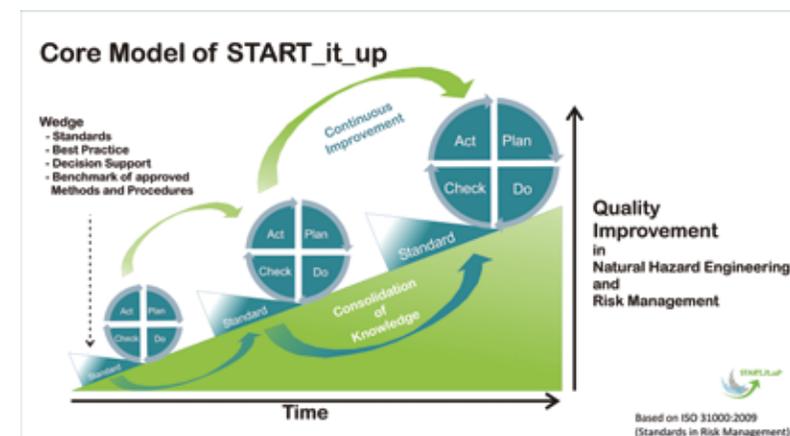


Fig. 1:
Quality improvement
model based on
PDCA-cycle

Abb. 1:
Schema zur
Qualitätssicherung
und kontinuierlichen
Verbesserung basierend
auf dem PDCA-Zyklus

BRUNO MAZZORANA, BERNHARD GEMS, MICHAELA WÖRNDL

Identifying and Verifying Design Requirements of Integral Flood Risk Mitigation Systems

Identifikation und Nachweis der Anforderungen an die Funktionstüchtigkeit von integralen Schutzsystemen

Abstract:

Striving for design excellence in natural hazard risk management can greatly contribute to resolving fundamental contradictions, i.e. effectively reactivating the hydro-morphological and ecological system dynamics, while mitigating risks and sustainably reducing cost flows over the system's lifecycle. In this context, the ex-ante quantitative verification of the satisfaction of functional requirements is a crucial element of the adopted design strategy. The design of measures against torrential hazards is a rather difficult and unstructured problem task, since the set of functional requirements to be met descends from an accurate analysis of the adopted target system, the current system state to be enhanced and the available bundle of resources and constraints. In this work we suggest a balanced functional design approach and emphasize the potential advantages of integrating considering both numerical-mathematical modelling techniques and specific laboratory experiments in the planning process.

Keywords:

Design, natural hazards, risk management, sustainability

Zusammenfassung:

Das Streben nach Planungsexzellenz im Bereich des Naturgefahrenrisikomanagements kann erheblich dazu beitragen, grundlegende Systemwidersprüche zu überwinden, wie es z.B. die Reaktivierung der hydro-morphologischen und ökologischen Systemdynamik, bei gleichzeitiger Risikominderung und Kostenreduktion über den Lebenszyklus des Systems, sein könnte. Der Nachweis der Funktionstüchtigkeit des geplanten Systems hinsichtlich definierter funktionaler Anforderungen ist in diesem Zusammenhang ein wesentliches Element des angewandten Planungsprozesses. Bei der Planung von Schutzmaßnahmen gegen Wildbachgefahren handelt es sich im Allgemeinen um eine unstrukturierte Problemstellung. Die funktionalen Anforderungen sind zunächst vom Zielsystem, vom Systemzustand des Einfluss- und Auswirkungsraumes sowie von verfügbaren Ressourcen und vorhandenen Einschränkungen abzuleiten. In dieser Arbeit schlagen wir einen ausgewogenen funktionellen Planungsansatz vor und betonen dabei die potenziellen Vorteile von im Planungsprozess miteinbezogenen bzw. berücksichtigten numerisch-mathematischen Modellierungstechniken und gezielten Laborexperimenten.

Stichwörter:

Planung, Naturgefahren, Risikomanagement, Nachhaltigkeit

Background and problem setting

Despite the amazing level of technological breakthroughs achieved at an ever accelerating rate since the start of the Industrial Revolution, we are surrounded by many technological, environmental and ultimately societal problems where poor design contributed to paving the way for their creation (Suh, 2001). Among other relevant causes, purely empirical and trial and error based approaches are the mostly reported triggers of design failures (Zobel and Hartmann, 2009). Following Mazzorana et al. (2014), we revisit here in brief, as an instructional example, the long history of torrent control in South Tyrol, Italy.

As a strategy to stabilize mountain streams, the construction of check dams has a long tradition in many mountain regions. Following Länger (2003), in the second half of the

19th and during the early 20th century, protection against natural hazards was mainly provided by building permanent constructions in the upper part of the catchments. They were targeted at decreasing both the magnitude and frequency of events and the associated sediment release, and were further supplemented by afforestation of the valley slopes to reduce erosion and to prevent initiation of torrential hazard events. Due to the increasing land-use pressure (i.e. demand for residential purposes as well as agricultural and industrial development), this consolidation approach was progressively extended to a large number of streams throughout the entire European Alps. However, losses could not be satisfyingly prevented and the number of damaging torrent events still remains at a considerable level (Mazzorana and Fuchs, 2010).

The aim to reduce the hazard potential by consolidating the stream beds, and in particu-

lar by using grading structures that may artificially retain amounts of sediment, has to be judged carefully. Due to a limited technical lifetime of any mitigation system and the possibility of technical failure (residual hazard), the natural disposition factors gradually change. This gradual change, however, does not seem to be fully acknowledged by the local actors, i.e., the population affected. Continuously, land-use in the run-out areas of hazardous processes increased since the 1950s, and depending on the respective national and regional building laws, a considerable amount of values was concentrated in endangered areas (Fuchs, 2013).

Starting already from the 1960s, the respective agencies responsible for the protection against torrential hazards continued to pursue the consolidation strategy throughout the European Alps by continuously constructing new grade control structures, prevailing as masonry works in a first stage and then progressively as concrete structures. Systems targeted at preventing bed incision and stabilizing adjacent hill slopes, are widespread in Alpine streams and still are used nowadays to mitigate flood and debris flow hazards (compare Mazzorana, 2008). In order to partly overcome these challenges, a large number of open, filtering check dams have been constructed since the early 1970s (Zollinger, 1984). The functional efficiency of this type of structure was gradually refined (Üblagger, 1972) firstly by improving the mechanical sieving function and subsequently by modifying the design to achieve a dosing function (Armanini et al., 2000).

In many cases, however, the design of such systems was inherently weak (i) due to the erroneous assumption of the full performance of the previously constructed consolidation structures and (ii) due to procedural and content related gaps in the adopted planning procedures (Mazzorana and Fuchs, 2010).

Moreover a maintenance planning paradox became apparent, namely that a large amount of consolidation structures would need urgent maintenance to fulfill their functional requirements, but due to the decade-long delays in both recognizing the maintenance needs and in implementing maintenance strategies, the costs to be borne were disproportionate. At this stage a fundamental and intentionally strongly polarized management question might be posed: to establish sediment continuity and to face increasing risk costs or to prevent sediment release and transport and to bear the costs to maintain the functionality of the systems throughout their life cycle? Irrefutably both pure strategies leave managers and stakeholders unsatisfied and ultimately the settlements concerned at risk. From a methodological standpoint it is largely acknowledged (compare Lange and Bezzola, 2006) that receipt like solution patterns without a rigorous quantitative verification of the functionality levels is a risky endeavor, which is in comparison to the large investment costs not justifiable.

The need for a robust design process

We argue that striving for design excellence can greatly contribute to resolving the apparent contradiction outlined above, namely effectively reactivating the hydro-morphological and ecological system dynamics, while keeping the risk acceptable and reducing cost flows over the system's life-cycle to sustainable levels. Obtaining from a sediment control system (i.e. open check dams) an optimal performance with respect to the release of sediment fluxes given a broad variety of loading configurations is a complex design task. Prior to fixing definitive design parameter values, Gems et al. (2014) suggest a structured strategy involving both a preliminary numerical study of envisaged solution designs for a sediment deposition outlet area and a refined experimental investigation by

means of physical scale model tests for a restricted set of feasible options. So far in the field of natural hazard risk management the introduction of a comprehensive design framework (Suh, 1990), enabling a logical articulation of (i) both desired (i.e. by the concerned society) and prescribed (i.e. by law and by regulations) system requirements, (ii) the corresponding set of functional requirements which have to be met by the envisaged system, (iii) the design parameters as an anticipated physical characterization of the system and (iv) the process variables as critically impacting factors, is still missing. To close this gap we propose a design framework by slightly adapting the domain structure of the axiomatic design method developed by Suh (1991 and 2001) in the next section and, further, we discuss a rational knowledge management scheme for design by providing insights into applicative examples.

A suitable framework for design

The design in general involves an interplay between “what we want to achieve” and “how we choose to satisfy the need” and Suh (2001) systematized the design thought process involved in this interplay by introducing the concept of domains in order to delineate and demarcate four different kinds of design activities. The design world consists of four domains; (i) the customer domain, which is characterized by the needs (or attributes) that the customer is looking for in a product or process, (ii) the functional domain, where the customer needs are specified in terms of functional requirements (FRs) and constraints (Cs), (iii) the physical domain, where design parameters (DPs) are conceived to satisfy the specified FRs and (iv) the process domain, where suitable process variables (PVs) are identified to specify the product development or the process implementation.

One necessary adaptation of this framework concerns the adoption of the sustainability vs. stakeholders' interests' domain (i.e. the Su–St Domain, compare Figure 1). In fact, the management of mountain torrents and rivers ultimately seeks to find alternatives and prospects that represent different syntheses amongst: i) what society desires, ii) what complies with the natural evolution patterns (i.e. river styles), and iii) what is allowed by the existing legal framework. As second adaptation we conceive design as an iterative process or as an envisioning, problem setting and problem solving cycle comprising the following steps (compare for details, Mazzorana and Fuchs, 2010):

1. Problem identification and description.
2. Formulation and visualization of the Ideal Final Result (IFR) to be achieved. Description of a “model” to be approximated.
3. Analysis of all possible physical, spatial and temporal resources for an optimal attainment of the IFR.
4. Definition of admissible system changes: The planning process is meant to address the removal of obstacles to the full attainment of the IFR.
5. Elaboration of solution concepts based on the IFR and following the principles shown in Table 1.
6. Evaluation of the developed solution strategies. The evaluation should clearly state for each design solution (i) what has been enhanced, (ii) what has been worsened, (iii) what has been substituted, (iv) what remains to do with reference to the attainment of the IFR and (v) whether the systemic and developmental contradictions could be solved?
7. Participatory selection of the optimal solution taking into proper consideration cost-benefit criteria.

| Root Principles | Derived Principles |
|------------------------------|---|
| (i) Separation principles | <p>a) Spatial separation: separating areas characterized by relevant process intensities from areas at risk perspective and concentrating adverse effects in low vulnerable areas.</p> <p>b) Temporal Separation: decoupling in time the intensity maxima of liquid discharge and sediment transport on the process side, and displacing movable objects at risk from endangered areas during the critical time spans.</p> <p>c) Separation by change of status: achieving a reconfiguration of critical system configurations during the critical time spans within the event duration (e.g. by avoiding bridge clogging).</p> <p>d) Separation within the system and its parts: creating subsystems with a lower degree of susceptibility while the residual parts of the system remain unaffected (e.g. local structural protection for individual buildings).</p> |
| (ii) Dynamization principles | <p>a) Dynamization of the sediment transport process: controlling the sediment transport process (e.g. by dosing check dams) and the wood transport process (e.g. by preventive entrapment).</p> <p>b) Ecosystem dynamization: enhancing ecosystem functionality.</p> <p>c) Dynamization of mitigation – Modularization of the protection system: creating a flexible modular mitigation concept taking into account the entire range of possible alternatives.</p> |
| (iii) Combination principles | <p>a) Combination of mitigation: efficiently reducing effects with respect to hazard and vulnerability, and to increase the system reliability and maintainability.</p> <p>b) Multipurpose combination: designing parts of the mitigation concept with respect to alternative uses (e.g. modeling the landscape in order to achieve flow deflection without compromising the agricultural use of the area).</p> |
| (iv) Redundancy principles | <p>a) Redundancy for the worst case: a controlled response without system collapse is desirable.</p> <p>b) Redundancy in intervention planning: certain elements of the mitigation concept should be redundant in order to avoid system failures.</p> |

Tab. 1: Root and derived principles to elaborate effective solution concepts

Tab. 1: Kernprinzipien und davon abgeleitete Prinzipien zur Erarbeitung effizienter Lösungskonzepte

We now intend to focus our attention on the core design process, which should assure a consistent mapping from the functional domain to the physical domain as an ex-ante verification of crucial design requirements (compare Figure 1). To support this core design process we suggest following

the knowledge management navigator shown in Figure 2.

With respect to the system analysis and the system synthesis the reader is referred to the well-established literature (Mazzorana et al., 2012; ONR standards).

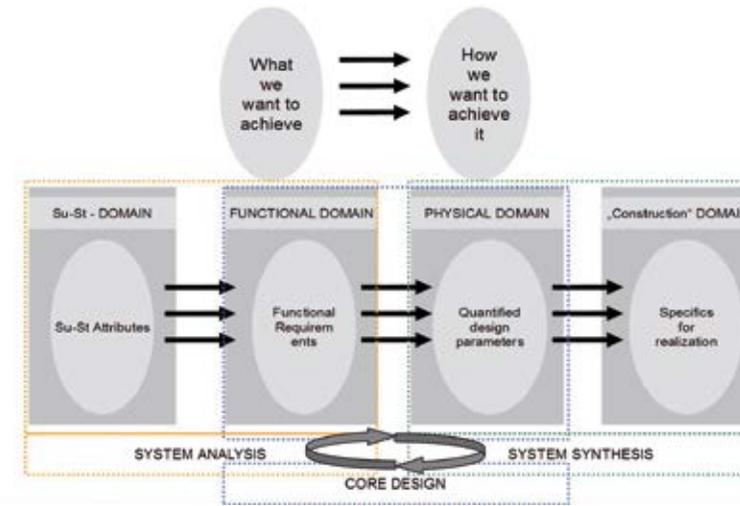


Fig. 1: Conceptual planning steps – mappings in the design process (adapted from Suh, 2001)

Abb. 1: Konzeptionelle Planungsschritte – relevante Zusammenhänge im Planungsprozess (in Anlehnung an Suh, 2001)

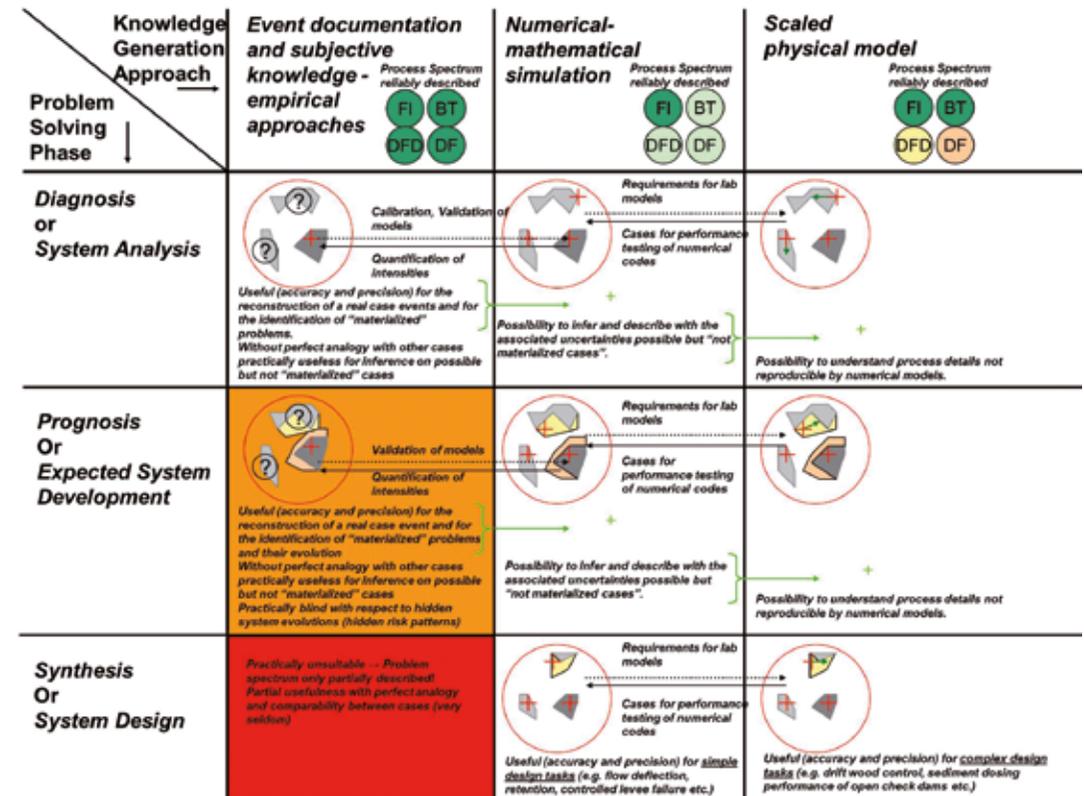


Fig. 2: Proposed knowledge management navigator throughout the core design process

Abb. 2: Vorgeschlagener Wissensmanagementnavigator für den Planungsprozess

Throughout the distinct problem solving phases (i.e. diagnosis or system analysis, prognosis or expected system development and synthesis or system design) the integrated use of knowledge derived (i) from event documentation or subjective sources (empirical approaches), (ii) from the application of numerical models and (iii) from the insights gained from scaled laboratory models is schematized with respect to different lead processes (i.e. FI or floods, BT or bed-load transport, DFD or debris floods and DF or debris flows). The reader may note that whereas the state of the art in event documentation is well established for all process types, professionally applied numerical modelling and as well laboratory experiments are fully reliable only for floods and bed-load transport process characteristics. Unequivocally, this assessment is to some extent of a subjective nature and corresponds to the author's conviction. Extensive research with a great progress has been accomplished in the last decade(s), both, in numerical und experimental modelling of debris floods (DFD) and debris flows (DF) (e.g. Rosatti and Begnudelli, 2013). However, reflecting the author's opinion, DFD and DF-modelling is prevalingly addressed by abstract cases / case studies yet, mainly with a strong scientific focus and background. For practical applications, e.g. for hazard zone planning or for the performance assessment and the design of specific torrential hazard mitigation measures, still more effort is required in order to provide reliable models or modelling approaches which are applicable to situations in practice and thereby fully accepted by the stakeholders.

The illustrated limitations should, however, not discourage the application of numerical models and laboratory experiments, since, conversely, through backward oriented knowledge generation approaches, the interpretable problem spectrum is limited to what past events highlighted and serious difficulties may arise both in quantify-

ing process intensities and frequencies (compare Figure 2). Moreover, the pure backward-oriented strategy is practically useless for inferring possible process behaviors outside the occurred range of historical hazard events. This strategy alone is suitable for a complete and verified system design if and only if perfect analogy and comparability with previously solved problems exists.

Reflecting the available approaches within the knowledge generation process illustrated in Figure 2, a considerable mutual dependence is apparent, which, in turn, emphasizes the importance of each approach within the core design process. Basically, numerical-mathematical simulations as well as laboratory experiments require the availability of data from field surveys and historical event documentations for an adequate parameter setting and for the models calibration and validation. Furthermore, regarding the zone of influence and the impact area of specific torrential hazard mitigation measures, numerical models are often applied to a larger extent. They provide process input data for the laboratory experiment, which is specifically focusing on the mitigation structure within a rather small area, but also allow for an assessment of the mitigation measure on a considerably larger scale. Accordingly, with the intention of a comprehensive core design process, the consideration of each approach and its interactions with each other appears mandatory.

Within the following section, a brief insight into the design process of a deposition basin, situated at the fan apex of a torrent catchment in Northern Tyrol, is given. Thereby, both, comprehensive laboratory experiments and, to accompany these, a hydrodynamic 3D-numerical model has been accomplished at the Unit of Hydraulic Engineering at the University of Innsbruck. Aiming for effective laboratory experiments in time and amount, the numerical model was primarily used to pre-test a specific set of design variants

and, thus, to eliminate ineffective variants before being expensively implemented in the experimental model. The presented study has been well integrated into the re-design process of the deposition basin, which was basically accomplished by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (Imst regional headquarters). The illustrated case study analysis reveals the possibilities of a model-based planning process for the sake of technically well, economically efficient, transparent and reasonable decision-making. Any further details concerning this study can be found in Gems et al. (2014) or Wörndl et al. (2013).

Illustrative Design Example

Within the span of the past few decades, some disastrous torrential hazard damages have occurred at the fan apex of the Larsennbach, a torrent situated in the Tyrolean Northern Limestone Alps with a catchment area of roughly 20 km². The torrent spreads on a large, densely populated fan apex, thereby passing a deposition basin in the upper area of the fan apex and further being channeled in a lined trench with gradients between 6 and 13%. High transport capacities or rather supply limited conditions are the dominating characteristics upstream of the fan apex. Material, which is activated during torrential hazard events, is small-grained and shows a comparatively uniform grain size distribution. Hazard processes feature a mainly fluvial rather than debris flood or debris flow behavior.

The situation on the fan apex is strongly characterized by very limited space conditions. In case of a 150 year design event, the deposition basin cannot cope with the entire incoming amount of sediments and, consequently, overbank flooding and sedimentation within the settled area occurs. The major bottleneck at the fan apex thereby is the transition zone at the lower end of the

deposition basin. The torrent passes a bridge at a rather low channel gradient and leads into the paved channel.

For the sake of improving protection against torrential hazard events and thereby reducing the expected hazard, a set of protection measures have been conceived by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control within a comprehensive planning process. In particular the design of a closing-off structure in the transition zone (Figure 3) had to meet the following functional requirements:

- Reduction of hazard potential; total prevention of overtopping processes under design flood conditions
- Maximum possible and regulated output from the deposition basin
- In case of unpreventable overtopping, lateral overflow in a control manner in an unsettled area
- Increase of the deposition basin's maximum capacity
- Specific design of the closing-off structure in order to allow access to excavators to assist in bed-load transport through the bridge section

Figure 3,b illustrates the physical scale model aiming at the optimization of the closing-off structure at the outlet of the deposition basin. Using Froude's similarity law, the model scale was set to 1:30. The model reproduced all topographic details including also the characteristics of the sediment inventory well without any relevant scale effects. The testing program was based on a quasi-unsteady simulation of the design event considering also the dynamic input of bed-load from upstream and the mobile bed conditions within the deposition basin. The model parameters were thereby based on a detailed field survey and on the expert knowledge of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (WLV, 2011).

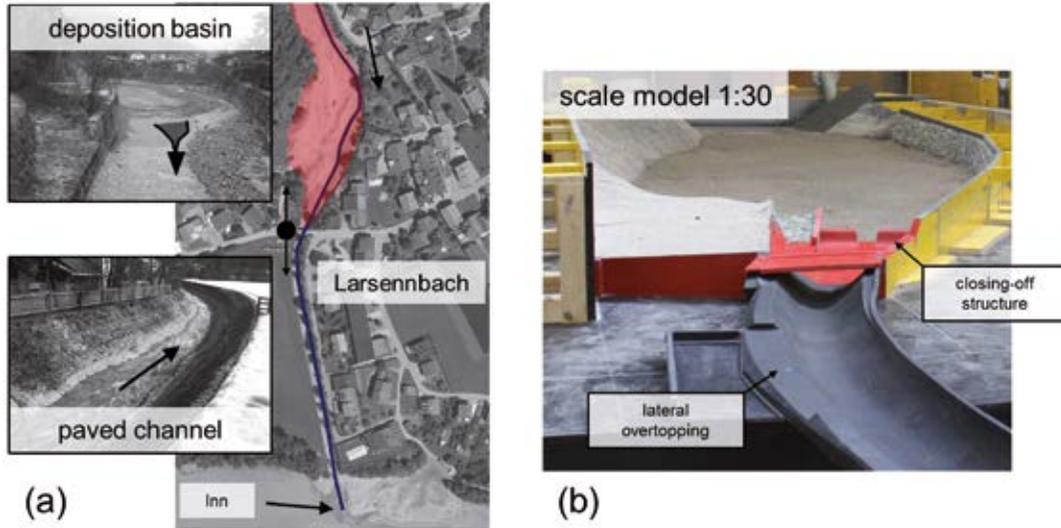


Fig. 3: (a) Larsennbach torrent at the fan apex; (b) physical scale model of deposition basin and paved channel (Gems et al., 2014; modified)

Abb. 3: (a) Larsennbach am Schwemmkegel und im Mündungsbereich in den Inn; (b) Modellversuch des Ablagerungsbeckens und des Künettengerinnes (Gems et al., 2014; angepasst)

Figure 4 illustrates the configuration at the transition zone and as well the results from experimental modelling after the design event for the present situation and for the design variant that featured the best effects concerning the aforementioned aims. With it, overtopping into the settled area

can be completely avoided under design flood conditions and, further, a continuous and regulated output of bed-load from the basin can be provided. Thereby, the lower area of the basin is used more efficiently for the deposition of sediments.

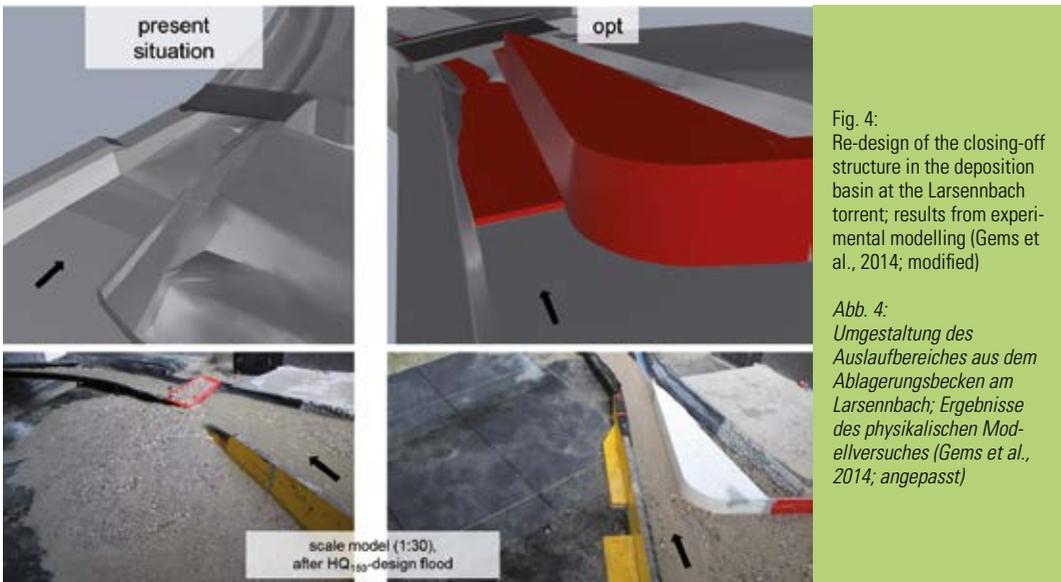


Fig. 4: Re-design of the closing-off structure in the deposition basin at the Larsennbach torrent; results from experimental modelling (Gems et al., 2014; modified)

Abb. 4: Umgestaltung des Auslaufbereiches aus dem Ablagerungsbecken am Larsennbach; Ergebnisse des physikalischen Modellversuches (Gems et al., 2014; angepasst)

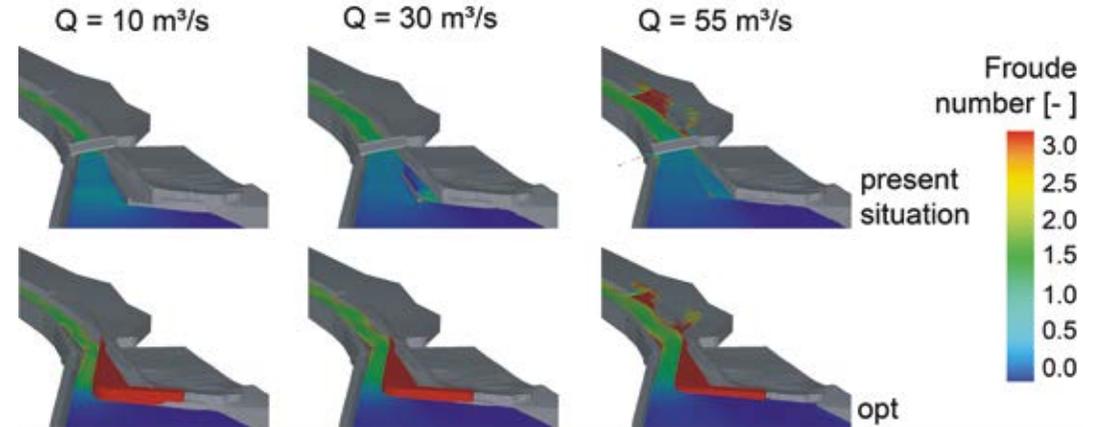


Fig. 5: Results from hydrodynamic 3D-numerical modelling with the FLOW-3D software (Gems et al., 2014; modified)

Abb. 5: Ergebnisse der 3d-numerischen Reinwassermodellierung mit der Software FLOW-3D (Gems et al., 2014; angepasst)

A few results from hydrodynamic 3D-numerical modelling, basically accompanying the scale model tests, are shown in Figure 5. A set of steady state simulations with different discharges (up to design flood conditions of 55 m³/s) were run, both for the present situation and different design variants under clear water conditions. Based on the flow behavior in the transition zone (below the bridge structure), characterized with the depth-averaged Froude-numbers and the near-bottom velocities, the effects of the tested design variants have been evaluated. Figure 5 reveals a more continuous flow field with clearly higher impacting forces for bed-load transport in the transition zone for the most efficient design variant than for the present situation.

For any further details on the modelling, concerning also the choice of a hydrodynamic numerical model for the inspection of a problem definition with a crucial influence of bed-load transport, reference is made to Gems et al. (2014) or Wörndl et al. (2013).

Reflecting the proposed knowledge management navigator shown in Figure 2 in the context of the presented design example, (i) the relevance of each of the three approaches and,

most notably, (ii) the possibilities of a model-based planning approach are obvious. They provide well founded results affected by relatively small uncertainties at an early phase in the core design process. Besides, the clear visualization of the processes in the experimental model contributed mainly to convince stakeholders and residents of the efficacy of the proposed measures.

Conclusions

In this paper we presented a conceptual planning and problem solving approach for acute problems in terms of risk caused by extreme events in mountain streams. We demonstrated the applicability of the elaborated concepts in a dedicated case study on the Larsennbach, a torrent situated in the Tyrolean Northern Limestone Alps. From the perspective of an integrated management of mountain streams, the proposed approach facilitates knowledge integration by structuring the relevant information about hazards, induced risks, and systemic contradictions and by supporting the planner in fine-tuning system design. In this context the focus was set particularly on a rigorous mapping from the functional domain, where the

customers' needs are specified in terms of functional requirements and constraints, to the physical domain, where design parameters are conceived to deploy the specified functions. Moreover, we emphasized the potential advantages of integrating into the planning process both numerical-mathematical modelling techniques and targeted lab experiments. In conclusion, we are convinced that providing a solid basis for the identification and verification of design requirements of integral flood risk mitigation systems contributes significantly to the total quality of any kind of standardized management approach.

Authors' addresses / Anschrift der Verfasser

Dr. Ph.D. Bruno Mazzorana
Abteilung Wasserschutzbauten – Autonomous
Province of Bolzano, Italy
Cesare Battisti Str. 23
IT - 39100 Bozen
bruno.mazzorana@provinz.bz.it

Dipl.-Ing. Dr.techn. Bernhard Gems
Unit of Hydraulic Engineering - University of
Innsbruck
Technikerstraße 13
6020 Innsbruck
bernhard.gems@uibk.ac.at

Dipl.-Ing. Michaela Wörndl
Unit of Hydraulic Engineering - University of
Innsbruck
Technikerstraße 13
6020 Innsbruck
michaela.wörndl@uibk.ac.at

References / Literatur:

- ARMANINI A., LARCHER M. (2000). Rational criterion for designing opening of slit-check dam. J. Hydraul. Eng. 127:94-104.
- FEDERAL MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY, ENVIRONMENT AND WATER MANAGEMENT (BMLFUW) (2006). Technische Richtlinie für die Wildbach- und Lawinerverbauung, TRL-WLV gemäß §3 Abs 1 Z 1 und Abs 2 WBFG 1985, Fassung: Juli 2006 (in German).
- FUCHS, S., KEILER, M., SOKRATOV, S. A., SHNYPARKOV, A. (2013). Spatiotemporal dynamics: the need for an innovative approach in mountain hazard risk management. Nat. Hazards, 68, 1217–1241.
- GEMS, B., WÖRNDL M., GABL R., WEBER C.; AUFLEGER M. (2014). Experimental and numerical study on the design of a deposition basin outlet structure at a mountain debris cone. Nat Hazard Earth Sys 14: 175-187.
- GEMS B., WÖRNDL M., GABL R., WEBER C.; AUFLEGER M. (2014). Experimental and numerical study on the design of a deposition basin outlet structure at a mountain debris cone. Nat Hazard Earth Sys 14: 175-187.
- LANGE D., BEZZOLA, G.R. (2006): Schwemholz: Probleme und Lösungsansätze. Mitteilungen 188, VAW, Zürich.
- LÄNGER, E., (2003). Der forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung in Österreich und seine Tätigkeit seit der Gründung im Jahre 1884. Teil 1: Textband. Universität für Bodenkultur, Wien, 303 pp.
- MAZZORANA B., FUCHS, S. (2010). A conceptual planning tool for hazard and risk management. pp 828-837 in Internationales Symposium Interpraevent, Taipei, Taiwan.
- MAZZORANA, B., COMITI, F., SCHERER, C., FUCHS, S. (2012). Developing consistent scenarios to assess flood hazards in mountain streams. J. Environ. Manage., 94, 112–124.
- MAZZORANA, B.; TRENKWALDER-PLATZER, H.; FUCHS, S., HÜBL J. (2014). The susceptibility of consolidation check dams as a key factor for maintenance planning. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 66 (5-6). p. 214-216.
- ROSATTI G., BEGNUDELLI L. (2013). Two-dimensional simulation of debris flows over mobile bed: enhancing the TRENT2D model by using a well-balanced generalized roe-type solver, Comput Fluids 71: 171-195.
- SUH, N.P. (1990). The Principles of Design. New York : Oxford University Press.
- SUH, N.P. (2001). Axiomatic Design - Advances and Applications. New York.:Oxford University Press.
- ÜBLAGGER G. (1972). Retendieren, Dosieren und Sortieren. (Retaining, dosing and sizing). Mitteilungen der forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien, Austria, 102:335-72.
- WLV (Austrian Service for Torrent and Avalanche Control) (2011). Larsenbach Projekt 2011 – Technischer Bericht, unpublished.
- WÖRNDL M., GEMS B., WEBER C., AUFLEGER M. (2013). A Hydraulic Scale Model for the Design of a Bed-Load Deposition Basin to Control Immense Fluvial Sediment Transport Within Very Limited Space, In: Zhaoyin, W.; Hun-wei Lee, Joseph; Jizhang, G.; Shuyou, C. Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Beijing: Tsinghua University Press, ISBN 978-7-89414-588-8, electronically.
- ZOBEL D., HARTMANN R. (2009). Erfindungsmuster: TRIZ: Prinzipien, Analogien, Ordnungskriterien, Beispiele. Expert Verlag.
- ZOLLINGER F. (1984). Die verschiedenen Funktionen von Geschieberückhaltebauwerken. Internationales Symposium Interpraevent, Tagungspublikation, Villach, Austria, 1:147-60.



Analysen
Planungen
Baubegleitung
Beratung und Gutachten

DI Herzog-Odilo-Straße 1/1
5310 Mondsee
CHRISTOPH T: +43 660 3624341
SKOLAUT E: christoph@skolaut.at

www.skolaut.at

QUALITÄT
KOMPETENZ
VERLÄSSLICHKEIT
TRIPLUS!

beton@triplus.at | www.triplus.at



Triplus Beton GmbH & Co KG
Werk Saalfelden: 06582 70088
Büro Zell am See: 06542 53003
Betonbestellung: 0664 8372388

moser – jaritz + partner

Moser-Jaritz+Partner Ziviltechniker GmbH
Ingenieurkonsulenten
Geologie und Geotechnik
Naturgefahren und Risikomanagement
Umwelt- und Ressourcenmanagement

Bachwinkl 126
A 5760 Saalfelden
T +43 6582 74 494
F +43 6582 74 494-33
E saalfelden@mjp-zt.at

Münzfeld 50
A 4810 Gmunden
T +43 7612 75 101
F +43 7612 75 101-33
E gmunden@mjp-zt.at



MATJAŽ MIKOŠ, MAGDA ČARMAN, JOŽE PAPEŽ, MITJA JANŽA

Legislation and Procedures for the Assessment of Landslide, Rockfall and Debris Flow Hazards and Risks in Slovenia

Rechtsvorschriften und Verfahren für die Beurteilung der Rutschungs-, Steinschlags- und Murganggefährdungen und Risiken in Slowenien

Abstract:

This paper is a state-of-the-art review of the present status of the Slovenian national legislation and procedures for the hazard and risk assessment of landslides, rockfalls and debris flows. The relevant governing act is the 2002 Waters Act that foresees several legislation documents to be accepted by the ministry in charge of waters in Slovenia. Thanks to the European Flood Directive, procedures have already been regulated in the field of floods, but have still to be regulated in the field of other water-related natural hazards and geo-hazards, such as landslides, rockfalls and debris flows. In the last decade, several methodologies and different hazard maps have been prepared, but no legal acts (such as decrees, regulations, recommendations or similar acts, let alone standards) have been accepted on their basis. Generally, state legislation in the sectors of spatial planning and water management in the form of acts is up-to-date in Slovenia, but much more should be done for its direct implementation.

Keywords:

hazard assessment, legislation, risk assessment, Slovenia

Zusammenfassung:

In diesem Artikel wird überprüft, ob der aktuelle Status der slowenischen nationalen Rechtsvorschriften und Verfahren für die Gefahren- und Risikobewertung von Erdrutschen, Steinschlag und Muren dem State of the Art entspricht. Der entsprechende Regierungsakt ist der Waters Act, der im Jahr 2002 verabschiedet wurde. Die mehrere Dokumente umfassende Gesetzgebung sieht vor, dass das Ministerium für Umwelt und Raumplanung in Slowenien zuständig ist. Dank der Europäischen Hochwasserrichtlinie gibt es bis jetzt geregelte Verfahren im Bereich des Hochwassers, aber nicht auf dem Gebiet der anderen wasserbezogenen Naturgefahren und Georisiken wie Erdrutsche, Steinschlag und Muren. In den letzten zehn Jahren wurden mehrere Methoden und unterschiedliche Gefährdungskarten erstellt, aber bisher wurden keine Rechtshandlungen (wie Erlasse, Verordnungen, Empfehlungen oder ähnliche Handlungen, geschweige denn Normen) auf deren Basis erarbeitet. Zwar ist im Allgemeinen in Slowenien die staatliche Gesetzgebung in den Bereichen Raumplanung und Wasserwirtschaft up to date, es sollte jedoch viel mehr für ihre direkte Umsetzung getan werden.

Stichwörter:

Gefährdungsbeurteilung, Gesetzgebung, Risikobewertung, Slowenien

Introduction

Effective protection against landslides (the term landslides includes all types of slope mass movements), i.e., by directing settlements outside landslide-prone areas, must be provided for by the joint efforts of landslide experts and by the state and regional authorities. The most cost effective and therefore financially sustainable form of long-term landslide protection is prevention, especially the appropriate land use in landslide-prone areas. Therefore, it is crucial that spatial planning takes account of the technical knowledge of landslide occurrences. Such knowledge of landslide phenomena (i.e., causes, trigger factors) makes it possible to predict the possibilities of future landslides in selected areas.

In Slovenia, several studies have been made in the last two decades on predicting the occurrence of landslides. Initial estimates of the

probability of the occurrence of landslides were preliminary and/or regional, but with technological advancements they have become ever more precise, i.e., local. More accurate assessments were made possible by developing and extending a comprehensive database of active landslides (called GIS_UJME), which was upgraded and modernized in 2005 (MORS, 2005), but is not fully in the public domain. Nowadays in Slovenia, we have two detailed hazard assessments of geo-hazards, namely the Landslide susceptibility map of Slovenia (Komac and Ribičič, 2006) and the Debris-flow susceptibility map of Slovenia (Komac et al., 2009), both at the scale 1:250,000. The methodology used to prepare these two hazard maps can also be adopted for use at large scales for local hazard assessments (i.e., of the order 1:1,000 to 1:50,000) (Jemec Auflič and Komac, 2011). A similar methodology and susceptibility map of Slovenia is still needed for rockfalls.

Such hazard assessments at the Slovenian

national level are a good basis for directing human spatial activities (land use) at the local level and for further creating more precise local hazard maps in areas already identified for their high landslide hazard. Despite the developed methodologies, the estimates of geo-hazards are still rarely used in spatial planning, mainly due to the lack of legislation in landslide protection, and to a lesser degree due to inconsistencies and lack of supervision in the implementation of existing regulations. In all recent national regulations, prevention is stressed over intervention during natural disasters; yet how to act upon and after hazardous (e.g., landslide) events is more precisely defined than how to prevent them.

Review of legislation in Slovenia

In 2005, the *Resolution on a National Program for Mitigation of Instability Phenomena* was announced in the *Execution Plan of National Prevention Program of Protection against Natural and Other Disasters in 2006*, but it was not confirmed by the Government and therefore not accepted in the National Assembly. The Slovenian national legislation documents that are important for the field of mass movements are as follows (Ribičič, 2007; the date of acceptance of the original act is given; each has been changed several times afterwards, the list was updated for the current situation in 2014):

- *Protection against Natural and Other Disasters Act* (ZVNDN, 2006) – regulates the protection of people, animals, property, cultural heritage and the environment against natural and other disasters. Landslides are regarded as a natural disaster. The aim of protection against disasters is to reduce the number of disasters and mitigate their

consequences. The act gives priority to preventive measures over intervention, but mainly regulates protection, rescue and relief during a disaster. Preventive measures in this act are defined as all measures that are undertaken in order to avoid the risk of a disaster, and respectively, measures to reduce the adverse consequences of a disaster.

The state and the municipalities are competent for the protection against natural and other disasters and for the implementation of protection, rescue and relief actions when such disasters occur. By law, it is necessary to prepare both corresponding risk assessments and, furthermore, on the basis of these assessments, emergency response plans for each type of natural and other disaster separately. The risk assessment is an analysis of the favorable conditions for a natural and other disaster to happen with an estimate of the possible course and consequences of the disaster, the proposed level of protection against hazards, and the proposal of preventive and other measures for protection, rescue and relief. The methodology for preparation is defined by the *Decree on the contents and elaboration of protection and rescue plans* (Decree, 2012). The competent local and national authorities are liable for damages if these risk assessments and emergency response plans for municipalities are not prepared (the penalty is at least 1,000 euros).

Municipalities must use appropriate protective measures against disasters prescribed by this act; among others, spatial and urban planning measures (non-

structural) and construction (structural) measures, mainly of a preventive nature, which shall be taken into account in spatial planning. An important complement to this act was accepted in 2010 that gives the *Administration of the Republic of Slovenia for Civil Protection and Disaster Relief* (URSZR) the right to accept guidelines and give opinions on disaster protection which has to be taken into account in national and municipal spatial planning documents (Guidelines, 2013a; b). The administration (URSZR) also collects data on natural phenomena, disasters, their sources and the damages caused.

- *Natural Disaster Recovery Act* (ZOPNN-UPB1, 2005)
- *Environment Protection Act* (ZVO-1-UPB1, 2006)
- *Waters Act* (ZV-1, 2002) – the act that most directly treats the questions of landslide-prone areas and active landslides. One of the objectives of this act is to provide protection for mankind and human property against the adverse effects of waters. The protection encompasses the implementation of measures to reduce or prevent risks from the adverse effects of waters and to eliminate consequences of such adverse actions. This law provides preventive and curative measures. The *Forest Act* (ZG, 1993) is of lesser importance; torrent watersheds management and the mitigation of torrential floods, landslides, rockfalls and avalanches are part of integrated watershed management (Mikoš, 2012) and therefore covered by the *Waters Act*.

The *Waters Act* foresees the determination of risk areas due to the adverse action of waters: i.e., flood, erosion, avalanche and landslide areas; the former being threatened by any form of mass wasting phenomena respectively mass movements (slides and slips, debris slides, debris flows, mud flows, rockfalls, landslides, rock avalanches, etc.). Risk areas are determined by the Slovenian Government; the methodology for their determination and classification into risk classes is to be prepared by the ministry responsible for waters (this is nowadays again the Ministry of the Environment and Spatial Planning – MOP). The risk areas should be displayed in spatial planning documents and in sectorial plans.

The first hazard map (not susceptibility map) and risk map was prepared for the devastated area after the large debris flow in the village of Log pod Mangartom that was triggered in November 2000 (Mikoš, 2011). The debris-flow risk map of the area (Mikoš et al., 2007), which was prepared under the *Decree on the location plan for the impact area of the Stovže landslide in Bovec Municipality* (Decree, 2003b), was used by the Government of the Republic of Slovenia to accept the *Decree on the conditions and limitations of construction in the area of Log pod Mangartom under threat from debris flows* (Decree, 2004); the first decree of this type in Slovenia.

In accordance with the European Flood Directive, the corresponding methodology for flood areas has already been accepted in Slovenia: the *Rules*

on methodology to define flood risk areas and erosion areas connected to floods and classification of plots into risk classes (Rules, 2007), and the Decree on conditions and limitations for constructions and activities on flood risk areas (Decree, 2008). The Rules lays down the method and criteria for the classification of land into flood and erosion risk classes, and the Decree specifies which spatial interventions are permitted or prohibited, depending on corresponding hazard classes in flood-prone areas. Similar regulations for landslide-prone areas are still missing. In order to be able to accept such regulations, a methodology for determining risk areas and classifying land into risk classes due to landslides has been prepared (MORS, 2004); official executive legal acts, such as rules and/or decrees are still missing. The same is true for debris flows, since a methodology for debris flow risk assessment has been prepared (MORS, 2008) with no legal consequences.

Protection against the adverse effects of waters in risk areas should be provided by state and local authorities (municipalities). The state is responsible for the protection of people, the environment, economic activities and cultural heritage, and in periods of increased risk it should ensure the implementation of emergency measures. Landowners in landslide-prone areas are limited in their property owners' rights and are not allowed to freely intervene in such risk areas. The Waters Act defines the conditions under which landowners may intervene in the risk

areas, but the detailed conditions and restrictions are set by the government in a water approval. A water approval is also issued for interventions in risk areas and must be issued prior to the issuing of a building permit. The applications for water approval for interventions in landslide areas must contain a geological report on the terrain stability and propose mitigation measures. The same is true for interventions in an area that is landslide-prone as determined from a preliminary landslide hazard map. Such a warning hazard map must be published on the website of the ministry responsible for waters. Since there is not yet an officially accepted preliminary landslide hazard map, for informational purposes we use the Landslide susceptibility map of Slovenia at scale 1:250.000 (Komac and Ribičič, 2006), prepared by the Geological Survey of Slovenia and which is available on the website of the Slovenian Environment Agency (ARSO). Thus the Waters Act prohibits the following in landslide-prone areas (Waters Act, 2002, § 88):

- the retention of water, especially through the construction of terraces, and other encroachments that could accelerate saturation of the land;
- encroachments that could cause additional saturation of land and a rise in ground water levels;
- implementation of earthworks that additionally burden the land or remove burden from the base of the land;
- deforestation and major rehabilitation of forest structures and shrubbery that accelerate the sliding of land.

- *Resolution on National Environmental Action Plan 2005-2012* (ReNPVO, 2006)
- *Resolution on National Program for the Protection against Natural and other Disasters* (ReNPVNDN, 2009) – gives priority to prevention. This provides for the preparation of a specific strategy and a specific program for protection against landslides, with the fundamental objective of mitigating the consequences of landslides, as well as the preparation of technical bases for deciding on conditions for a specific land use and for protection of areas threatened by landslides.
- *Spatial Planning Act* (ZPNačrt, 2007) – the objective under this act is that spatial planning in Slovenia should, among other things, take into account protection against natural and other disasters and accordingly plan the appropriate spatial interventions. Under the current principles of spatial development for settlements, areas at risk from natural hazards are currently not exposed as less suitable for new settlements, since if flood alleviation measures for an existing settlement area are executed, new buildings are allowed to be built. If the spatial documents for a piece of land have settlements as a proposed land use, this use can be changed only by changing the spatial documents themselves. This act defines the types of spatial planning documents, their contents and preparation processes. Spatial planning documents allow for planning spatial arrangements and determining the guidelines, requirements and criteria related to land development.

These documents should be based on expert knowledge of spatial features and capacities; in their preparation it is necessary to consider the documents from the water management sector and from the protection against natural and other disasters. Spatial documents are the basis for developing projects for obtaining building permits, which are a prerequisite to starting the construction process.

The basis for developing spatial planning documents is information on the status of spatial conditions. The ministry in charge for spatial planning must establish and maintain a spatial information system, which encompasses data on the legal and factual situation in space, including information on risk areas. In Slovenia, a complete and fully updated spatial information system is not yet fully in place.

In Slovenia, we distinguish between government, municipal and inter-municipal spatial planning documents. The *National spatial plans* (NSPs) are the spatial arrangements of national importance, which include arrangements in the field of protection against natural and other disasters. Prior to the adoption of the *Act regarding the siting of spatial arrangements of national significance in physical space* (ZUPUPDD, 2010), the NSP was used as a tool to plan spatial arrangements that were necessary due to the mitigation of the consequences of natural disasters. On the basis of the policies and guidelines established by the state, the municipalities are responsible for determining land use and conditions for the placement of interventions in space. The *Municipal spatial plans* (MSPs) govern spatial arrangements of local importance and provide land use and conditions for the placement of objects in space, i.e., the

so-called *Spatial implementation conditions* (SICs) for both the entire territory of the municipality and specifically for each individual planning unit. But those plans have not yet been produced, because the regions have not been formally established. At present only the MSPs are valid for procedures related to building. The SICs are determined on the basis of development policy and land use, and also determine, inter alia, measures to protect people and property from natural disasters. The flood, erosion and fire safety are specifically exposed, but not so for landslide risk areas. Land use and SICs may also be provided by *Regional spatial plans* (RSPs). The operative part of MSPs should come out of natural conditions (e.g., soil bearing capacity, depth of groundwater table, effects on ground water regime ...), but in reality, it is not always consistently considered. Also the regulation that a new object should not affect an existing one is not implemented strictly on landslide-prone areas.

- *Construction Act* (ZGO-1, 2002) – prescribes the procedures for obtaining a building permit; it is directly associated with the Spatial Planning Act, because in the process of issuing a building permit the location and use of the planned object are assessed (if allowed) according to the prescribed conditions in the spatial planning act. The Construction Act stems from the assumption that the adopted spatial planning documents are clear, accurate, reliable, and render it possible to figure out the location's conditions, which are the starting point for construction. So any commencement of construction works, whose conditions are in detail prescribed by the Construction Act is also in its substance associated with the

conditions laid down by the regulations on spatial planning and other legislation (i.e., Environment Protection Act, Waters Act, Nature Protection Act).

- *Ordinance on Spatial Planning Strategy of Slovenia* (OdSPRS, 2004)

In the last decades, the Slovenian National Assembly adopted a series of emergency acts, which provided the (financial) resources for the mitigation of large landslides triggered during heavy rainfalls. The best known such act was the *Act on the Measures to be Taken to Repair the Damage Caused by Landslide Stože in Bovec Municipality and by Large-Scale Landslides in the Territory of the Republic of Slovenia Occurring after 15 October 2000* (ZUPSB, 2000), followed by the *Measures to Repair the Damage Caused by Certain Large-Scale Landslides in 2000 and 2001 Act* (ZUOPZ, 2002). The conditions and modalities of funding – the acquisition and allocation – is defined by the *Natural Disaster Recovery Act* (ZOPNN-UPB1, 2005).

The Treaty on European Union grants the Republic of Slovenia as an EU Member State the use of state aid in mitigating natural disasters (including landslides). The awarding of state aid that applies only to the elimination of material damage is defined in the provisions of the Constitutional Treaty of the European Community. An overview of the legal regimes of neighboring countries that are EU members shows that they generally do not have a system act that regulates this area. Much emphasis is therefore placed on the role of insurance companies and state budget funds are drawn upon only after large natural disasters. Some countries (Austria, the Netherlands) also have special financial catastrophe funds, activated after natural disasters. Furthermore, a kind of an obligatory insurance against natural disasters

exists in Spain, France and in the majority of Swiss cantons with a somewhat different role of the state among those countries.

Financing preventive activities, such as the preparation of hazard and risk maps, is not regulated in Slovenia so they are not prepared for spatial planning documentation. The situation of financing the mitigation of large landslides is somewhat better; in such cases the Slovenian National Assembly adopts a special law for the mitigation of a local but large landslide or for the mitigation of numerous landslides triggered in large areas during heavy rainfalls. According to the *Public Finance Act* (ZJF-UPB4, 2011) and the *Financing of Municipalities Act* (ZFO-1 2006), financial resources, from which funds for the mitigation of natural and other disasters can be drawn, are state and municipal annual financial reserves, which must, according to the *Public Finance Act* (ZJF-UPB4, 2011), be 1.5% of the annual budget. For the state financial funds to be activated, the estimation of mitigation costs for all landslides triggered within a period of 90 days must be at least 0.3% of the annual budget of the Republic of Slovenia. This also means that the first landslides cannot be mitigated using the state funds, since a period of 90 days must be awaited in order to sum up the estimated costs of all the triggered landslides – in many cases it takes too much time for this system to work. The Decree on damage evaluation methodology (Decree, 2003a) is an additional limitation factor since it defines the mitigation of which landslides count for the state financial support: only landslides that threaten settlements or engineering structures, particularly infrastructure. Thus, all smaller slips and slides or smaller rockfalls not of large dimensions are not taken into account for state financing and are left to the municipalities to mitigate as best they can.

Conclusions

The 2002 *Water Act* (ZV-1, 2002) precisely defines the prohibitions and restrictions in activities in landslide areas, which have to also be taken into account when planning and constructing buildings, but an officially prescribed methodology for hazard and risk assessment for landslide-prone areas has not yet been laid out. As a result, landslide-prone areas are not adequately represented in spatial planning legislative acts, and studies of geo-hazards are not a compulsory element of spatial planning documents. Therefore, the municipalities include the results of geo-hazard studies in their local spatial regulations at free will. Since the law does not oblige municipalities to estimate geo-hazards, they prefer to invest funds into other emergency or mandatory measures and research in the field of natural disaster protection. Existing knowledge in the field of forecasting the probability of the occurrence of landslides in Slovenia is sufficient to direct new settlements outside landslide-prone areas. Therefore, the implementation of preventive protection against landslides, rockfalls and debris flows to the same level as floods is long overdue. The basis for such steps are already present in the existing legislation, but there has been a lack of interest and energy to prepare and also finally to accept the adequate legislative acts, such as methodologies, decrees, regulations and/or recommendations.

Inadequate implementation of preventive measures, i.e., preparing hazard and risk assessments for different areas, avoiding new construction in critical (risk) areas and carrying out preventive mitigation works (such as works to prevent the increase of landslide-active and erosion areas, and mitigation works on unstable slopes and in torrential watersheds), are reflected

during heavy rainfalls in the unprecedented damage that is several times larger than the funds invested in prevention. There are still lessons to be learned in Slovenia from recent heavy rainfalls causing wide-spread catastrophic floods and triggering numerous landslides.

The situation in Slovenia in the field of legislation, planning and implementation of prevention activities against different kinds of mass movements is unsatisfactory. To a large extent the legislation has been modernized since 2000, but it remains too general and does not prescribe the mandatory mapping of hazard and risk areas due to mass movements as a part of spatial plans at different levels. Furthermore, funds that are invested in preventive measures are far too small for a decisive step forward.

Acknowledgements

The overview presented in this paper was prepared within the framework of the European project START_it_up, financed by the European Commission. Some of the Slovenian legislation documentation (especially acts) will be made available in English in the new database called "Risk Technology Platform and Database" that will be a portal for hazard engineers and risk managers, offering them selected norms, standards and best practices (http://www.interpraevent.at/start_it_up/). The authors would like to thank Ivan Stanič for comments on spatial planning issues.

Authors' adresses / Anschrift der Verfasser

Univ. Prof. Dr. Matjaž Mikoš
Faculty of Civil and Geodetic Engineering
University of Ljubljana
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

Dr. Magda Čarman
Geological Survey of Slovenia
Dimičeva ulica 14
1000 Ljubljana
magda.carman@geo-zs.si

Jože Papež
HIDROTEHNIK Vodnogospodarsko podjetje d.d.
Slovenčeva ulica 97
1000 Ljubljana
Joze.Papez@Hidrotehnika.si

Dr. Mitja Janža
Geological Survey of Slovenia
Dimičeva ulica 14
1000 Ljubljana
mitja.janza@geo-zs.si

References / Literatur:

- DECREE (2003a). Decree on damage evaluation methodology (Uredba o metodologiji za ocenjevanje škode). Official Gazette RS, No 67/2003.
- DECREE (2003b). Decree on the location plan for the impact area of the Stovže landslide in Bovec Municipality (Uredba o lokacijskem načrtu za vplivno območje plazu Stovže v Občini Bovec). Official Gazette RS, No 127/2003.
- DECREE (2004). Decree on the conditions and limitations of construction in the area of Log pod Mangartom under threat from debris flows = Uredba o pogojih in omejitvah gradnje na območju Loga pod Mangartom, ogroženem zaradi pojava drobirskih tokov. Official Gazette RS, No 87/2004.
- DECREE (2008). Decree on conditions and limitations for constructions and activities on flood risk areas = Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. Official Gazette RS, No 89/2008.
- DECREE (2012). Decree on the contents and elaboration of protection and rescue plans (Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja). Official Gazette RS, No 24/2012.

GUIDELINES (2013a). General guidelines for the preparation of the National spatial plan (Splošne smernice za pripravo državnega prostorskega načrta). Administration for Civil Protection and Disaster Relief, Ministry of Defence of the Republic of Slovenia, No 350-17/2013-6-DGZR. <http://www.sos112.si/slo/download.php?id=16167>

GUIDELINES (2013b). General guidelines for the preparation of Municipal spatial plan or Inter-municipal spatial plan (Splošne smernice za pripravo občinskega prostorskega načrta ali medobčinskega prostorskega načrta). Administration for Civil Protection and Disaster Relief, Ministry of Defence of the Republic of Slovenia, No 350-17/2013-5-DGZR. <http://www.sos112.si/slo/download.php?id=16169>

JEMEC AUFLIČ M., KOMAC M. (2011). Standards and Methoden der Gefährdungsanalyse für schnelle Massenbewegungen in Slovenien = Standards and Methods for Hazard Assessment for Rapid Mass Movements in Slovenia. WLF Zeitung 74, No. 166: 54-69.

KOMAC M., RIBIČIČ M. (2006). Landslide susceptibility map of Slovenia at scale 1:250.000 = Karta verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji v merilu 1:250.000. Geologija 49/2: 295-309.

KOMAC M., KUMELJ Š., RIBIČIČ M. (2009). Debris-flow susceptibility model of Slovenia at scale 1:250.000 = Model dovzetnosti za pojavljanje drobirskih tokov v Sloveniji v merilu 1:250.000. Geologija 52(1): 87-104.

MIKOŠ M. (2011). Public Perception and Stakeholder Involvement in the Crisis Management of Sediment-Related Disasters and their Mitigation: the Case of the Stože Debris Flow in NW Slovenia. Integrated environmental assessment and management 7(2): 216-227, doi: 10.1002/ieam.140.

MIKOŠ M. (2012). Prispevek k zgodovinskemu pregledu razvoja hudourništva in hudourničarstva v Sloveniji = A contribution to history of torrent control theory and practice in Slovenia. Gozdarski vestnik 70(10): 429-439.

MIKOŠ M., FAZARINC R., MAJES B. (2007). Delineation of risk area in Log pod Mangartom due to debris flows from the Stože landslide = Določitev ogroženega območja v Logu pod Mangartom zaradi drobirskih tokov s plazu Stože. Acta geographica Slovenica 47(2): 171-198. <http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/02-Ags47-2-171-198-Mikos-Fazarinc-Majes.pdf>.

MORS (2004). Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi delovanja zemeljskih plazov – končno poročilo (Methodology for determining risk areas and classifying land into risk classes due to landslides - final report). Ministry of Defence of the Republic of Slovenia, Ljubljana. http://www.sos112.si/slo/tdocs/met_zemeljski_1.pdf; http://www.sos112.si/slo/tdocs/met_zemeljski_2.pdf

MORS (2005). Novelacija in nadgradnja informacijskega sistema o zemeljskih plazovih in vključitev v bazo GIS_UJME – končno poročilo (Updating and upgrading the information system on landslides and inclusion in the database GIS_UJME – final report). Ministry of Defence of the Republic of Slovenia, Ljubljana. http://www.sos112.si/slo/tdocs/zem_plaz_gis_ujme.pdf

MORS (2008). Ocena ogroženosti zaradi drobirskih tokov – končno poročilo (Debris-flow risk assessment – final report). Ministry of Defence of the Republic of Slovenia, Ljubljana. http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_76.pdf

OdSPRS (2004). Ordinance on Spatial Planning Strategy of Slovenia (Odlok o Strategiji prostorskega razvoja Slovenije). Official Gazette RS, No 76/2004.

ReNPVNDN (2009). Resolution on National Programme for the Protection Against Natural and Other Disasters (Resolucija o Nacionalnem programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami v letih 2009 do 2015). Official Gazette RS, No 57/2009.

ReNPVO (2006). Resolution on National Environmental Action Plan 2005-2012 (Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005-2012). Official Gazette RS, No 2/2006.

RIBIČIČ M. (2007). Stanje in zakonodaja na področju plazena in erozije tal v Sloveniji (Status and legislation in the field of landsliding and soil erosion in Slovenia). In: Zbornik konference Strategija varovanja tal = Proceedings of the Conference on the Soil Protection Strategy, Ljubljana. http://www.pds.si/uploads/doc/SVTS_51207_10.pdf

RULES (2007). Rules on methodology to define flood risk areas and erosion areas connected to floods and classification of plots into risk classes (Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti). Official Gazette RS, No 60/2007.

ZFO-1 (2006). Financing of Municipalities Act (Zakon o financiranju občin). Official Gazette RS, No 123/2006.

ZG (1993). Forest Act (Zakon o gozdovih). Official Gazette RS, No 30/1993.

ZGO-1 (2002). Construction Act (Zakon o graditvi objektov). Official Gazette RS, No 110/2002.

ZJF-UPB4 (2011). Public Finance Act (Zakon o javnih financah – uradno prečiščeno besedilo). Official Gazette RS, No 11/2011.

ZOPNN-UPB1 (2005). Natural Disaster Recovery Act (Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč – uradno prečiščeno besedilo). Official Gazette RS, No 114/2005.

ZPNAČRT (2007). Spatial Planning Act (Zakon o prostorskem načrtovanju). Official Gazette RS, No 33/2007.

ZUOPZ (2002). Measures to Repair the Damage Caused by Certain Large-Scale Landslides in 2000 and 2001 Act (Zakon o ukrepih za odpravo posledic določenih zemeljskih plazov večjega obsega iz let 2000 in 2001). Official Gazette RS, No 21/2002.

ZUPSB (2000). Act on the Measures to be Taken to Repair the Damage Caused by Landslide Stože in Bovec Municipality and by Large-Scale Landslides in the Territory of the Republic of Slovenia Occurring after 15 October 2000 (Zakon o odpravi posledic plazu Stovže v Občini Bovec in plazov večjega obsega nastalih na območju Republike Slovenije po 15. oktobru 2000) Official Gazette RS, No 124/2000.

ZUPUDPP (2010). Act regarding the siting of spatial arrangements of national significance in physical space (Zakon o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor). Official Gazette RS, No 80/2010.

ZV-1 (2002). Waters Act (Zakon o vodah). Official Gazette RS, No 67/2002. <http://www.arhiv.mop.gov.si/fi/leadadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/en/vode.pdf>

ZVNDN (2006). Act on protection against natural and other disasters (Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami). Official Gazette RS, No 51/2006 <http://www.sos112.si/db/priloga/p4360.pdf>

ZVO-1-UPB1 (2006). Environment Protection Act (Zakon o varstvu okolja – uradno prečiščeno besedilo). Official Gazette RS, No 39/2006.

MASSIMILIANO SCHWARZ, JOOS MATTLI, LUUK DORREN, GABI HUNZIKER, BERNARD LOUP, KARL HAGEN, BRUNO MAZZORANA, CHRISTIAN RICKLI, PETER BEBI, STEPHAN WOHLWEND, ANDREAS HUWILER, GIORGIO VACCHIANO

Best Practice Methods for Shallow Landslides Hazard Assessment – A Review of the Alpine Region

Best Practice Methoden zur Gefahrenbeurteilung für flachgründige Rutschungen – Ein alpiner Vergleich

Abstract:

Shallow landslides represent a relevant process in the alpine regions and are related to different types of risks. In addition to the direct damage on infrastructure and fatalities, shallow landslide activity plays an important role at the catchment scale by influencing the intensity and frequency of debris-flows or sediment transport during floods.

Within the context of the standardization of natural hazard engineering and risk management, the main objective of this article is to give a short overview on the “state-of-the-art” for best practice methods and to promote a knowledge exchange on the characterization and quantification of shallow landslide processes in the Alpine region.

Keywords:

Shallow landslides, hazard assessment, best practice

Zusammenfassung:

Flachgründige Rutschungen sind relevante Prozesse im Alpenraum und stehen in Verbindung mit einer Vielzahl an Risiken. Zusätzlich zu der direkten Gefährdung für Menschen und Infrastruktureinrichtungen, können flachgründige Rutschungen die Intensität und Frequenz von Sedimenttransport und Murgängen während Hochwasserereignissen maßgeblich beeinflussen. Im folgenden Artikel soll im Kontext der Standardisierung im Bereich des Naturgefahreningenieurwesens und des Risikomanagements ein kurzer Überblick über den Stand der Technik für Methoden der Charakterisierung und Quantifizierung von flachgründigen Rutschungsprozessen im Alpenraum gegeben, sowie damit der Wissensaustausch gefördert werden.

Stichwörter:

Flachgründige Rutschungen, Gefahrenbeurteilung, Best Practice

Introduction & objectives

Shallow landslides represent a relevant process in the alpine regions and are related to different types of risks. In addition to the direct damage on infrastructure and fatalities, shallow landslide activity plays an important role at the catchment scale by influencing the intensity and frequency of debris-flows or sediment transport during floods. The demand for common standards in this field is strongly requested in order to support the better quality and reliability of expert decisions and public administrations. Nowadays, the governance of natural hazard assumes increasing relevance for sustainable development in the Alpine region.

The project START_it_up, financed by the Alpine Space Programme, has offered the possibility to contribute to the international knowledge exchange on the analysis and quantification of shallow landslides in the context of "resource efficiency and ecosystem management".

Within the context of the standardization of natural hazard engineering and risk management, the main objective of this article is to give a short overview on the “state-of-the-art” for best practice methods and to promote a knowledge exchange on the characterization and quantification of shallow landslide processes in the Alpine region. The contents of the document includes the results of the bilateral exchange of information between different specialists in the Alpine region (combining practice, academy and public administration), the discussion of a workshop (4.-5.9.2014, St. Antönien (CH)), and a literature research (e.g., Lochner, 2011).

This review document is organized in four thematic sections that summarizes the information of seven Alpine countries (A: Austria, CH: Switzerland, DE: Germany, F: France, FL: Principality of Liechtenstein, IT: Italy, SL: Slovenia):

- 1) Event analysis
- 2) Mapping and modeling
- 3) Slope instabilities in torrent processes
- 4) Implementation of protection forests in shallow landslide hazard analysis.

Event analysis

Event analyses play an important role in enhancing the knowledge on natural hazards (cause, process understanding etc.) and better understanding the basic principles of risk management and countermeasures (BAFU 2014a). The objective of an event analysis in the Alpine region may considerably change depending on the regional focus, the financing source, and the local administrative organization. The project DOMODIS (Hübl et al., 2002) builds up the basis for the standardized documentation of local experts in the Alpine region in view of the need to implement an organized structure for documentation and archiving of hazards at the regional/national level. In the following text, the current state-of-the-art in the documentation of shallow landslide events is summarized.

Most of the existing landslide databases in the Alpine region focus on large slope instabilities (A: GEORIOS, FR: ONF-RTM, IT: IFFIS). Such databases are usually managed and standardized at the national level. Only over the past 10-15 years have event analysis methods and geo-referenced databases on shallow landslide been set up in some Alpine countries. In A and IT, the event analyses and databases are organized at regional level, whereas in CH the analysis is organized at the regional level (cantons) and the protocols/databases are standardized at the national level (“StorMe” protocol).

In A and CH two main types of protocols for event analysis of shallow landslides exist: a “basis” protocol and an “extended” protocol.

The “basis” protocol is usually set up for the update of a regional or national database with the objective to support the elaboration of scenarios and the estimation of the risk related to specific processes (e.g. “5W-standard protocol” in A, and “StorMe” protocol in CH), in order to make

conclusions for land-use planning, construction constraints and countermeasures (Bäk 2011, 42). In order to fulfill such objectives, those databases need to be completed as much as possible, and maintain a minimal homogeneity and coherence at the national level (Richard 2011, 89). Indeed, the practice is faced with the problem that, due to the lack of time and human resources, not all events can systematically be collected (Huwiler 2014). Moreover, local authorities may apply different types of criteria for the event analysis leading to incompatibilities in the comparison of events at the national/international level (e.g. in A). In some cases, the quantification of parameters in the field may end up being difficult and heterogeneous depending on the competence of the different actors involved (e.g. different professional profiles) (Huwiler 2014). In fact, a systematic quality control of the collected data is usually performed by the regional or national authorities.

The “extended” protocol is used for a more detailed analysis of the processes in view of scientific applications such as the understanding of process mechanisms or the calibration/validation of models (e.g. “Rutschungsdatenbank BFW” in A, case studies WSL in CH). While “basic” protocol is applied extensively by local authorities or private specialists with a mandate, the “extended” protocol is applied to single case studies only (usually for large events). Because the mandate for the analysis of large events may vary in terms of investment and focus, it results that such studies have no uniform formats and apply different procedures depending on the type of assignment. Usually, regional or national administrations (such as BMLFUW) give the mandate to private or public institutions (universities or research institutes) to perform the “extended” event analysis. In order to improve the standardization of such a level of analysis, the FOEN (Federal Office of Environment

in Switzerland) is working on a national platform for the collection and archiving of data in the so-called HM-DB (“Hangmuren-Datenbank”). The HM-DB uses digital templates for the collection of parameters supported by GIS data-models. Similar procedures are already applied by the ABS (Amt für Bevölkerungsschutz) in FL, where the collection of data on landslides are delivered in a digital form based on geo-referenced supports.

In some regions (e.g. South Tyrol), the interest to collect information on shallow landslide events in whole catchment areas is increasing with the aim to better understand the interaction of such phenomena with torrential processes (Mazzorana 2014). The applicability of such extended analyses is supported nowadays by the development of new technologies such as remote sensing analyses (e.g. aerial photos, LiDAR (Bäk 2011, 46f)) that have a strong potential for the future implementation in practical applications. Remote sensing analysis may be applied for multiple purposes: localization of events, automatized quantification of parameters (topography, land use, forest structures, etc.), post-analysis of past events and monitoring of torrential processes. The project HANG (historical analysis of Alpine hazards) in Bavaria (Mayer 2011, 18) shows the potentialities of such techniques in the digitization of historical data on shallow landslides. Such historical datasets allow the extension of the time laps covered by the data, which is a fundamental condition for the definition of realistic return periods and intensities of events. In fact, the definition of the return period for shallow landslide event has turned out challenging, due to the complex interaction of factors (variable and triggering factors), and their spatio-temporal variability. This is one of the reasons why scenarios-based hazard assessments are often supported by numerical models.

Modeling approaches of shallow landslides for the hazard assessment

The hazard assessment is a key step in risk assessment and risk management. To enable a transparent and objective hazard assessment, modeling results can provide an important supporting function beside the standardized field survey methods and analysis of former events. Modeling approaches give the possibilities to test the effects of different scenarios under variable conditions (intensities etc.) with a large number of possible simulations that indicate the potential endangered zones and the occurring probability. Moreover, the application of models in the study of shallow landslides is important for different reasons: 1) Make the evaluation “reproducible”, 2) focus the work on the most important parameters, 3) Have support for the estimation of the spatio-temporal extension of the phenomena 4) get physical values for the dimensioning of technical/biological measures.

While the modeling tools for practical application for rockfall and avalanche processes are well established, the modeling of shallow landslides is rarely applied in the practice due to the complexity of the multi-factorial interactions of processes. In many countries the hazard mapping of shallow landslides is often not performed at all, or is performed with a much lower accuracy and precision compared to other hazard processes (Mazzorana 2014). In few cases, the probability of shallow landslides and relative run out intensity is estimated qualitatively (e.g. intensity maps in CH). Although the standardized field analysis methods has been applied in CH (e.g. AGN 2004: in CH), hazards maps still present a high heterogeneity of quality. At the moment, the best practice methods for the hazard assessment apply numerical models such as SLIDISP (Liener 2000)

(or analogues) to assess the probability of shallow landslide triggering, and models such as SlideSim (Geo7 2003) (or analogues) for the estimation of the run out distances of the debris material. The application of different types of models leads to considerable differences in results in terms of quality/precision and type of output parameters. For this reason, the Federal Office of Environment (FOEN) in Switzerland is working on a document to set the overall modeling procedure, the criteria for choosing the appropriated modeling approaches and defining the types of input / output parameters needed for hazard assessment (BAFU 2015).

Nowadays, many modeling tools for shallow landslides exist. We may distinguish three main types:

1. Field supporting tools. They can be applied directly during field survey and give rough results with low efforts (e.g. SlideforNET (Schwarz and Dorren 2014))
2. Models, which require less than a day for calculations besides one or two days field survey, and which are often used in practice (e.g. SLIPDISP (Liener 2000))
3. Models, which require more than one day for calculations and are often used for scientific research (e.g. SOSlope (Schwarz et al. 2013))

The types of modeling approaches may also be classified as “physically based” (process understanding) or “statistically based” (statistic based on event analysis). The trend in the practice is to go for physically based models in order to obtain more knowledge on the intensity of processes and to allow the extrapolation of results to different types of scenarios (Mazzorana 2014). However, the statistical component has also experienced increased interest as the basis for

the implementation of stochastic approaches in physically based models (e.g. SOSlope (Schwarz et al. 2013)).

The improvement of friendly user interfaces of such models and the enhancement of scientifically based approaches are the key elements for a wider application of such modeling tools in the practice.

Ongoing research has the aim to improve the performance of numerical models increasing the quality of the outputs (e.g. intensity), or/and implementing systematically the effects of vegetation (e.g. REVENUES (Graf et al. 2014), SlideforNET (Schwarz and Dorren 2014), SOSlope (Schwarz and Cohen 2013)). The applicability of such models may be faced with the problem of the heterogeneous quality of input parameters depending on the regions they come from. For instance, the accuracy of fundamental input data such as high resolution digital elevation models, as well as geological data may considerably change across the Alpine region thus delaying possible processes of standardization at the national and international level (Hagen 2014).

Consideration of slope instabilities in the evaluation of torrent processes

Shallow landslides, respectively slope instabilities, are strongly linked to precipitation and therefore to hydrological and torrent processes. Some experts promote the consideration of these processes in a larger context: Not only the single landslide event on a slope, but also the processes at the whole catchment scale have to be considered as a unique system, because some interactions could have a strong influence on the risk management, respectively on the planning of countermeasures and land-use.

Current danger maps often do not consider secondary induced natural hazard processes with reference to past processes (Mazzorana 2014). Because of the complex interactions and the cross-linked processes, it is important to consider the whole process chain at a higher level. This requires the consideration of cascade processes, and thus the mutual influence of switched systems.

In most countries of the Alpine region, shallow slope instabilities, sediment transport, debris flows and wood debris are considered and implemented in the danger evaluation of torrent processes during field survey in a qualitative way (Wohlwend 2014; Hagen 2014). Only in special cases numerical modeling (e.g. Flow2D (ebd.)) or analysis of digital elevation models (hillshade) considering different type of scenarios are applied. In CH, the volume of potentially mobilized sediments is in some cases estimated with standardized protocols such as SEDEX (Frick et al. 2008). The Department of Hydraulic Engineering of the south Tirol (IT) currently uses the ED30 forms (event documentation 30) for landslides interacting with torrential processes. In special cases, sediment connectivity models are used to support the construction of scenarios.

In the analysis of shallow landslides and their interaction with torrent processes, the effects of vegetation play an important role but are usually only partially and qualitatively considered in practice. In FL, the effects of forest are considered in function of the position relative to the torrent, but on a qualitative base (negative-> wood debris, positive-> slope stability) (Wohlwend 2014). In CH, the possible effects of wood debris is usually considered according to the qualitative methods (e.g. VAW), but further efforts are needed to improve this aspect of the danger mapping at the catchment scale.

Protection forests

Within the defense strategy of sustainable risk management, protection forests, as a biological protective measure, play an important role beside other preventive measures such as land-use planning and technical constructions. Forests, as large-scaled elements within the landscape, have the advantage to simultaneously fulfill protection functions against different natural hazards within the same area (Losey and Wehrli 2013, 26f). In opportune situations the costs to sustain protection forests are very low compared to similar technical countermeasures.

Depending on the individual national legislation, the definition and importance of protection forests against natural hazards vary in the different Alpine countries. One possible definition of protection forests is: „protection forests are those forests able to protect damage potential against a present natural hazards or reduce their related risks“ (Losey and Wehrli 2013, 5). In some countries (A, FL) the definition is more specified and distinguish between site (indirect protection forests) and object protection (direct protection forest) (e.g. A: Forstgesetz 1975, FL: Nigsch 2009, 7f). According to the forest law of Austria (Forstgesetz 1975, StF: BGBl. Nr. 440/1975; NR: GP XIII RV 1266 AB 1677 S. 150. BR: 1392 AB 1425 S. 344.) the definitions are as follows:

Site protection forests are forests growing on sites, which are endangered by erosive strengths (wind, water or gravitation) and which require a special treatment for the protection of soil and the vegetation as well as the assurance of the reforestation.

Object protection forests are forests, which protect damage potential against natural

hazards or damaging environmental influences and which require a special treatment for reaching and assure their protection function.

In South Tyrol (IT) there is no comparable definition for protection forests like the central European forest-law (Mazzorana 2014), because this definition also includes forests, which have a protection function for nature and/or rare species that are important for cleaning air and water (Art. 10 „Durchführungsverordnung zum Forstgesetz“(Dekret des Landeshauptamts vom 31.07.2001, Nr. 29).

The effects of forests on the frequency-magnitude distribution of shallow landslides have been recognized as an important factor in practice as well as at the scientific community (Rickli et al., 2005; Schwarz et al, 2010). However, this factor is rarely considered in event analysis, hazard assessment and in the interaction with torrential processes. Moreover, no standardized methods for the quantification of protection forests functions are used nowadays in the analysis of shallow landslides. In CH, the Federal Office for the Environment FOEN has adopted a GIS-based approach to identify forests with a protection function at the national level (Losey and Wehrli 2013). At the regional level, protection forests are in some cases even subdivided in categories with varying importance relating to the damage potential (Wilhelm et al. 2011, 93f). In other countries, protection forests are defined by experts (e.g. FL: Wohlwend 2014), or in the course of the forest development planning (DE: StMELF). In Germany, it's possible to determine protection forest without inspection on site through blending evidence maps of different public authorities inside a GIS platform (information about site potential and the planning of the treatment of protection forests); the result is an evidence map for protection forest (DE: LWF 2009).

There is no consistent regulation in the

Alpine region to consider the effect of protection forests in the compilation of danger maps. However, in some regions, there is a tendency to consider the effect of protection forest in danger maps thanks to the application of numerical models that explicitly consider the effect of vegetation. This is the case for rockfall, but not for shallow landslides due to missing practically oriented numerical models. An important issue related to the consideration of forest protection effects is the fact that forests are dynamic systems (Vacchiano 2014) and need to be quantified over a relative large time scale. In this case, the definition of “minimal” and “optimal” forest profiles is a step forward in the long term consideration/quantification of forest protection functions. In analogy to technical measures, the temporal dynamics of the protection effects of forest has to be regularly monitored and managed (Schwarz et al 2014). Within this aim, the FOEN (CH) started the „PROTECT-BIO” project with the main objective to systematically quantify the protection effect of forests and implement it in the analyses of risks (Losey and Wehrli 2013, 6). In the future development of tools that support such types of applications, a detailed consideration of forest parameters (e.g., tree species composition, forest structure, and tree dimensions) is important in order to improve protection forest management, as well as the defense strategy against natural hazard processes.

Guidelines for the management of protection forests exist in almost all Alpine countries (e.g. CH/FL: „Nachhaltigkeit im Schutzwald“ (NaiS (Frehner et al. 2005)); F: „Guide des Sylvicultures de Montagne. Alpes du Nord françaises / Alpes du Sud françaises (CRPF, ONF, 2006; Ladier et al. 2012); IT: “Selvicoltura nelle foreste di protezione” (Berretti et al. 2006)). These enable the pragmatic assessment of protection forests and their adequate treatment, as well as a

successful evaluation (BAFU 2014b; Perzl 2008, 16) corresponding to the endangerment and the damage potential (DE: LWF 2009). In addition to the general guidelines for the management of protection forests, there are ones in development that consider the matter of vegetation in torrent-processes (e.g. in the canton of Luzern (CH) „Nachhaltiger Schutzwald entlang von Fließgewässern“ (Nasef; LAWA 2011)).

Summary and final remarks

Within the last years, the management of natural hazards has changed from pure defense of natural hazards to an interdisciplinary approach in integral risk management: from preparedness (prevention and emergency provisions) via response (preparation for intervention and recondition) to recovery (event analysis and reconstruction) (PLANAT). Natural hazard experts or representatives of the responsible authorities should not only improve communication on their topics that would lead to enhanced knowledge on the topic, but also strengthen collaboration in order to improve the assessment of natural hazard processes. Knowledge exchange could lead to synergies and win-win situations within the particular countries between the different sub-units and on an international level. Standardization of the procedures of natural hazard assessment at different levels is in fact a continuous developing process resulting from the compromise between new scientific knowledge and resources for the practical application thereof. Within this continuous development process, communication and inter-disciplinary collaborations as well as exchange of information and data may optimize the efforts for quality improvement. The main challenge in pursuing this objective is to focus on the resources on common strategies and frameworks.

In the presented review we described the state-of-the-art of four major topics related to the assessment of shallow landslide hazards in the Alpine countries. We pointed out the efforts that have been made in the past decades to set up databases on event analyses in different levels of detail, and how this information has yet to be implemented in the hazard assessment. We identified major improvement potential in the detailed description of events (e.g., more information about vegetation cover) and in the application of remote sensing analyses. We showed that there is wide heterogeneity regarding the state-of-the-art of shallow landslide hazard analyses and mapping across the Alpine regions. In some countries, shallow landslides hazard analyses are supported by detailed thematic information (geology maps, soil maps, digital elevation models, etc.) and results of numerical models (e.g., some hazards maps in CH), whereas in other countries shallow landslides are not even considered in hazard mapping. In a wider context, there is the general agreement that shallow landslides are also important processes for hazard analyses at catchment scale, in relation to debris flows or flood hazards. Therefore, a better quantification of the interaction between shallow landslides and torrential processes should be strived for in future. In particular, the lack of quantitative tools for the assessment of such processes at practical level needs to be improved, possibly by the further adaptation/development of existing research results (Mezzorana 2014). Finally, we discussed that although the protection effect of forests against shallow landslides is recognized in all Alpine countries (from a cultural and legislative point of view), the lack of quantitative methods is causing difficulties in the consideration of the effect in hazard/risk analyses. For this issue, further research is needed in order to provide more solid knowledge for practical application.

Authors' addresses / Anschrift der Verfasser

Massimiliano Schwarz / Joos Mattli / Luuk Dorren
 Berner Fachhochschule
 Hochschule für Agrar-, Forst- und
 Lebensmittelwissenschaften HAFL
 Länggasse 85
 CH-3052 Zollikofen
 massimiliano.schwarz@bfh.ch

Gabi Hunziker
 Hunziker Gefahrenmanagement
 Gärteli 19
 CH-3210 Kerzers
 gabi.hunziker@bluewin.ch

Bernard Loup
 Bundesamt für Umwelt BAFU
 Abt. Gefahrenprävention
 CH-3003 Bern
 bernard.loup@bafu.admin.ch

Karl Hagen
 Forstliche Bundesversuchsanstalt
 Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
 Hauptstraße 7
 AT - 1140 Wien
 karl.hagen@fbva.bmlf.gv.at

Bruno Mazzorana
 Abteilung Wasserschutzbauten – Autonomous
 Province of Bolzano, Italy
 Cesare Battisti Str. 23
 IT - 39100 Bozen
 bruno.mazzorana@provinz.bz.it

Andreas Huwiler
 Amt für Wald und Naturgefahren canton of Grisons
 Loëstrasse 14
 CH - 7000 Chur
 andreas.huwiler@awn.gr.ch

Christian. Rickli / Peter Bebi
 Swiss Federal Institute for Forest, Snow and
 Landscape Research WSL/SLF,
 Zürcherstrasse 111
 CH-8903 Birmensdorf
 christian.rickli@wsl.ch
 bebi@slf.ch

Stephan Wohlwend
 Amt für Bevölkerungsschutz ABS
 Zollstrasse 45
 FL - 9490 Vaduz
 Stephan.Wohlwend@llv.li

Giorgio Vacchiano
 University of Turin
 Largo Braccini 2
 IT - 10095 Grugliasco (TO)
 giorgio.vacchiano@unito.it

References / Literatur:

AGN (2004):
 Gefahreinstufung Rutschungen i.w.S. – Entwurf -. Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (AGN), Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie (SFIG), im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Abgerufen am 28.08.2014, http://www.sfig-gsge.ch/Arbeitsgruppen/Publication_AGN_Gefahreinstufung_Rutschungen_i.w.S

BAFU (2014a):
 Ereignisanalyse. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern (CH). 30.01.2014, abgerufen am 18.09.2014, <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01921/?lang=de>

BAFU (2014b).
 Nachhaltigkeit im Schutzwald (NaiS). Bundesamt für Umwelt (BAFU). Abgerufen am 29.09.2014, <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01963/index.html?lang=de>

BAFU (2015):
 Schutz vor Massenbewegungsgefahren – Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Reihe Umwelt-Vollzug (in Press).

BÄK R (2011):
 Contributor to LOCHNER B (2011): „Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps - Final Report“. alpS – Centre for Natural Hazard and Risk Management, Innsbruck, Austria. Abgerufen am 10.09.2014, http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/doc/finalreport_adaptalp.pdf

BERETTI R, CAFFO L, CAMERANO P, DE FERRARI F, DOMAINE A, DOTTA A, GOTTERO F, HAUEMANN J-C, LETEY C, MELONI F, MOTTA R, TERZUOLO Pg. (2014):
 Selvicoltura nelle foreste di protezione: Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e Valle d'Aosta. Compagnia delle Foreste, Arezzo, 224 P.

CRPF, ONF, (2014):
 Guide des Sylvicultures de Montagne. Alpes du Nord françaises. Cemagref de Grenoble, Centre Régional de la Propriété Forestière Rhône-Alpes (CRPF), Office National de Forêts (ONF). Abgerufen am 26.08.2014, <http://www.interreg-alcotra.org/public/projects-docs/66/Guide%20des%20sylv%20de%20montagne%20-%20FR.pdf>

FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R, (2014):
 Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS). Bundesamt für Umwelt (BAFU); ehemals Bundesamt für Wald und Landschaft (BUWAL). Bern, 30 P.

FRICK E, HILLER R, KIENHOLZ H, ROMANG H, (2014):
 SEDEX (SEdiments and EXperts) Eine praxistaugliche Methodik zur Beurteilung der Feststofflieferung in Wildbächen. Geographisches Institut der Universität Bern.

geo7 (2014):
 Modellierung und Simulation. Geowissenschaftliches Büro (geo7), Bern. Abgerufen am 24.09.2014, http://www.geo7.ch/de/naturgefahren/analysen_und_modelle/modellierung_und_simulation.html

GRAF F, GERBER W, RICKLI Chr, (2014):
 REVENUES – Bodenmechanische Modellierung von Vegetationswirkungen. WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF), Davos. Abgerufen am 01.10.2014, http://www.slf.ch/ueber/organisation/oekologie/gebirgsoekosysteme/projekte/REVENUES/index_DE

GWP (undated):
 Was kostet Schutzwald und wer bezahlt? Fachstelle für Gebirgswaldpflege (GWP), abgerufen am 01.10.2014, <http://www.schutzwald-schweiz.ch/de/was-kostet-schutzwald.html>

HAGEN K, (2014):
 Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). Schriftliche Mitteilung durch die Beantwortung des Fragebogens für den START_it_up-Workshop „On shallow landslides“

HÜBL J, KIENHOLZ H, LOIPERSBERGER A, (2006):
 DOMODIS – Documentation of Mountain Disasters State of Discussion in the European Mountain Areas, http://www.empresasrurales.info/biblioteca/recursossharewebResource_en_1446.pdf

LADIER J, Rey F, DREYFUS P, (2012):
 Guide des Sylvicultures de Montagne. Alpes du Sud françaises. Office National de Forêts (ONF), 306 S. Abgerufen am 27.08.2014, <http://www.onf.fr/outils/breves/20121106-143850-129637/+files+/+1>

LAWA (2000):
 Nachhaltiger Schutzwald entlang von Fließgewässern (Nasef). Kantonales Amt für Landwirtschaft und Wald Luzern (LAWA), Sursee. Abgerufen am 28.08.2014, http://www.lawa.lu.ch/index/wald/pflege_von_schutzwaldern/nasef.htm

LIENER S, (2000):
 Zur Feststofflieferung in Wildbächen. Dissertation, Geographica Bernensia G64, Verlag des Geogr. Inst. Univ. Bern.

LOCHNER B, (2011):
 Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps - Final Report. alpS – Centre for Natural Hazard and Risk Management, Innsbruck, Austria. Abgerufen am 10.09.2014, http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/doc/finalreport_adaptalp.pdf

LOSEY S, WEHRLI A, (2013):
 Schutzwald in der Schweiz - Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. Bundesamt für Umwelt BAFU (Abteilung Gefahrenprävention), Bern, 29 S, abgerufen am 28.08.2014, <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01964/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6l0NTU042lZ6l n1acy4Zn4Z2qZpnO2YUqZ26gpJCHdHt5gmym162epYbq2cJJkbnKsN6A-->

LOUP B, (2014):
 Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ittigen. Schriftliche Mitteilung durch die Beantwortung des Fragebogens für den START_it_up-Workshop „On shallow landslides“

LWF (2009):
 Integrale Schutzwaldplanung. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), LWF aktuell, 71, 29-31. Abgerufen im August 2014, <http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau/dateien/a71-integrale-schutzwaldplanung.pdf>

MAYER K, 2011.
 Contributor to LOCHNER B (2011): „Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps - Final Report“. alpS – Centre for Natural Hazard and Risk Management, Innsbruck, Austria. Abgerufen am 10.09.2014, http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/doc/finalreport_adaptalp.pdf

MAZZORANA B, (2014):
 Abteilung 30 Wasserschutzbauten – Autonome Provinz Bozen – Südtirol (Italia). Schriftliche Mitteilung durch die Beantwortung des Fragebogens für den START_it_up-Workshop „On shallow landslides“

NIGSCH N, (2009):
 Der Schutzwald in Liechtenstein. Amt für Wald, Natur und Landschaft des Fürstentums Liechtenstein (AWNL), Vaduz, 56 S. Abgerufen am 22.08.2014, http://www.llv.li/files/au/schutzwald_brosch.pdf

PERZL F, (2008):
 Der ISDW-Dokumentationsstandard für die Erfassung der Schutzwirkungen des Waldes. Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Innsbruck (A), BFW-Praxisinformation 15, 16 - 18.

PLANAT (undated):
 The cycle of integrated risk management. National Platform for Natural Hazards (PLANAT). Abgerufen am 19.09.2014, <http://www.planat.ch/en/specialists/risk-management/>

RAETZO H, 2011. Contributor to LOCHNER B (2011):
 „Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps - Final Report“. alpS – Centre for Natural Hazard and Risk Management, Innsbruck, Austria. Abgerufen am 10.09.2014, http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/doc/finalreport_adaptalp.pdf

RICHARD D, 2011. Contributor to LOCHNER B (2011):
 „Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps - Final Report“. alpS – Centre for Natural Hazard and Risk Management, Innsbruck, Austria. Abgerufen am 10.09.2014, http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/doc/finalreport_adaptalp.pdf

SCHWARZ M, DORREN L K A, (2014):
 SlideforNET. Internetbasiertes Tool zur Rutschungsmodellierung. EcorisQ, Genf. 18.02.2014, abgerufen am 06.07.2014, <http://www.ecorisq.org/slidefor-net-en>

SCHWARZ M, DORREN L, THORMANN J-J, (2014):
 Die Rolle des Waldes in der Vorbeugung von Naturgefahren: Schutzwirkung-Risikobeurteilung-Raumplanung. in: Workshop, „Gefahrenhinweiskarten für gravitative Naturgefahren: Anwendbarkeit bei raumbezogenen Planungen“ am 12. Juni 2014

SCHWARZ M, COHEN D, (2013):
 SOSlope3D – a new numerical model for the analysis of shallow landslides on vegetated slopes. EcorisQ, Geneva. Abgerufen am 01.10.2014, <http://www.ecorisq.org/docs/SchwarzGA2013.pdf>

SCHWARZ M, PRETI F, GIADROSSICH F, LEHMANN P, Or D, (2010):
 Quantifying the role of vegetation in slope stability: the Vinchiana case study (Tuscany, Italy). Ecological Engineering, 36(3), 285-291, doi:10.1016/j.ecoleng.2009.06.014.

SIMELF (ohne Datum):
 Schutzfunktion des Waldes. Bayerische Forstverwaltung, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (SIMELF). Abgerufen im August 2014, <http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldfunktionen/schutzwald/>

WILHELM Chr, KALBERER M, MEIER A, (2011):
 Neuer Schutzwald Graubünden 2012. Bündner Wald 1/2011, 88-95. Abgerufen am 30.09.2014, http://www.tur.ch/graphics/pdf/Aktuell/buwa1101_088-095.pdf

WOHLWEND S, (2014):
 Amt für Bevölkerungsschutz des Fürstentums Liechtenstein (ABS). Schriftliche Mitteilung durch die Beantwortung des Fragebogens für den START_it_up-Workshop „On shallow landslides“

SUSANNE MEHLHORN, FLORIAN RUDOLF-MIKLAU

START_it_up Risk Technology Database and Network – Gateway to Standards in Natural Hazard Engineering

One of the core products for capitalization within START_it_up was the launching of a knowledge platform and database for the provision of standards and documents regarding specific fields of natural hazard engineering and risk management. The concept of the database is either to provide and promote the results of START_it_up but also to collect available and approved good practice methods (provided by partners on a voluntary basis), standards and norms and make this information accessible. To have a quick overview for users about the status and applicability of these documents, all of them have to go through a system of classification and evaluation carried out by an expert panel. This expert panel reviews the uploaded documents according to certain criteria like the scope of application, bindingsness and target groups. The documents itself or the referring links will be published clustered in thematic fields on the publicly accessible part of the database.

It is important to notice that Start_it_up can only motivate partners to participate in this knowledge transfer, as intellectual property (copy rights) and liability for correct and safe application of methods have to be respected. On the other hand most of the innovations were financed by public funds and should therefore be public interest.

With the Natural Risk Technology Database START_it_up on the one hand gives institutions, researchers and experts the platform to present their good practice methods, norms and standards (on their own interest) and have them evaluated, and provides on the other hand a tool for practitioners and decision makers to easily find available documents and methods in the certain disciplines together with information about status and applicability.

To ensure the maintenance and its correctness the database was established within the framework of the INTERPRAEVENT website and is online with a constantly growing user community since April 2014.

Link to database: http://www.interpraevent.at/start_it_up/ (registration required)

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Geogr. Susanne Mehlhorn
Dr. Florian Rudolf-Miklau
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung III 5 – Wildbach- und Lawinenverbauung
Marxergasse 2, 1030 Wien
Email: susanne.mehlhorn@die-wildbach.at



Fig. 1: Homepage of START_it_up Risk Technology Platform and Database (© Interpraevent)

Abb. 1: Startseite der START_it_up Risk Technology Platform und Datenbank (© Interpraevent)

FLORIAN RUDOLF-MIKLAU, SUSANNE MEHLHORN, JOHANNES HÜBL

Fachtagung "Stand der Technik im Naturgefahren-Ingenieurwesen"

Ende April 2014 wurde der Grundstein des internationalen Austauschs im Naturgefahren-Ingenieurwesen gelegt. Rund 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer besuchten von 23. – 25.4.2014 die dreitägige Fachtagung „Stand der Technik“ im Naturgefahren-Ingenieurwesen an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU). Die vom Ministerium für ein lebenswertes Österreich (BMLFUW), der BOKU und der Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent veranstaltete Tagung fand im Rahmen des ETZ-Projekts „START_it_up“ statt. Die Tagung bot der interessierten Fachöffentlichkeit einen breiten Überblick über den „Stand der Technik“ in ausgewählten Bereichen des Naturgefahren-Ingenieurwesens und machte die Potenziale für einen internationalen Vereinheitlichungsprozess in diesem Gebiet deutlich. Diese stellten eine wichtige Arbeitsgrundlage für das ETZ-Projekt dar.

Im regen Austausch wurden der Stand der Technik in der Gefahren- und Risikoanalyse, Planungsstandards für Retentionsdämme und Geschiebesperren, Technologien des Lawinenschutzes, der State-of-the-Art baulichen und temporären Gebäudeschutzes sowie von Steinschlagschutzbauwerken diskutiert. Länderübergreifende, einheitliche Standards für den Schutz vor Naturgefahren Naturkatastrophen im Alpenraum fordern jedes Jahr Menschenleben und verursachen hohe wirtschaftliche Schäden. Durch die in den Alpenländern in Gang gesetzten Standardisierungs- und Normungsprozesse konnte ein „Stand der Technik“ entwickelt werden, der basierend auf der europäischen Normung (EUROCODE) den Beson-

derheiten der Planung, Konstruktion, Bemessung und des Betriebes von Schutzanlagen gerecht wird. Allgemein anerkannte Regeln der Technik im Naturgefahren-Management können länderübergreifend einheitliche Qualitätsstandards und so nachhaltige Sicherheit gewährleisten.

Die Tagung war ein voller Erfolg und zeigte eindrucksvoll den hohen Bedarf an fachlichem Austausch zwischen Ingenieuren und angewandter Forschung. Der Wunsch nach einer Neuauflage dieser Tagung wurde vielfach geäußert.

Die Dokumentation der Tagung kann unter folgendem Link bezogen werden:
http://www.startit-up.eu/images/Products/5_StandderTechnikimNaturgefahreningenieurwesen.pdf

Anschrift des Verfassers

Dr. Florian Rudolf-Miklau
Dipl.-Geogr. Susanne Mehlhorn
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung III 5 – Wildbach- und Lawinenverbauung
Marxergasse 2, 1030 Wien
Email: florian.rudolf-miklau@die-wildbach.at

Univ.-Prof. Dr. Johannes Hübl
Universität für Bodenkultur
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Peter Jordan-Straße 82.
A-1190 Wien



Abb. 1: Vortragende in der Tagung „Stand der Technik“.



Fig. 1: Presenters at the conference "State_of_the_Art".

ANDREAS SCHINDLMAYR, TATJANA ENZINGER, BRUNO HAUNSCHMID,
ROBERT HOLZER, DITMAR KREYSLER, OLIVER MONTAG, GERHARD POSCHER & THOMAS STADLMANN

Konzept zur Erstellung einer nationalen Gefahrenhinweiskarte „Rutschungen“ für Österreich

In Österreich gibt es seit einigen Jahren vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) verstärkt Bestrebungen, Informationen zu geogenen Naturgefahren in Form von flächendeckenden Gefahrenzonenkarten oder Gefahrenhinweiskarten darzustellen. Zum Gefahrenthema „Rutschungen“ wird mit gegenständlichem Beitrag ein Kartenkonzept aufgezeigt, welches für Gesamtösterreich mit der derzeit verfügbaren Datenbasis sehr gut realisierbar ist, und das seit 2008 in ausgewählten Modellregionen in Niederösterreich und in der Steiermark getestet werden konnte (Studien beauftragt vom Land NÖ und vom BMLFUW).

Methodik und Zielsetzung einer nationalen Gefahrenhinweiskarte „Rutschungen“

Das Konzept zur Erstellung einer nationalen, flächendeckenden Gefahrenhinweiskarte für Rutschungen basiert auf einer ingenieurgeologischen Klassifikation des Gesteinsuntergrundes auf Grundlage der Geologischen Karte von Österreich 1:200.000. Das Kartengebiet im Darstellungsmaßstab 1:200.000 wird in drei Gefahrenhinweiszonen mit unterschiedlichem Rutschungs- bzw. Hangbewegungspotential untergliedert (Abb. 1), wodurch eine einfache Lesbarkeit und Anwendbarkeit der Karte auch für geologisch nicht versierte Nutzer gegeben ist. Die Karte informiert den Nutzer, ob der Untergrund im Betrachtungsgebiet zu Rutschungen neigt oder nicht. Weiters zeigt die Karte aufgrund der Kombination mit einem Ereigniskataster, ob im Betrachtungsgebiet Hangbewegungsereignisse bereits dokumentiert sind (rote Punkte in Abb. 1). Die Karte liefert jedoch aus maßstäblichen und bearbeitungstechnischen Gründen keine Abgrenzung von Rutschungen und auch keine Baugrundbewertung hinsichtlich des Risikos für Rutschungen.

Testgebiete und Ergebnisse

In geologisch unterschiedlichen Testgebieten in Niederösterreich und in der Steiermark sowie für die Gesamtsteiermark konnte gezeigt werden, dass das Kartenkonzept mit der bestehenden Datenbasis rasch und kostengünstig umgesetzt werden kann. In Bezug auf die Ergebnisse zeigen die Testgebiete eine sehr gute Korrelation zwischen den ausgewiesenen Gefahrenhinweiszonen und den tatsächlich dokumentierten Rutschungen (Abb. 1).

Dass ein solches Kartenkonzept auf nationaler Ebene umgesetzt und genutzt werden kann, zeigt das Beispiel von Großbritannien, wo mit einer ganz ähnlichen Methode eine nationale Gefahrenhinweiskarte für Rutschungen erstellt wurde (Foster et al., 2011, Zeitschr. f. Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, Heft Nr. 166).

Anschrift der Verfasser:

Mag. Dr. Andreas Schindlmayr
Geo 2 e.U. – Büro für Baugéologie und Geowissenschaften
Unterpilsbach 35, 4840 PILSBACH
schindlmayr@tele2.at

Dipl. Geogr. B.Sc. Geol. Tatjana Enzinger
Dötzenweg 1 - D-83457 BAYERISCH GMAIN
tadjennsen@googlemail.com

Mag. Dr. Bruno Haunschmid
Ingenieurbüro für technische Geologie
Lehenhofweg 1, A-5300 HALLWANG
bruno.haunschmid@aon.at

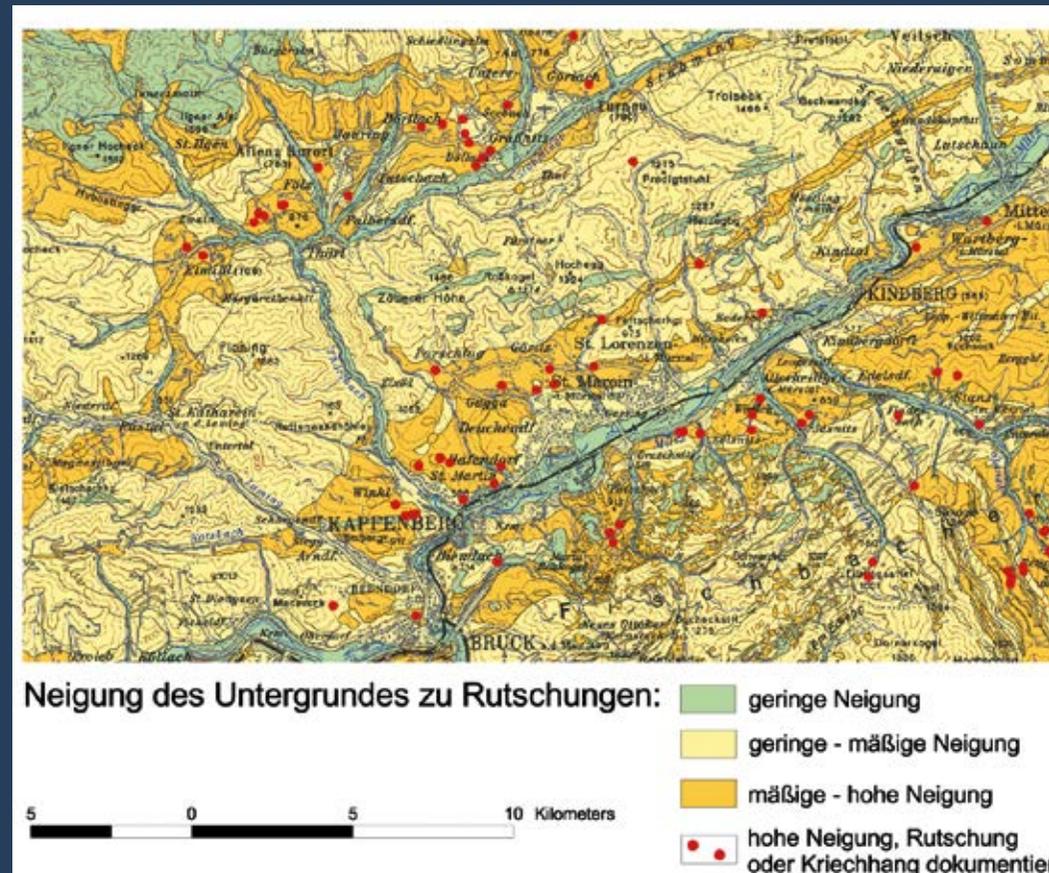


Abb. 1: Ausschnitt aus der Gefahrenhinweiskarte für Rutschungen für das Bundesland Steiermark; Legende nur als Auszug; (Schindlmayr 2014: Gefahrenhinweiskarte „Rutschungen“ für das Testgebiet Steiermark. – unveröff. Bericht Juli 2014.)

Dipl.-Ing. Ditmar Kreysler, Mag. Robert Holzer
GEOCONSULT Wien ZT GmbH
Hütteldorfer Straße 85, 1150 WIEN
ditmar.kreysler@vienna.geoconsult.at
robert.holzer@vienna.geoconsult.at

Mag. Oliver Montag
OM Ziviltechnik Geologie, Ingenieurkonsulent für Geologie
Dambach 2/1, A-4501 NEUHOFEN an der Krems
omontag@geologie.at

Mag. Dr. Ing. Gerhard Poscher
geo.zt gmbh
Saline 17, A-6060 HALL in Tirol
gerhard.poscher@geo-zt.at

Mag. Thomas Stadlmann
Forstinger+Stadlmann ZT GmbH
Achenpromenade 14, A-5081-ANIF
stadlmann.zt.geologie@aon.at

THOMAS HLATKY

NatKat-Versicherungsmodell für Österreich

Die Versicherungswirtschaft hat seit der Hochwasserkatastrophe 2002 Aktivitäten zur Implementierung einer „NatKat-Versicherungslösung“ gesetzt. Um Grundlagen für die Versicherbarkeit zu schaffen, wurde gemeinsam mit dem Lebensministerium die HORA-Plattform für die Naturgefahren Erdbeben, Sturm, Blitz, Hagel und Schneelast entwickelt. Erweiterungen (Starkregen und Hangrutschung) sind in Umsetzung. Zeitgleich wurde mit dem BMF und dem BMJ ein Versicherungsmodell zur Erarbeitung eines Risiko- und Lastenausgleichs unter Entlastung des Naturkatastrophenfonds entwickelt.

Ein wesentliches Kernelement der Versicherungslösung ist die obligatorische Deckungserweiterung der Feuerversicherung. Dies erfordert zumindest eine Änderung des gesetzlichen Rahmens (z.B. des Versicherungsvertragsgesetzes VersVG). Das Modell berücksichtigt unterschiedliche Lösungsansätze (auch aus anderen europäischen Beispielen). Eine Studie der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH Auftrags des BMF bestätigt das vorgeschlagene Modell einer verbindlichen Versicherung gegen Naturkatastrophen mit zonenabhängigen Prämien und risikoadäquaten Selbstbehalten zur Schaffung von Präventionsanreizen. Weiterführende Studien zur „NatKat-Thematik“ wurden unterstützt (z.B. WIFO – „Versicherungen als effizientes Mittel zur Risikotragung von Naturgefahren“ // Institut für Umweltrecht der Uni Linz – „Vorsorge, Abwehr, Haftung und Versicherung bei

Naturkatastrophen“ // Publikation von Mag. Dr. Sebastian Prisching – „Schadenbewältigung nach Naturkatastrophen“). Mit Vertretern der Politik (z.B. 2006 mit Herrn Bundeskanzler Dr. Wolfgang Schüssel, 2007 mit Herrn VK BM Mag. Wilhelm Molterer, 2007 mit Herrn Staatssekretär Dr. Christoph Matznetter, 2010 mit Herrn VK BM Dipl.-Ing. Josef Pröll) und zahlreichen Stakeholdern (WKO, AK, Gemeindebund, Rechnungshof, Volksanwaltschaft,...) führt die Versicherungswirtschaft Gespräche zur Umsetzung einer Versicherungslösung. Dass eine Lösung mehr denn je von Nöten ist, zeigen jüngste Ereignisse (z.B. Donauhochwasser 2013). Das NatKat-Versicherungsmodell wurde in die „Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ aufgenommen und im Oktober 2012 vom Ministerrat verabschiedet. Die Politik ist an der NatKat-Thematik grundsätzlich sehr interessiert und signalisiert Zustimmung zum Versicherungsmodell, wobei aber keine konkreten Anzeichen einer Umsetzung erkennbar sind. Aktuell wird vom BMJ eine Machbarkeitsstudie für die Umsetzung einer Versicherungslösung erstellt.

Anschrift des Verfassers

Dr. Thomas Hlatky
Grazer Wechselseitige Versicherung
Herrengasse 18-20
8010 Graz
Email: thomas.hlatky@grawe.at



KONRAD
STADELMANN
BAU GMBH & CO KG

Mähmoos 174 • A-6952 Sibratsgfall
T. +43 (0) 55 13 / 68 39 • F. +43 (0) 55 13 / 68 39-4

JULIA BRAUN, JOHANNES HÜBL

Gebäudeschutzausweis: Grundlagen und Umsetzungsvorschlag

Die Ereignisdokumentationen vergangener Naturkatastrophen zeigen auf, dass zahlreiche Gebäudeschäden durch einfache bauliche Maßnahmen am Gebäude zu verhindern gewesen wären. Dies erfordert vor allem in den Raumplanungsverfahren und technischen Normierungen Handlungsbedarf. Denn dem Liegenschaftseigentümer ist bei Erwerb/Widmung oder Beginn des Bauverfahrens die Gefährdung seiner Parzelle oft noch unbekannt. Bei der Planung und Bemessung von Gebäuden werden zwar normierte Einwirkungen (Erdbeben, Wind, Schneedruck) berücksichtigt, andere relevante Naturgefahren (bspw. Hochwasser oder Lawine) finden hingegen kaum Beachtung. Dies ist in dem Defizit begründet, dass Auflagen

seitens der Baubehörde erst bei der Baubewilligung vorgeschrieben werden, wenn der Einreichplan aber bereits vorliegt. Ein weiterer Mangel stellt die oft fehlende Kontrolle der Umsetzung bescheidmäßiger Auflagen dar. Abhilfe kann ein zertifizierter Gebäudenachweis betreffend Naturgefahren schaffen, der etwa in Frankreich (ERNMT) und Deutschland (Hochwasserpas) bereits umgesetzt wurde. Mit dem Konzept des österreichischen Pendant, dem sogenannten Gebäudeschutzausweis, beschäftigte sich eine Masterarbeit am Institut für Alpine Naturgefahren an der Universität für Bodenkultur. Analog zum Energieausweis stellt der Gebäudeschutzausweis einen Nachweis bezüglich der Gefährdung einer Parzelle

durch Naturereignisse dar. Tabelle 1 veranschaulicht diese Beurteilung, wobei für jede potentielle Naturgefahr die Einwirkungen klassenmäßig (XS-XL) erhoben werden. Grundlage dafür sind Gefahrenkarten, wie Erdbebenkarten oder Gefahrenzonenpläne. Anzudenken ist, diese Beurteilung schon bei der Bauplatzerklärung verpflichtend vorzuweisen, damit die Gefährdungssituation rechtzeitig beachtet wird.

Zukünftige Aufgabe ist es, die Liegenschaftseigentümer bei Beginn des Bauvorhabens über die Gefährdung der Parzelle in Kenntnis zu setzen, um diese bei der Planung und Bemessung des Gebäudes frühzeitig mit zu berücksichtigen. Weitere Voraussetzung zur Forcierung einer risikoadaptierten Bauweise ist die einheitliche Festlegung der Einwirkungsgrößen/-klassen und bestenfalls Normierung gemäß einer Skala, wie dies für Schneedruck, Erdbeben und Wind bereits der Fall ist (ÖNORM). Der nächstmögliche Schritt sieht die individuelle Erarbeitung

des Schutzziels eines Gebäudes vor, wobei die Gefährdungsinformationen und baulichen Maßnahmen in einer Schutzklasse resultieren, welche die nachhaltige Risikoreduktion bestätigt. Eine Expertengruppe sollte sich diesen Themen annehmen und dahingehend Umsetzungsmöglichkeiten erarbeiten.

Anschrift der Verfasser

DI Julia Braun
Univ.Prof. DI Dr. Johannes Hübl
Institut für Alpine Naturgefahren
Universität für Bodenkultur
Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien
johannes.huebl@boku.ac.at

| schadenrelevante Naturgefahren | | Einwirkungsklassen | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|---|---|---|----|
| | | XS | S | M | L | XL |
| geologische Gefahren | Erdbeben | | | | | |
| | Rutschung | | | | | |
| | Bodensenkung | | | | | |
| | Steinschlag/Bergsturz | | | | | |
| meteorologische Gefahren | Sturm | | | | | |
| | Blitzschlag | | | | | |
| | Hagel | | | | | |
| hydrologische Gefahren | Hochwasser | | | | | |
| | Oberflächenabfluss | | | | | |
| | Mure | | | | | |
| Schneegefahren | Lawine | | | | | |
| | Schneedruck | | | | | |

Abb. 1: Tabellarische Gefährdungsanalyse
Tab. 1: Risk analysis in tabular form

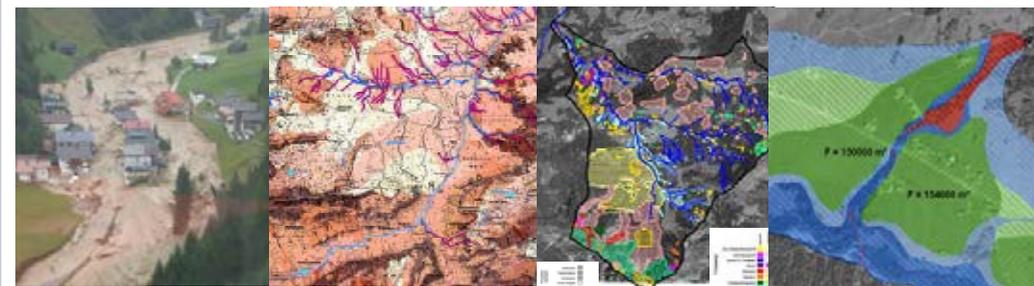
i.n.n. naturraum - management
ingenieurgesellschaft
geoinformatik
geotechnik
risk-management recht

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



ROLAND KAITNA, MARKUS STOFFEL, ANDREAS GOBIET, FRANZ SINABELL

Klimawandel und Muren – Das Projekt Deucalion

Muren repräsentieren ein erhebliches Gefahrenpotential in alpinen Regionen. Nebst der Grunddisposition eines Einzugsgebietes (z.B. Reliefenergie) und variabler Disposition (z.B. saisonale Veränderungen der Geschiefbefüßbarkeit) bestimmt auch der Regeninput, seien es konvektive oder advektive Niederschläge, das Prozessverhalten. Es ist daher zu erwarten, dass Änderungen des Klimasystems auch Änderungen der Häufigkeit und Magnitude von Wildbachereignissen mit sich führen.

Das Ziel des vom Klimafonds geförderten Projekts „Deucalion“ war mögliche Änderungen von Muren-Ereignissen in unterschiedlichen Wildbacheinzugsgebieten (Gesäuse, Lienz und Pitztal) aufgrund des Klimawandels zu beurteilen. Zu diesem Zweck wurden die meteorologischen Auslösebedingungen von vergangenen Murenereignissen der jeweiligen Region analysiert und das Auftreten möglicher künftiger Ereignisse mit vier regionalen Klimasimulationen (basierend auf einem A1B Emissionsszenario) analysiert. In weiterer Folge wurden

Konsequenzen und Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Gefahren- und Risikoanalyse in der Ingenieurspraxis beurteilt.

Für die drei Untersuchungsgebiete variiert der minimale auslösende Tagesniederschlag zwischen 19 und 35 mm, der mittlere zwischen 32 und 59 mm und der maximale zwischen 70 und 100 mm. Höhere Werte wurden in der süd-westlichen Region Lienz bestimmt. Verschnitten mit den regionalen Klimamodellen konnten für das „optimistische“ Klimaszenario und alle Untersuchungsgebiete praktisch keine Veränderungen in der Murenwahrscheinlichkeit in den Monaten Mai und Juni und eine Rückgang der Wahrscheinlichkeiten im Juli und August festgestellt werden. Beim „pessimistischen“ Szenario wurde ein Anstieg der Wahrscheinlichkeiten in allen Gebieten errechnet (Abb. 1).

Die Szenario-basierte Simulation von Muren zeigt einen ähnlichen Einfluss der Variation der Ereignisgröße im Vergleich zur Unsicherheit der Modellparameter

für alle untersuchten Einzugsgebiete. In einer sozio-ökonomischen Fallstudie wurde gezeigt, dass die Entwicklung von Schäden nicht nur von den erwarteten Veränderungen der Klimabedingungen, sondern auch von der wirtschaftlichen Entwicklung und der Umsetzung von Maßnahmen zur Begrenzung der Vulnerabilität abhängen. Der Vorteil einer umfassenden und integrierten Bewertung wurde durch die anschließende Szenario-basierte Risiko- und Lebenszyklusanalyse unterstrichen.

Anschrift der Verfasser:

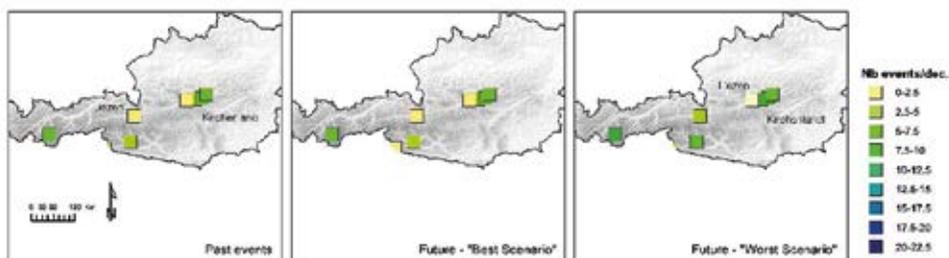
Ass. Prof. DI Dr. Roland Kaitna
Institut für Alpine Naturgefahren
Universität für Bodenkultur
Peter Jordanstr. 82, 1190 Wien
roland.kaitna@boku.ac.at

Prof. Dr. Markus Stoffel
Institut für Geologie
Universität Bern
Baltzerstrasse 1+3, CH-3012 Bern
markus.stoffel@dendrolab.ch

Ass. Prof. Dr. Andreas Gobiet
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz
Brandhofgasse 5, 8010 Graz
andreas.gobiet@uni-graz.at

DI Dr. Franz Sinabell
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung
Arsenal Objekt 20, 1030 Wien
franz.sinabell@wifo.ac.at

Evolution of the number of events/decade triggered by 1day-rainfall in May-June



Evolution of the number of events/decade triggered by 1day-rainfall in July-August

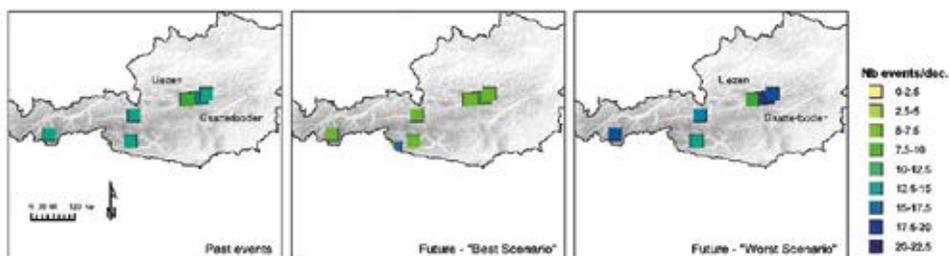


Abb. 1: Veränderung der Anzahl Ereignisse pro Dekade die durch einen 1-Tagesniederschlag im Juli-August ausgelöst werden.

Fig. 1: Changes in the decadal number of events triggered by 1-day rainfall in July-August.

DI Werner Tiwald ZT-Ges.m.b.H.

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Werner Tiwald

staatl. befugter u. beeideter Ing.-Kons. für Forst- u. Holzwirtschaft, Wildbach- u. Lawinenverbauung

allg. beeid. u. gerichtlich zertifiz. Sachverständiger

A-3223 Annaberg bei Mariazell, Langseitenrotte 19

A-6020 Innsbruck, Saurweinweg 5

Tel. +43 2728 20404

Fax +43 2728 20408

Mobil +43 664 2047240

E-Mail: buero@tiwald.at

Web: www.tiwald.at

alpin.consulting

Planung – GZPs – Simulation – Ausschreibung – Bauleitung – Gutachten – Sicherheitsanalysen

HELMUT HABERSACK

SED_AT und die Ziele für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan

Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan wurde an mehr als 50% der untersuchten Gewässer ein Risiko der Zielverfehlung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potentials bis 2015 festgestellt, das hauptsächlich durch hydromorphologische Belastungen zustande kommt. Diese Belastungen stehen im engen Zusammenhang mit Problemen, die durch Veränderungen im Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie auftreten.

Im Rahmen des Projektes SED_AT (Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans) wurden die bestehenden Probleme in diesen Bereichen mit Hilfe von Stakeholderbefragungen, durch Literaturrecherche und Expertenabschätzung erfasst und daraus der zukünftige Handlungsbedarf (Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange) abgeleitet.

Es konnte gezeigt werden, dass in jedem gewässerrelevanten Sektor (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Land- und Forstwirtschaft) Veränderungen im Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie Probleme verursachen und dass Handlungsbedarf in Richtung verbessertes Sedimentmanagement, sowie Erstellung von Einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepten, aber auch in Hinblick auf die Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung von Bauwerken z.B. betreffend Sedimentkontinuum gegeben ist.

In den Auswertungen hat sich gezeigt, dass in den Sektoren Energiewirtschaft bzw. den gestauten Strecken und der WLV eher Probleme mit dem Sedimentüberschuss und im Flussbau bzw. den freien Fließstrecken eher Probleme mit Sedimentdefizit auftreten. Im Bereich der Ökologie sind meist strukturelle Mängel zu finden,

die in vielen Fällen mit der Beeinflussung des Sedimentkontinuums bzw. der veränderten Flussmorphologie in Zusammenhang stehen. Durch die Wiederherstellung bzw. die Verbesserung des Sedimentkontinuums, v.a. die Förderung des natürlichen Durch-, Weitertransportes von Feststoffen an Bauwerken, könnte in vielen Fällen eine Verminderung der Probleme bewirken, wobei natürlich Grenzen z.B. bei Gefährdung von Objekten gegeben sind.

Im Bereich des in den freien Fließstrecken der Flüsse vorherrschenden Sedimentdefizites sind es vor allem die Sohleintiefung und die Unterspülung von Bauwerken, die in den Vordergrund treten. Die Auswirkungen von Sedimentdefizit sind im Gegensatz zum Überschuss oft nicht sofort erkennbar und nur durch lange Messreihen oder bei massiven Veränderungen, wie z.B. Sohldurchschlag oder Verwerfungen, festzustellen.

Ein großes Problem, das im Zusammenhang mit dem Feststoffüberschuss auftritt, ist die Weiterbehandlung (Wiederverwertung, -einbringung bzw. Entsorgung/Deponierung) von Räumgut, welches bei der Instandhaltung von z.B. Sperren und Speichern anfällt. Durch das Abfallwirtschaftsgesetz wird die Möglichkeit der Einbringung flussab sehr stark begrenzt was das derzeit herrschende Defizit in den freien Fließstrecken noch zusätzlich verstärkt.

Die Erhebung ergab, dass bei gemeinsamer Bearbeitung der Probleme bzw. des Handlungsbedarfes (in mehr als 88% der gegenseitigen Beurteilungen wurden Übereinstimmungen erzielt bzw. bestehen keine Konflikte), Synergien für die betroffenen Sektoren entstehen können.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs im Rahmen SED_AT Phase II erstellt und während des Abschlussworkshops diskutiert und akkordiert (Abb. 1). Wichtig ist die

Umsetzung des Programms als Grundlage für den NGP 3, wobei die Phase II neben dem oben vorgestellten Handlungsbedarf auch die Zusammenfassung von Maßnahmen sowie deren Evaluierung zur Erarbeitung von Best Practice Beispielen beinhalten sollte.

Anschrift der Verfasser

Univ.Prof. DI Dr. Helmut Habersack
 Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie
 und konstruktiven Wasserbau
 Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt
 Universität für Bodenkultur Wien
 Muthgasse 107, 1190 Wien
 helmut.habersack@boku.ac.at



Abb. 1: Akkordierter Handlungsbedarf betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie eingeteilt in drei räumliche Skalen und den Block Prozessforschung, welcher skalensübergreifend ist. Die Zahlen in Klammer weisen auf die für die Umsetzung verantwortlichen Sektoren hin: 1...BMLFUW (Nationale Wasserwirtschaft), 2...Wildbach- und Lawinenverbauung, 3...Flussbau, 4...Wasserstraße, 5...Energiewirtschaft, 6... Ökologie, 7...Landwirtschaft und 8... Forstwirtschaft. (Habersack et al., 2014)

Fig. 1: Need for action concerning sediment regime, sediment transport and river morphology

MARKUS WAIBEL, STEFAN SCHUSTER

Bemessungsbehelf für Stützmauern (Ein Planungstool für Praktiker: Ufermauerstatiken samt Bewehrungsskizzen)

Ufermauern in Beton sind Klassiker der Längsverbauung in der Wildbach- und Lawinenverbauung. Im Rahmen des Schutzprojektes Dambach (Garsten, Oberösterreich) waren zahlreiche solcher Ufermauern nachzurechnen, abzusenken, zu sanieren, entsprechend der neuen Verkehrslasten zu verstärken oder neu zu errichten.

Aus dem ausgangs verwendeten kleinen Excel-Programm entstand mit Unterstützung durch das Büro KMP Ziviltchniker für Bauwesen eine Regelstatik für neue Winkelstützmauern und für bestehende Schwergewichtsmauern, welche hier kurz vorgestellt werden soll.

Durch die beigelegten Bewehrungsskizzen können so auf einfachste Weise Bewehrungspläne für neue Winkelstützmauern und die Verstärkungen bestehender Ufermauern erstellt werden.

Die Statik ist in 2 Abschnitte gegliedert:

- A) Neuerrichtung von Winkelstützmauern
Dieser Abschnitt umfasst 13 optimierte Bewehrungsskizzen für Winkelstützmauern mit 2 m, 3 m, 4 m und 5 m Höhe, jeweils mit oder ohne Verkehrslasten laut EN 1991-2 und wahlweise mit (klassischem) erdseitigen oder wasserseitigen Fundamentwinkel.
- B) Excel-Programm zur Nachrechnung, Unterfangung und Bestandsverstärkung bestehender Schwergewichts-Ufermauern samt Bewehrungsskizzen.
Durch die Eingabe nur weniger Boden- und Geometrieparameter kann für bestehende Ufermauern Folgendes ermittelt werden:
 1. Überprüfung des Bestandes: Kipp- und Gleit-Nachweis für bestehende Ufermauern mit und ohne Verkehrslasten laut EN 1991-2. Dieses Tool kann ebenso für die Neudimensionierung von Schwergewichtsmauern verwendet werden!
 2. Werden die Gleit- oder Kippsicherheitsnachweise für eine bestehende Schwergewichtsufermauer nicht, oder - infolge neuer Verkehrslasten - nicht mehr erfüllt, kann in

einem weiteren Bemessungsschritt versucht werden, durch Errichtung einer Stahlbetonvorsatzschale die Standsicherheit des Bestandszustandes wiederherzustellen.

3. Falls bei einer bestehenden Ufermauer die Bachsohle abzusenken ist, kann in einem aufbauenden Berechnungsschritt die Größe des Vorsatzfundaments ermittelt werden.

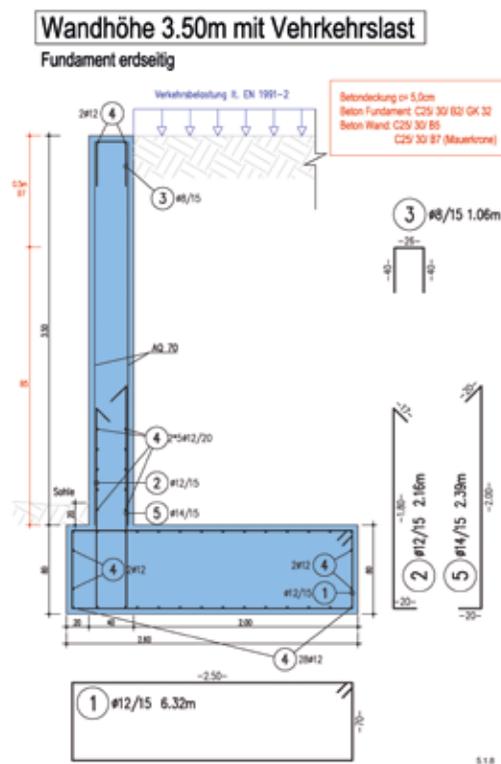


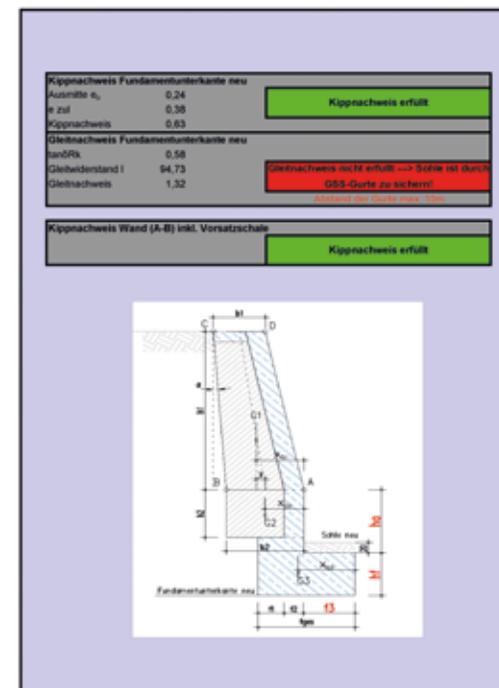
Abb. 1: Der Praktiker-Bonus: Durch die beigelegten Bewehrungsskizzen können die Berechnungsergebnisse sofort als Bewehrungspläne dargestellt werden.

Fig. 1: The bonus for practitioners: The calculation results can immediately be shown with the added reinforcement sketches as reinforcement drawings.

4. Für alle diese Berechnungen wurden detaillierte, standardisierte Bewehrungsskizzen angefertigt, welche eine einfache und zeitsparende, sofortige Umsetzung der Rechenergebnisse in einen Bewehrungsplan sicherstellen.

5. Zusätzlich zu den Stahlbetonausführungen sind tlw. noch konstruktive Maßnahmen wie z.B. die Ausführung von Grobsteingurten zu beachten. Die Detailangaben dafür sind in der Regelstatik genauer beschrieben.

Bestandsverstärkung und Unterfangung von Schwergewichtsmauern nach ÖN B 4435-2



© H.V. OÖ: DI Markus Waibel © KMP ZT-GmbH DI Stefan Schuster
Aktualisierung Feb. 2014

Seite: 2 von 3

Abb. 2: Selbst komplexe Ufermauerverstärkungen sind einfach statisch zu bemessen und zu optimieren. Die Ergebnisse können sofort in Bewehrungspläne – welche als Skizzen dem Programm beigelegt sind – umgesetzt werden.

Fig. 2: Even complicated reinforcement of quays is easy to calculate statically and to optimize. The results can immediately be moved into the reinforcement drawings – which are added as sketches to the programme.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Markus Waibel
Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Oberösterreich Ost
Garnisonstr. 14; 4560 Kirchdorf
markus.waibel@die-wildbach.at

Dipl.-Ing. Stephan Schuster
KMP ZT-GmbH
Kapellenstr. 13
4040 Linz
schuster@kmp.co.at

NADA DRAGOVIĆ, STANIMIR KOSTADINOV

Hochwasserkatastrophe 2014 in Serbien: Kurzbericht

Die Hochwasserkatastrophe, die im Mai 2014 Serbien getroffen hat, ist Folge eines klimatisch-meteorologischen Phänomens geringer Überschreitungswahrscheinlichkeit. Die Niederschlagsmenge innerhalb von drei Tagen hat 140-428 mm betragen. Die Eigenschaften des Tiefs haben zu Überschwemmungen auf einem Gebiet von um die 20.000 km² geführt, was bisher nie geschehen ist (die aufgezeichneten Überschwemmungen umfassten ein Gebiet von einigen Hundert bis einigen Tausend km²).

Die extremsten Überschwemmungen, begleitet von zahlreichen Rutschungen, geschahen auf dem Gebiet der Großgemeinde Krupanj (Westserbien). In dieser Stadt fließen vier Wildbäche mit einem gesamten Einzugsgebiet von 82,78 km² zusammen und bilden den Fluss Likodra. Am 15. und 16. Mai wurden an allen Regenmessstationen enorme Niederschlagsmengen von 135 bis 389 mm verzeichnet. Das bedeutet, dass innerhalb dieser zwei Tage 2-3 Mal mehr Regen gefallen ist als Niederschlagsdurchschnitt für den Monat Mai ist. Durch die Rekonstruktion der Hochwasserwelle wurden die Maximal-Abflüsse aller vier Wildbäche für den 15. Mai errechnet. Die größte Abflussmenge, im Hinblick auf die maximale Abflusspende, wurde im Wildbach ĐaĐavica mit 146,61 m³s⁻¹ registriert (Übertretungswahrscheinlichkeit zwischen 1 Mal in 5000 Jahren und 1 Mal in 6000 Jahren). In der Kržava wurde ebenfalls eine hohe Abflussmenge von 35,7 m³s⁻¹ verzeichnet (Tausendjähriges Ereignis), während die Brštica eine Abflussmenge von 35,7 m³s⁻¹ verzeichnete, was ein hundertjähriges Ereignis darstellt. Der vierte Wildbach Bogoštica ist nicht aus seinem regulierten Flussbecken ausgetreten (Widerkehrperiode unter 25 Jahre).

Niederschläge starker Intensität, die auf den bereits wassergesättigten Boden gefallen sind, sowie die Hochwasserspitzen der Wildbäche, die den Boden des Hanges ausgewaschen haben, haben das Auftreten zahlreicher Rutschungen hervorgerufen. Auf dem Gebiet der Großgemeinde Krupanj traten um die 330 Rutschungen auf. Die Rutschungen haben riesige Geschiebemengen hervorgebracht, welche diese Wildbäche in die tiefer liegenden Gebiete getragen haben. Dort kam es zu Ablagerungen und vollkommener Verschüttung von errichteten Regulierungen, Gärten der Wohnobjekte, Straßen, wäh-

rend um die 30 Häuser vollkommen eingestürzt sind.

Aufgrund äußerst ungünstiger Naturgegebenheiten war das Auftreten von Hochwasser unausweichlich. Die Zerstörungskraft der Wildbach- und Flussüberschwemmungen hätte bedeutend geringer sein können durch präventive Maßnahmen gegen Erosion in den Wildbacheinzugsgebieten, welche ausgeblieben sind.

Serbien droht ein ständiges Hochwasserrisiko. Möchte man die Schäden verhindern, erfordert es folgende Maßnahmen:

- Bau neuer Hochwasserschutzsysteme und ständige Wartung der bestehenden
- Änderung der gesetzlichen Vorschriften, damit ständige Finanzierung sichergestellt wird
- Stärkung des Hochwasserschutzes durch bessere Organisation
- Festsetzung neuer Prioritäten in den strategischen Dokumenten der Wasserwirtschaft und
- Einführung von Frühwarnsystemen für das Auftreten von Hochwasserspitzen.



Abb.1. Hochwasserkatastrophe in Westserbien (gestürzte Häuser in Gemeinde Krupanj)

Fig. 1. Flood disaster in western Serbian (toppled houses in community Krupanj)

Anschrift der Verfasser

Prof. Nada Dragović
Prof. Stanimir Kostadinov
University of Belgrade, Faculty of Forestry
Kneza Višeslava 1, 11000 Belgrade, Serbia
nada.dragovic@sfb.bg.ac.rs
stanimir.kostadinov@sfb.bg.ac.rs

SIEGFRIED SAUERMOSE

World Landslide Forum – Peking 2014

Das dritte World Landslide Forum wurde - nach Tokio 2008 und Rom 2011- vom 3. – 6. Juni 2014 in Peking abgehalten. Veranstalter des WLF3 waren internationale Organisationen wie UNESCO, UNISDR, FAO oder ICL (International Consortium of Landslides). Als Zielsetzung der Veranstaltung wurde der internationale Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaftlern und Praktikern in Zusammenhang mit gravitativen Massenbewegungen formuliert. Die Veranstaltung sollte die Möglichkeit eines weltweiten Wissensaustausches und Wissenstransfer in allen Fragen verbunden mit „Landslides“ ermöglichen. Besonders Überwachung, Untersuchung, Frühwarnung, Vorbeugung und Soforthilfe wurden thematisiert. Der Begriff „Landslides“ ist dabei weiter gefasst, als es im deutschen Sprachgebrauch üblich ist. Nach der Definition von Varnes (1978) umfasst der Begriff Landslide alle fließ- und sturzähnlichen Massenbewegungen wie auch Muren, Schlammströme, Steinschlag etc. In Sinne dieser Definition war auch das Programm ausgelegt und mehrere Präsentationen befassten sich Mur- oder Steinschlagphänomenen.

Teilnehmer aus zahlreichen Nationen und Ländern waren anwesend, auch Experten aus vielen europäischen Ländern wie Norwegen, Italien, Kroatien und Österreich nahmen an der Veranstaltung teil. Die meisten Teilnehmer kamen natürlich aus ost- und mittelasiatischen Staaten wie Pakistan, Indien, China, Taiwan oder Japan, welche mit erheblichen Landslide-Problemen konfrontiert sind. Insbesondere im Zusammenhang mit oder unmittelbar nach Erdbeben treten großflächige Massenbewegungen mit zahlreichen Todesopfern auf.

Der erste Tag der Veranstaltung war der Begrüßungszeremonie und den Plenarsessions gewidmet, an den drei weiteren Tagen war die Veranstaltung in mehrere verschiedene Teilsessions gesplittet, was den Überblick erschwerte und auch die Qualität der Veranstaltung beeinträchtigte, da Sessions mit einigen wenigen Teilnehmern abgehalten wurden. Der Verfasser konnte an der Session „Building resilient landscapes“ teilnehmen, welche von

einem Vertreter der FAO moderiert wurde. Im Rahmen der Session wurde klar, dass es nicht nur für Entwicklungsländer ein Gebot der Stunde ist, „resiliente“ Landschaften zu gestalten, sondern dass dies in gleichem Ausmaß auch für entwickelte Länder gilt, welche vor der großen Herausforderung stehen diese „Resilienz“ wieder herzustellen.

Word Landslide Forum 4 wird 2017 in Laibach stattfinden, ein europäisch-asiatischer Dreijahresrhythmus ist für diese Veranstaltung vorgesehen.

Informationen unter www.WLF3.org



Abb. 1: Hongchun valley, Massive Querwerke als Schutz gegen Muren (Picture WLF3)

Fig. 1: Hongchun valley, debrisflow protection.

Anschrift des Verfassers

DI Siegfried Sauermoser
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Sektion Tiro
Wilhelm Greil Strasse 9
6020 Innsbruck
siegfried.sauermoser@die-wildbach.at

MARIA PATEK, STEPHANIE OBERLEITNER

130 Jahre Wildbach- und Lawinerverbauung – Buch und Festakt in Hallstatt

Unter dem Titel „130 Jahre Wildbach- und Lawinerverbauung in Österreich – Retrospektive, Perspektive, Vision“ beging die.wildbach ihr Jubiläum im Kultur- und Kongresshaus Hallstatt.

Buch zu Jubiläum

Zum 130-jährigen Bestehen wurde ein Sammelband mit dem Titel „130 Jahre Wildbach- und Lawinerverbauung – Retrospektive, Perspektive, Vision“ erstellt. Autorinnen und Autoren aus verschiedenen Bereichen wie Politik, Wissenschaft und Verwaltung setzen sich in den Beiträgen kritisch und differenziert mit der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Wildbach- und Lawinerverbauung (WLW) auseinander und treffen fundierte Analysen, differenzierte Bewertungen und weitblickende Visionen.

Die Feier in Hallstatt

Begleitet von den St. Florianer Sängerknaben wurde das Jubiläums-Buch vorgestellt und Moderatorin Ilse Huber führte durch Podiumsgespräche, Interviews und Vorträge der Autoren und Autorinnen sowie der Partner und Gratulanten der WLW. Als Leiterin der Wildbach- und Lawinerverbauung betonte Maria Patek die Fähigkeit der gesamten Organisation zu kontinuierlichen Verbesserungs- und Anpassungsprozessen, welche die Garanten höchster fachlicher Leistungen der WLW für Bürgerinnen und Bürger in ganz Österreich sind.

Generalsekretär Reinhard Mang vertrat Bundesminister Andrä Rupprechter und unterstrich in seiner Festrede die Stärkung und Weiterentwicklung der Wildbach- und Lawinerverbauung um das hohe Schutz- und

Sicherheitsniveau in Österreich auch für die nächsten 130 Jahre zu erhalten. Er lobte auch die Innovationsbereitschaft und den Mut der WLW, welche als Vorzeigeorganisation in den Alpenländern gilt.

Spatenstich Projekt Mühlbach

Wolfgang Gasperl, Leiter der Sektion Oberösterreich, führte anschließend zur Spatenstichfeier des Schutzprojektes Hallstätter Mühlbach über und geleitete die Gäste mit der Salzbergbahn ins Hochtal. Erst vergangenes Jahr wurde nach einer Unwetterkatastrophe der Ortskern Hallstatts verwüstet. Innerhalb eines Jahres realisierte die WLW ein nachhaltiges Schutzprojekt, das bereits mit sämtlichen Partnern finanziert wurde. Der Spatenstich am Mühlbach eröffnete die Bauarbeiten für das Projekt und Wolfgang Gasperl erläuterte die Verbesserung des Schutzniveaus für den UNESCO-Weltkulturerbe-Ort.

Das rasche und effektive Handeln der Wildbach- und Lawinerverbauung zeigt auch in diesem Fall die Unverzichtbarkeit einer solchen Organisation, die Innovation groß schreibt. 130 Jahre Geschichte haben die Wildbach- und Lawinerverbauung zu der Organisation gemacht, die sie heute ist und sich beispielhaft und erfolgreich für den Schutz vor Naturgefahren in ganz Österreich einsetzt.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Maria Patek MBA
Mag. Stephanie Oberleitner
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung III 5
Marxergasse 2, 1030 Wien
Email: maria.patek@bmlfuw.gv.at



Abb.1: Festansprache der Leiterin der Wildbach- und Lawinerverbauung Maria Patek (links); Das Buch „130 Jahre Wildbach- und Lawinerverbauung“ zur Verteilung bereit (rechts).

Fig. 1: Ceremonial speech by the Head of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (left); The book “130 years Torrent and Avalanche Control”, ready for distribution (right).

Grafische Konzeption und Gestaltung,
Editorialdesign, Producing und Fotografie:

Steinerhofstraße 49 ♦ 5310 Mondsee/Austria
T: +43 6232 21900 ♦ E: office@kopfsache.at
www.kopfsache.at

GERNOT KOBOLTSCHNIG

13ter Kongress der INTERPRAEVENT 2016 – Leben mit Naturrisiken – Einladung zur aktiven Teilnahme

Die Vorbereitungen für den nächsten Kongress der Internationalen Forschungsgesellschaft Interpraevent vom 30. Mai bis zum 2. Juni 2016 in Luzern (Schweiz) laufen bereits auf Hochtouren. Mit der ersten Kongressankündigung wurde bereits der Fokus auf dem Integralen Risikomanagement bezüglich Naturgefahren mit Betrachtung der Schadenursachen sowie von Prävention, Vorsorge, Intervention und Wiederaufbau festgelegt. Unter alpinen Naturgefahren verstehen sich die Prozesse: Lawinen, Murgänge, Überschwemmungen, Rutschungen, Steinschlag und Felssturz. Zielgruppen sind Praktiker, Wissenschaftler und Entscheidungsträger, die im Bereich der Kongressthemen tätig sind.

Da sich die Interpraevent als Mittler zwischen den einzelnen Zielgruppen sieht, wollen wir wieder vor allem die Praktiker ansprechen, aktiv am Kongress teilzunehmen und schriftlichen Beiträgen aus der Praxis einzubringen. Bei Bedarf kann dazu die Unterstützung des Wissenschaftlichen Beirates der Interpraevent in Anspruch genommen werden. Bis Ende März 2015 können Kurzfassungen der Kongressbeiträge eingereicht werden.

Das Kongressprogramm umfasst Referate zu Erfahrungen aus der Praxis und Innovationen aus der Forschung, Exkursionen, Fachseminare, eine Posterausstellung mit Prämierung des besten Studentenposters und eine Fachmesse.

Die Kongressthemen vertiefen den Fokus auf:

- Absichten und Leitlinien im Umgang mit Risiken
- Datenerhebung und Modellierung
- Gefahren- und Risikobeurteilung
- Gefahren- und Risikoreduktion
- Krisenmanagement

Beim Kongress wird die Simultanübersetzung aller Referate in die Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch angeboten.

Alle laufend aktualisierten Informationen finden sich auf: www.interpraevent2016.ch



Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Dr. Gernot Koboltschnig,
Geschäftsführer
Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT
c/o Abt. 8 Umwelt, Wasser und Naturschutz
Amt der Kärntner Landesregierung
Flatschacher Straße 70, 9020 Klagenfurt, Austria
gernot.koboltschnig@ktn.gv.at

GERNOT KOBOLTSCHNIG

13th Congress INTERPRAEVENT 2016 – Living with natural risks – Invitation to participate actively

The preparation for the upcoming congress of the International Research Society Interpraevent scheduled from 30 May to 2 June 2016 in Lucerne (Switzerland) is running on high gear. With the first announcement the focus has been set on integrated management of natural hazards and risks, equally considering causes of disasters as well as measures of prevention, preparedness, response and recovery. Alpine natural hazards in our sense are the processes of avalanches, debris flows, floods, landslides and rock falls. Target groups are practitioners, scientists and decision makers working in the fields of the congress themes.

As Interpraevent is a mediator between the target groups we especially would like to appeal practitioners to participate actively and to submit written contributions from practical experiences. If there is a need the scientific advisory board can offer support for practitioners. Until the end of March 2015 extended abstracts can be submitted.

The congress program consists of oral presentations on experience from practice and on innovation from research, excursions, technical seminars, a poster exhibition, the student poster award and a trade fair.

The congress topics deepen the focus on:

- Risk Governance and Policies
- Data Acquisition and Modeling
- Hazard and Risk Assessment
- Hazard and Risk Mitigation
- Emergency Management

At the congress we offer simultaneous translation of all presentations in German, English, French and Italian.

All continually updated information is available on: www.interpraevent2016.ch



Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Dr. Gernot Koboltschnig,
Geschäftsführer
Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT
c/o Abt. 8 Umwelt, Wasser und Naturschutz
Amt der Kärntner Landesregierung
Flatschacher Straße 70, 9020 Klagenfurt, Austria
gernot.koboltschnig@ktn.gv.at

BARBARA KOGLNIG, NORBERT SEREING

Die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen in Kärnten

Unter der EU-Ratspräsidentschaft von Österreich wurde 2007 die Richtlinie 2007/60/EC zur Bewertung und Bekämpfung von Hochwasser initiiert. Ziel der Hochwasserrichtlinie ist nicht ein – ohnehin nicht möglicher – hundertprozentiger Schutz vor Hochwasser, sondern die Minimierung möglicher Schäden durch Vermeidung, Schutz und Vorsorge.

Laut Richtlinie müssen für Gebiete für die ein potentiell signifikantes Hochwasserrisiko besteht, Gefahrenkarten und Risikokarten, sowie Pläne für das Hoch-

wasserrisikomanagement (HWRMP) erstellt werden. Nachdem die Gefahren- und Risikokarten im Dezember 2013 fertiggestellt wurden, müssen nun für dieselben Gebiete bis Ende September 2014 die HWRMP erstellt werden. Im HWRMP werden Maßnahmen und Ziele für alle Handlungsbereiche, welche im Zusammenhang mit Hochwasser in der jeweiligen Region relevant sind, zusammengefasst. Konkretisiert werden diese Maßnahmen mit Zuständigkeiten, Prioritäten und Umsetzungszeiträumen.

Mit der Erstellung der HWRMP findet das von Experten geforderte integrale Risikomanagement auch im österreichischen Wasserrechtsgesetz seine Entsprechung. Integrales Risikomanagement ist ein Konzept, wonach das Ziel – nämlich die Reduzierung des Schadens im Ereignisfall – durch ein Maßnahmenbündel beginnend bei der Vorwarnung und Alarmierung, Katastropheneinsatz, technischen Schutzbauten, über flächenwirtschaftliche (ökologische) Maßnahmen, bis hin zur Bewusstseinsbildung und Eigenvorsorge (Objektschutz) erreicht werden soll. Nur mit diesem Maßnahmenbündel kann es gelingen den möglichen Schaden nachhaltig zu reduzieren. Die Betonung liegt auf Schadensreduktion, da ein absoluter Schutz sowohl technisch, als auch wirtschaftlich und ökologisch nicht machbar ist.

Der HWRMP stellt ein strategisches Planungsinstrument dar, das mit den für das Hochwasserrisikomanagement relevanten Verwaltungsbereichen und Stakeholdern abzustimmen ist. Dadurch steht mit dem HWRMP erstmals ein Instrument zur Verfügung, welches die interdisziplinäre Zusammenarbeit von allen mit Hochwasserrisiko betroffenen Fachabteilungen fördert und fordert.

In Österreich sind für den Hochwasserschutz und –vorsorge verschiedene Verwaltungs- und Fachbereiche auf verschiedenen Ebenen zuständig. Entsprechend ihrer zentralen Rolle wird die Erstellung der HWRMP von Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes gemeinsam mit dem zuständigen Bundesministerium (BMLFUW) koordiniert. Im Sinne dieser Zusammenarbeit wurde ein Entwurf des HWRMP vom BMLFUW erstellt und am 22. März 2014 den Ländern übermittelt. Die Länder haben nun in einer sechsmonatigen Länderbearbeitungsphase Zeit den HWRMP zu konkretisieren und vervollständigen.

Um die Akzeptanz und die Qualität der HWRMP zu steigern hat sich im Rahmen von mehreren Pilotprojekten gezeigt, dass eine frühzeitige Einbindung aller betroffenen und zuständigen Stellen sinnvoll und hilfreich ist. Daher wird in Kärnten im Rahmen der Länderbearbeitung (März – September 2014) eine vorgezogene Einbindung von insbesondere der Gemeindeebene und aller sonstigen für die Umsetzung der Maßnahmen verantwortlichen Stellen forciert.

Der Auftakt dieser Länderbearbeitung stellt eine Informationsveranstaltung für APSFR- Gemeinden am 22.4.2014 in den Räumlichkeiten des Landesfeuerwehrverbandes in Klagenfurt dar. Inhalt der Veranstaltung war einerseits die Vorstellung der Gefahren- und Risikokarten und andererseits eine Erstinformation über die geplante Bearbeitung der Hochwasserrisikomanagementpläne. Die Entwicklung der Unterlagen für die Länderbearbeitung und die Landesveranstaltungen fanden im Rahmen des EU-Projekts Start_it_up statt.

Anschrift der Verfasser

Dr DI Barbara Kogelnig
DI Norbert Sereing
Amt der Kärntner Landesregierung
Abteilung 8 – Kompetenzzentrum Umwelt, Wasser und Naturschutz
Flatschacherstr. 70, 9020 Klagenfurt
Barbara.kogelnig@ktn.gv.at

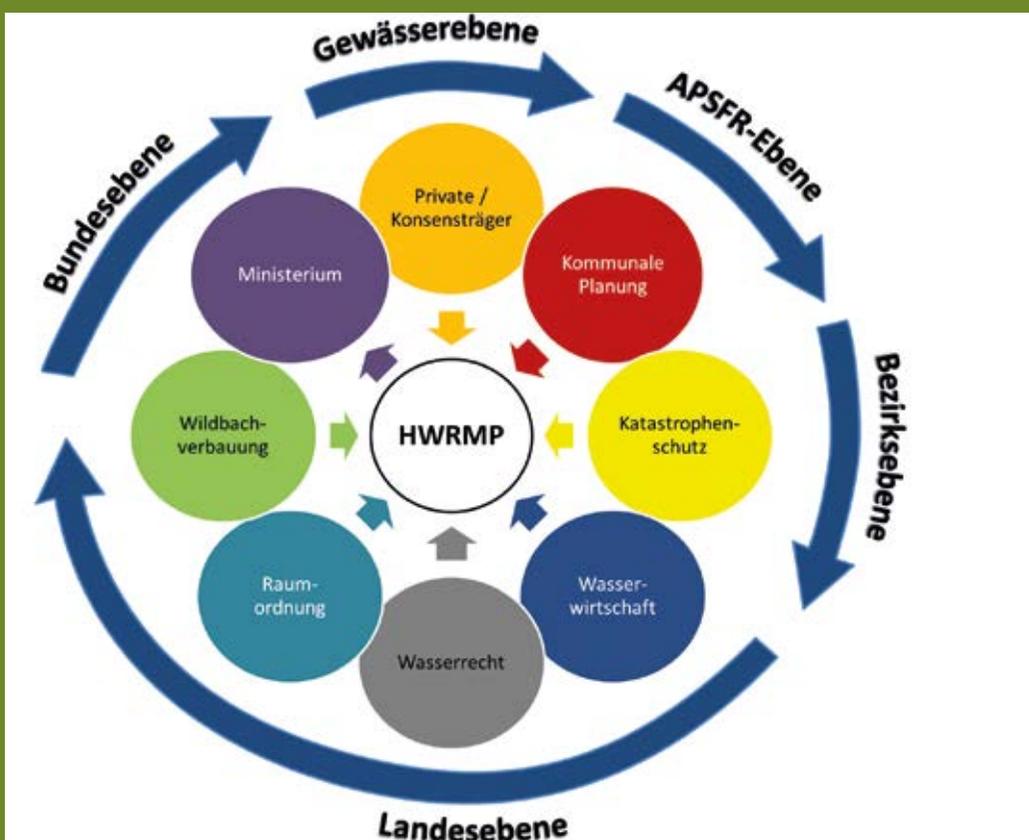


Abb. 1: Die Erstellung und Umsetzung des HWRMP verlangt die Zusammenarbeit verschiedener Fachabteilungen auf verschiedenen Ebenen.

CATRIN PROMPER

Risiko Policy Dialog Hinterstoder

Katastrophenmanagement und Risikovorsorge sind auf einen intensiven Austausch zwischen den unterschiedlichsten Disziplinen und Akteursgruppen angewiesen. Der bisherige Austausch findet neben den bilateralen Kontakten meist in größeren Runden innerhalb von Arbeitstreffen der Experten oder auf wissenschaftlichen Konferenzen statt. Hierbei fokussiert man sich häufig auf einen thematischen Schwerpunkt beziehungsweise auf eine bestimmte Interessensgruppe, z.B. Gemeinden bei Hochwasser. Häufig fehlte den unterschiedlichen Interessensgruppen wie den Experten, den Betroffenen, den politisch Verantwortlichen, etc. bisher ein Rahmen, in dem aktuelle und kontroverielle Themen losgelöst von anlass- und interessenbezogenen Bindungen in einem gesamtheitlichen Diskurs bearbeitet werden konnten.

Der „Risiko Policy Dialog“ ist ein Veranstaltungsformat, das auf die Grundziele des sogenannten „Risiko Governance“ abzielt. Diese Grundziele beinhalten u.a. einen kontinuierlichen Diskurs aller beteiligten Akteure vom Beginn bis zum Ende einer Maßnahme. Im „Risiko Policy Dialog“ soll ein solcher Diskurs der beteiligten Akteure genau diesen Rahmen für kontroverielle Diskussionen und Gespräche zu aktuellen Themen im Bereich des Katastrophenmanagement und der Risikovorsorge bieten um – losgelöst vom Tagesgeschäft und alltäglichen Proble-

men – neue Lösungen und Denkansätze kennenzulernen, zu reflektieren und gegebenenfalls auf die Anwendbarkeit im eigenen Umfeld zu überprüfen. Grundlegend ist mit „Risiko Governance“ somit ein Aushandlungsprozess zwischen allen Akteuren gemeint. Hierbei geht es über einen rein partizipativen Prozess hinaus zu einer gemeinsamen Lösungsfindung unter Einbezug aller Akteursgruppen. Am Ende der Veranstaltungen werden die verschiedensten Ergebnisse des Workshops in „Politikempfehlungen“ zusammengeführt.

Der „Risiko Policy Dialog“ fand heuer als neues Veranstaltungsformat das erste Mal am 6. und 7. November in Hinterstoder zum Rahmenthema Risikokommunikation im Kontext der Gefahrenzonenplanung statt. Dieses Thema wurde ausgewählt, da die Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, dass hier noch große Herausforderungen liegen. Um den Workshop in der Größe zu limitieren – sonst wäre es kein Workshop im ureigenen Sinne mehr – nahmen eingeladene Expertinnen und Experten aus den Bereichen Katastrophenmanagement, Risikovorsorge, Raum- und Fachplanung, Recht, Politik, Kommunikation, Wissenschaft, Ingenieurwesen und Verwaltung teil. Dieses Diskussionsforum ermöglichte daher eine umfassende und interdisziplinäre Diskussion, die die komplexe Thematik der Risikokommunikation unter den verschiedensten Gesichtspunkten am Beispiel der Gefahrenzonenplanung beleuchtete. Es ist geplant in der Zukunft eine Folgeveranstaltung durchzuführen.

Anschrift des Verfassers

Mag. Catrin Promper
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung IV 5
Marxergasse 2, 1030 Wien
Email: catrin.promper@bmlfuw.gv.at



Abb. 1: Risiko Policy Dialog: Intensive Diskussionen auch im Gelände.

Fig. 1: Risk Policy Dialogue: Intensive discussion in the field.

THOMAS GLADE, MARIA PAPATHOMA-KÖHLE

OeRISK: Universitätslehrgang für Risikoprävention und Katastrophenmanagement

Naturkatastrophen treten weltweit immer stärker in unser Bewusstsein. In unserer Umwelt verändert sich das zeitliche und räumliche Auftreten der potentiell schadenbringenden Ereignisse, andererseits wird aber auch durch die Veränderungen in der Medienlandschaft immer schneller und detaillierter über Katastrophenereignisse berichtet. In Österreich sind sehr viele Akteure in der Risikoprävention und dem Katastrophenmanagement involviert, seien es die universitären Einrichtungen, staatlichen Institutionen wie Ministerien, Landesbehörden oder Gemeinden inklusiv Bundesheer und Polizei, seien es die Hilfsorganisationen wie Rotes Kreuz, oder Feuerwehr, seien es NGOs oder seien es die Infrastrukturbetreiber wie ÖBB. In vielen Leitungsfunktionen der Katastropheneinsätze sind Personen mit einer einschlägigen disziplinären Ausbildung anzutreffen (z.B. Verwaltungswissenschaftler, Geologen/innen, Geographen/innen, Psychologen/innen, etc.), die jedoch häufig keine grundlegende Ausbildung im Katastrophenkontext besitzen.

Die Universität Wien plant deshalb über das Postgraduate Center einen Weiterbildungsstudiengang zum Thema „Risikoprävention und Katastrophenmanagement (MSc)“ ab Oktober 2015 anzubieten. Dieser Studiengang wird geleitet von Univ.-Prof. Dr. Thomas GLADE - in enger Zusammenarbeit mit der BOKU (Universität für Bodenkultur Wien), dem BM.I (Bundesministerium für Inneres), dem BMLV (Bundesministerium für Landesverteidigung und Sport), dem ÖBV (Österreichischer Bundesfeuerwehrverband) und dem BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft).

Der 4-semestrige berufsbegleitende Weiterbildungsstudiengang richtet sich an die interessierte Fachöffentlichkeit mit einschlägiger Berufserfahrung, z.B. in den Bereichen Bevölkerungsschutz, Risikoprävention und Katastrophenmanagement, sowie an NGOs, Einsatzorganisationen und Personen, die tätig sind in Forschung und Lehre. Selbstverständlich sind auch an-

dere Berufserfahrungen möglich – die Prüfung erfolgt im Rahmen des Auswahlverfahrens immer bezogen auf den individuellen Fall.

Das Ziel des Universitätslehrgangs „Risikoprävention und Katastrophenmanagement“ ist es, den Studierenden jene Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zu vermitteln, die sie für die momentan ausgeübte oder eine spätere Erwerbstätigkeit in den einschlägigen Berufsfeldern benötigen. Die AbsolventInnen werden befähigt sein, geeignete nationale und internationale Theorien und Konzepte des Risikokreislaufs (i.S. von Bewältigung, Wiederaufbau, Vermeidung, Vorsorge) zu erlernen und in einen realen Bezug zu setzen. Sie erhalten Kenntnis über das System der Risikoprävention und des Katastrophenmanagements auf Basis des Modells des integralen Katastrophen- und Risikokreislaufs und erlernen dessen praktische Bedeutung anhand von vielen Übungsbeispielen. Sie werden über fundierte und umfassende Kompetenzen im Umgang mit Risiken verfügen. Nach dem erfolgreichen Masterabschluss sind die Interessierten in der Lage, auch komplexe Katastrophensituationen nicht nur hinsichtlich eines speziellen Themenfeldes, sondern gesamtheitlich zu bewerten und entsprechend zu handeln.

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Thomas Glade
Institut für Geographie und Regionalforschung
Universitätsstrasse 7, 1010, Wien
thomas.glade@univie.ac.at

Dr. Maria Papathoma-Köhle
Institut für Geographie und Regionalforschung
Universitätsstrasse 7, 1010, Wien
maria.papathoma@univie.ac.at

CHRISTIAN AMBERGER

Die Neuauflage der Praxisfibel „Gewässer erhalten und entwickeln“

2006 wurde die ÖWAV-Publikation „Fließgewässer erhalten und entwickeln – Praxisfibel zur Pflege und Instandhaltung“ veröffentlicht. Diese ist mittlerweile zu einem Standardwerk der Gewässerpflege geworden und als „die Praxisfibel“ im Fachkreis bekannt und etabliert. Mit der „Praxisfibel“ entstand eine österreichweit abgestimmte Veröffentlichung, die sich ausschließlich mit der Pflege und der Instandhaltung der Gewässer beschäftigt. Ziel war es, die Umsetzung der EU-WRRL bestmöglich zu unterstützen, damit sich umgesetzte Revitalisierungsmaßnahmen an den Gewässern in Richtung des vorgesehen Leitbildes entwickeln können und so eine Verbesserung des ökologischen Zustandes der Gewässer langfristig gesichert ist. Daneben wurde vom ÖWAV-Arbeitsausschuss Gewässerbetreuung ein Ausbildungsprogramm zum/r ÖWAV GewässerwärterIn und zum/r ÖWAV-Gewässermeister/In geschaffen, das aus drei, jeweils fünf Tage dauernden Kursen besteht. Dieses Ausbildungsprogramm ermöglichte den wichtigen Schritt von der Theorie zur Praxis, und die „Praxisfibel“ wurde zu einer wesentlichen Ausbildungsunterlage dieser Kurse. Etliche Mitglieder des ÖWAV-Arbeitsausschusses „Gewässerbetreuung“, die an der Erstellung der „Praxisfibel“ mitwirkten, fungieren auch als Vortragende in den genannten Kursen. Aus den Erfahrungen in den Kursen, den Fragestellungen und den Diskussionen mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern über die tägliche Praxis der Gewässerpflege zeichnete es sich nach einigen Jahren ab, dass die „Praxisfibel“ überarbeitet werden sollte.

Die nun vorliegende „neue Praxisfibel“ ist das Produkt aus der Anpassung an die Erfordernisse der Kurse, aus dem Stand des Wissens über Pflege und Instandhaltung der Gewässer sowie aus dem permanent fortschreitenden Erfahrungsgewinn in der praktischen Anwendung – kurz gesagt eine „Arbeit aus der Praxis für die Praxis“. Die Praxisfibel ist aber bei weitem nicht nur eine Lehrgrundlage, sondern auch ein Nachschlagewerk für alle jene Personen die sich mit der Entwicklung von Gewässern befassen. Die Praxisfibel ist in Papierform beim ÖWAV erhältlich, sowie als Download unter:

<http://www.bmlfuw.gv.at/publikationen/wasser/Fließgewässer-erhalten-und-entwickeln--Praxisfibel--2--Aufgabe.html> verfügbar.



Abb. 1: Deckblatt der Praxisfibel.
Fig. 1: Cover of the best-practice guideline.

Anschrift der Verfasser

DI Christian Amberger
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung III 5 Wildbach- und Lawinerverbauung
Marxergasse 2, 1030 Wien
Email: christian.amberger@bmlfuw.gv.at



KEIL ERDBAU

A-5730 Mittersill · Gewerbering West 6
Tel. 06562-8368

Transporte · Erdbau · Kranarbeiten
Schlosserei · Schotter · Steine
Abbruch · Bauschuttrecycling · Sprengungen



HYDROLOGIE



METEOROLOGIE



GEOLOGIE



Lösungen für die Geologie/Geotechnik

Temporäre Maßnahmen oder dauerhafte Überwachung von Massenbewegungen, Brücken, Straßen oder Seilbahnen. Messen, Aufzeichnen und Sichern mit Sensoren und Anlagen von SOMMER MESSETECHNIK. www.sommer.at

Spezielsensorik · Anlagenbau · Systemintegration · Beratung · Planung



SOMMER MESSETECHNIK

Straßenhäuser 27, A-6842 Koblach / Vorarlberg
Tel.: +43 5523 55989 | office@sommer.at | www.sommer.at

Inserentenverzeichnis

| Firma | Inserat Seite |
|---|---------------|
| MEVA Schalungs-Systeme Ges.mbH/ Alzner Baumaschinen Gesellschaft mbH | 6 |
| Alpinfra consulting + Engineering gmbh | 15 |
| BAUCON ZT GmbH | 173 |
| eb&p Umweltbüro GmbH | 57 |
| Emil Rohrer GmbH | 56 |
| Gebrüder Rüf, Bau & Transport GmbH & Co KG | U4 |
| Geobruigg AG | 41 |
| Geolith Consult , Technisches Büro für Geologie | 66 |
| Geo ² zt gmbh | 101 |
| Geotechnik Henzinger | 101 |
| Gunz ZT GmbH | 195 |
| Heli Austria GmbH | 4 |
| HTB Baugesellschaft m.b.H. | 8 |
| I.n.n., Ingenieurgesellschaft für Naturraum-Management GmbH & Co KG | 239 |

| Firma | Inserat Seite |
|---|---------------|
| Walter Keil Transporte | 257 |
| Klenkhart & Partner Consulting ZT GmbH | 10 |
| J KRISMER GmbH | 57 |
| MAIR WILFRIED GMBH | 173 |
| Moser/Jaritz & Partner Ziviltechniker GmbH | 211 |
| PERZ PLAN Ingenieurbüro | 101 |
| Rachbauer GmbH & Co KG | 11 |
| Skolaut NATURRAUM, Ingenieurbüro für Forst- und Holzwirtschaft | 211 |
| Sommer GmbH | 257 |
| Stadelmann Bau | 237 |
| Triplus Beton GmbH & Co KG | 211 |
| Forst-Wasser-Natur DI Werner Tiwald ZT-Ges.m.b.H. | 241 |
| TRUMER SCHUTZBAUTEN GMBH | 67 |
| UNIDATA GEODESIGN GMBH | 67 |



**Qualität ist kein Zufall, sie ist immer
das Ergebnis angestregten Denkens**



R V F

**BAU UND TRANSPORT
AU UND HIRSCHEGG**

Gebrüder RUF Bau und Transport GmbH & Co KG
Im Forst 469 . 6883 Au / Bregenzerwald . T 0043 5515 2280
office@ruefbau.com . www.ruefbau.com

Zweigstelle Hirscheegg – Kleinwalsertal
Walsenstrasse 201 . 6992 Hirscheegg



**Qualität ist kein Zufall, sie ist immer
das Ergebnis angestregten Denkens**



**BAU UND TRANSPORT
AU UND HIRSCHEGG**

Gebrüder RUF Bau und Transport GmbH & Co KG
Im Forst 469 . 6883 Au / Bregenzerald . T 0043 5515 2280
office@ruefbau.com . www.ruefbau.com

Zweigstelle Hirschegg – Kleinwalsertal
Walsenstrasse 201 . 6992 Hirschegg